

ANÁLISE CRÍTICA DA ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS (ELPRE)

ALEXANDRE SOARES DOS REIS

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

JULHO DE 2021

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2020/2021

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ 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 +351-22-508 1440

✉ 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 - 2020/2021 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2021*.

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.

À memória dos meus pais, Arlete e Angelino, a quem tudo devo.

Aos meus irmãos, André e Angelo.

À minha extraordinária mulher, Mimi.

Aos meus extraordinários filhos, Joana, Tiago e Sara.

“Os engenheiros sonham em construir algo que milhões de pessoas usem. Esse é o seu objetivo. Não creio que muitos engenheiros sejam motivados pelo dinheiro. São motivados pela possibilidade de ter impacto.”

Charles-Geschke, 1939-2021, Engenheiro, o senhor “PDF”, cofundador da Adobe

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Vasco Freitas pela proposta de tão recente tema, que me deu um enorme gosto em abordar, em especial no que diz respeito à certificação energética dos edifícios, algo que tanto me diz.

À sua disponibilidade, aos superiores conhecimentos transmitidos, aos seus preciosos conselhos, pela sua simpatia e afabilidade, fica aqui o meu público agradecimento.

Muito obrigado, Professor.

RESUMO

O estado de emergência climática em que nos encontramos levou a Comissão Europeia a aprovar o Pacote Energia e Clima 2030, reconhecendo a inevitabilidade da transição energética no sentido de serem reduzidas as emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Em Portugal, no ano de 2020, em alinhamento com o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050) foi desenvolvido o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC2030), sendo que, para o setor dos edifícios foram estabelecidas linhas específicas no sentido de ser reduzida a intensidade carbónica, com especial destaque para a transformação do parque imobiliário em *Nearly Zero Energy Buildings* (NZEB). Por força da *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), cada Estado-Membro deverá estabelecer uma estratégia de longo prazo no sentido de apoiar a reabilitação de edifícios até 2050, transformando-os de forma rentável em NZEB, obrigação essa que se encontra na génese da Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE), onde, paralelamente é tida em conta a questão das famílias em situação de pobreza energética.

No presente estudo definiram-se como objetivos a avaliação do enquadramento europeu e nacional para a renovação dos edifícios, a descrição do modelo proposto na ELPRE (incluindo os seus sete eixos de atuação) e uma reflexão acerca do reforço do quadro normativo e regulamentar, bem como do enquadramento financeiro para a renovação do edificado previstos na ELPRE, com especial enfoque nos edifícios residenciais e na pobreza energética.

Uma vez que se identificou na ELPRE uma elevada reciprocidade e interdependência entre os eixos de atuação associados à certificação energética de edifícios (eixo de atuação 3) e à renovação do edificado (eixo de atuação 1), optou-se por realizar uma análise detalhada das ações previstas nos mesmos, destacando os aspetos positivos e os aspetos a melhorar.

Da análise crítica realizada constata-se que os incentivos previstos estão alinhados com o certificado energético, cuja metodologia de cálculo, baseada em consumos nominais, não traduz os hábitos e a realidade da população portuguesa, que raramente aquece as suas casas, pelo que complementarmente deveria ser quantificada a minimização do desconforto das famílias em situação de pobreza energética, tendo igualmente em conta que, para além dos recursos financeiros necessários para a reabilitação, serão necessários recursos adicionais para a fase de exploração.

PALAVRAS-CHAVE: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, ELPRE, POBREZA ENERGÉTICA, INCENTIVOS, NZEB

ABSTRACT

The climate emergency has arrived and is accelerating more rapidly than most scientists anticipated, which led the European Commission to approve the 2030 Climate and Energy Framework, recognizing the inevitability of the energy transition towards reducing greenhouse gas (GHG) emissions. In Portugal, aligned with the Roadmap for Carbon Neutrality 2050, *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050* (RNC2050), the National Plan for Energy and Climate 2030, *Plano Nacional Energia e Clima 2030* (PNEC2030) was developed. For the building sector, specific lines were established to reduce the carbon intensity, emphasizing the transformation of the building stock into Nearly Zero Energy Buildings (NZEB). According to the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), each Member State must establish a long-term strategy to support the rehabilitation of buildings by 2050, profitably transforming them into NZEB. This obligation is at the genesis of the Long-Term Strategy for the Renovation of Buildings, *Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios* (ELPRE), which, at the same time, takes into account the issue of families in poverty energy.

The objectives of this study were the evaluation of the European and national framework for the renovation of buildings, the description of the model proposed in ELPRE (including its seven lines of action). Then, a reflection on the reinforcement of the normative and regulatory framework. Finally, the financial scheme for building renovation considered in ELPRE, focusing on residential buildings and energy poverty.

Once, in ELPRE, high reciprocity and interdependence were identified between the lines of action associated with the energy certification of buildings (line of action 3) and building renovation (line of action 1), it was decided to carry out a detailed analysis of the planned actions in them, highlighting the positive aspects and the aspects for improvement.

From the critical analysis carried out, the foreseen incentives are in line with the energy performance certificate, whose calculation methodology, based on nominal consumption, does not reflect the habits and reality of the Portuguese population, which rarely heats their homes. So, for families in a situation of energy poverty, it should be complemented with the minimization of the discomfort. Furthermore, in addition to the financial resources needed for rehabilitation, additional resources are required for the regular use of the devices.

KEYWORDS: ENERGY EFFICIENCY, BUILDING REHABILITATION, ELPRE, ENERGY POVERTY, INCENTIVES, NZEB

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABELAS.....	xvii
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xix

1 INTRODUÇÃO 1

1.1. ENQUADRAMENTO.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO	2

2 ENQUADRAMENTO EUROPEU E NACIONAL PARA A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS 3

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.2. DIRETIVAS EUROPEIAS	9
2.3. APOIOS NACIONAIS PARA A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS.....	10
2.4. ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA APOIAR A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS	16
2.5. SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	17

3 MODELO PROPOSTO NA ELPRE 19

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	19
3.2. EIXOS DE ATUAÇÃO	21
3.2.1. EA1 – RENOVAÇÃO DO EDIFICADO	22

3.2.2. EA2 – EDIFÍCIOS INTELIGENTES	22
3.2.3. EA3 – CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA	22
3.2.4. EA4 – FORMAÇÃO E QUALIFICAÇÃO	22
3.2.5. EA5 – COMBATE À POBREZA ENERGÉTICA	23
3.2.6. EA6 – INFORMAÇÃO E CONSCIENCIALIZAÇÃO.....	23
3.2.7. EA7 – MONITORIZAÇÃO	23
3.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	24
4 REFORÇO DO QUADRO NORMATIVO E REGULAMENTAR.....	25
4.1. EA3 - CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA	25
4.2. NZEB.....	36
4.2.1. ESTUDO DE CASO.....	37
4.2.2. SISTEMAS BASEADOS EM FONTES RENOVÁVEIS	40
4.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	48
5 ENQUADRAMENTO FINANCEIRO PARA A RENOVAÇÃO DO EDIFICADO.....	51
5.1. EA1 – RENOVAÇÃO DO EDIFICADO	51
5.2. INVESTIMENTOS <i>VERSUS</i> BENEFÍCIOS	61
5.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	65
6 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da utilização de recursos do planeta Terra [15]	3
Figura 2 – Utilização de recursos ao nível de cada país [15]	4
Figura 3 – Variação dos preços do petróleo (1861 – 2014) [17]	4
Figura 4 – Evolução das <i>ozone depleting substances</i> entre 1960 e 2020 [20]	5
Figura 5 – Top 10 dos países emissores de CO ₂ [26]	6
Figura 6 – Probabilidade de ocorrência de secas na Europa [28]	7
Figura 7 – Variação das emissões de GEE das maiores economias [34]	8
Figura 8 – Temperaturas em Madrid, Paris, Londres e Milão (meses 6 e 7 de 2019) [35]	8
Figura 9 – Tipologias de medidas elegíveis do Aviso 25 do FEE (adaptado de [60])	12
Figura 10 – Atividades que podem ser desenvolvidas em teletrabalho [73]	16
Figura 11 – Teletrabalho na Europa [74]	17
Figura 12 – Edifícios construídos antes e depois de 1990 [76]	19
Figura 13 – Zonas climáticas de inverno de Portugal Continental [77]	20
Figura 14 – Eixos de Atuação da ELPRE (adaptado de [76])	22
Figura 15 – Esquema representativo do Índice de Desconforto Passivo [90]	27
Figura 16 – Metodologia de determinação da classe de desconforto [90]	27
Figura 17 – Medidas de melhoria, poupanças e casas registadas no Portal casA+ [93] .	30
Figura 18 – Esquema de funcionamento do Portal casA+ [93]	30
Figura 19 – Conceitos do projeto europeu iBRoad [94]	31
Figura 20 – Exemplo de etiqueta CLASSE+ para janelas [95]	33
Figura 21 – Principais causas de morte por doença a nível mundial [101]	36
Figura 22 – Estudo de caso NZEB (planta)	37
Figura 23 – Estudo de caso NZEB (perspetiva nascente)	38
Figura 24 – Estudo de caso NZEB (perspetiva poente)	38
Figura 25 – Capacidade instalada de sistemas baseados em fontes renováveis [109] ...	40
Figura 26 – Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis [110]	41
Figura 27 – Externalidades associadas aos módulos fotovoltaicos [115]	42
Figura 28 – Domínio da China no fabrico de módulos fotovoltaicos [116]	43
Figura 29 – Aparelhos de ar condicionado em utilização a nível mundial [118]	44
Figura 30 – Procura de eletricidade por uso a nível mundial [119]	44

Figura 31 – <i>Outdoor Air Pollution</i> mata mais do que o tabaco [123]	45
Figura 32 – <i>Outdoor Air Pollution</i> é a maior causa de risco para a saúde [129].....	46
Figura 33 – Mortes prematuras na Europa motivadas pelas partículas inaláveis [133]..	46
Figura 34 – Mortes prematuras devido à <i>Outdoor Air Pollution</i> evitadas (estimativa)...	48
Figura 35 – Funcionalidades do projeto europeu X-tendo	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Aviso 01 do FEE.....	10
Tabela 2 – Tipologias de operação e limites máximos do Aviso 10 do FEE [57]	11
Tabela 3 – Comparticipação e limite máximo de despesa do Aviso 20 do FEE [58].....	12
Tabela 4 – Aviso 03, Aviso 10, Aviso 20 e Aviso 25 do FEE.....	13
Tabela 5 – Resultados do IFFRU 2020 em 31-12-2020	14
Tabela 6 – Tipologias de projeto do programa “Edifícios mais Sustentáveis” do FA	15
Tabela 7 – Número de alojamentos a reabilitar por período de construção	20
Tabela 8 – Número de alojamentos a reabilitar por tipologia	21
Tabela 9 – Número de alojamentos a reabilitar por zona climática de inverno	21
Tabela 10 – Âmbito e ações previstas na 1.ª política do EA3.....	26
Tabela 11 – Intervalos da classe de desconforto [90]	27
Tabela 12 - Âmbito e ações previstas na 2.ª política do EA3	28
Tabela 13 - Âmbito e ações previstas na 3.ª política do EA3	29
Tabela 14 - Âmbito e ações previstas na 4.ª política do EA3	32
Tabela 15 - Âmbito e ações previstas na 5.ª política do EA3	34
Tabela 16 - Âmbito e ações previstas na 6.ª política do EA3	34
Tabela 17 - Âmbito e ações previstas na 1.ª política do EA1	52
Tabela 18 - Âmbito e ações previstas na 2.ª política do EA1	53
Tabela 19 - Âmbito e ações previstas na 3.ª política do EA1	54
Tabela 20 - Âmbito e ações previstas na 4.ª política do EA1	54
Tabela 21 - Âmbito e ações previstas na 5.ª política do EA1	56
Tabela 22 - Âmbito e ações previstas na 6.ª política do EA1	56
Tabela 23 - Âmbito e ações previstas na 6.ª política do EA1 (continuação)	57
Tabela 24 - Âmbito e ações previstas na 7.ª política do EA1	58
Tabela 25 - Âmbito e ações previstas na 8.ª política do EA1	59
Tabela 26 - Âmbito e ações previstas na 8.ª política do EA1 (continuação)	60
Tabela 27 - Âmbito e ações previstas na 9.ª política do EA1	61
Tabela 28 – Poupanças de energia primária (2050) [Mtep].....	62
Tabela 29 – Limites da ASHRAE e do IPMVP para a calibração de modelos	63
Tabela 30 – Investimento [milhões de euros] até 2050 [10]	64

Tabela 31 - Investimento [milhões de euros] em SACE	64
Tabela 32 - Investimento [milhões de euros] até 2050 para o setor residencial	65

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

A

ACV: Avaliação de Ciclo de Vida.

ADENE: Agência para a Energia.

AQLI: *Air Quality Life Index*.

AQS: Águas Quentes Sanitárias.

ASHRAE: *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers*.

AVAC: Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.

B

BCE: Banco Central Europeu.

BEI: Banco Europeu de Investimento.

BREEAM: *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*.

C

CAE: Classificação Portuguesa das Atividades Económicas.

CE: Certificado Energético.

CMIP5: *Couple Model Intercomparison Project Phase 5*.

COP 21: *Twenty-first-session of the Conference of The Parties*.

COV: Compostos Orgânicos Voláteis.

CREA: *Centre for Research on Energy and Clean Air*.

CV(RMSE): *Coefficient of Variation of the Root Mean Square Error*.

D

DEEP: *De-risk Energy Platform*.

DGEG: Direção Geral de Energia e Geologia.

E

EA: Eixos de Atuação.

ECO.AP: Programa de Eficiência Energética na Administração Pública.

EEA: *European Environment Agency*.

ELPRE: Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios.

EPBD: *Energy Performance of Buildings Directive*.

EPD: *Environment Product Declaration*.

EPIC: *Energy Policy Institute at the University of Chicago*.

EPS: Poliestireno Expandido.

ESE: Empresas de Serviços Energéticos.

F

FA: Fundo Ambiental.

FEE: Fundo de Eficiência Energética.

FEPICOP: Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas.

FMI: Fundo Monetário Internacional.

FNRE: Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado.

G

GBRS: *Green Building Rating Systems*.

GEE: Gases com Efeito de Estufa.

GES: Grande Edifício de Serviços.

GWP: *Global Warming Potential*.

I

IAQ: *Indoor Air Quality*.

IDP: Índice de Desconforto Passivo.

IEA: *International Energy Agency*.

IFRRU 2020: Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbanas.

IHRU: Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana.

IMI: Imposto Municipal sobre os Imóveis.

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

IPMVP: *International Performance Measurement and Verification Protocol*.

IPSS: Instituições Particulares de Solidariedade Social.

IRC: Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas.

IRS: Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares.

IVA: Imposto sobre o Valor Acrescentado.

J

JRC: *Joint Research Center*.

L

LEED: *Leadership in Energy and Environmental Design*.

N

N_i : Valor máximo para as necessidades anuais nominais de energia útil para aquecimento.

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

NMBE: *Normalized Mean Bias Error*.

O

OAP: *Outdoor Air Pollution*.

ODS: *Ozone Depleting Substances*.

OPEP: Organização dos Países Exportadores de Petróleo.

P

PEES: Programa de Estabilização Económica e Social.

PM: *Particulate Matter*.

PM_{2.5}: *Particulate Matter 2.5*.

PNAEE: Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética.

PNEC2030: Plano Nacional Energia e Clima 2030.

PQ: Perito Qualificado.

PRR: Plano de Recuperação e Resiliência.

PUR: Espuma Rígida de Poliuretano.

Q

QEPiC: Quadro Estratégico para a Política Climática.

R

RCP: *Representative Concentration Pathways*.

RECS: Regulamento dos Edifícios de Comércio e Serviços.

REH: Regulamento dos Edifícios de Habitação.

RES: *Renewable Energy Sources*.

RNC2050: Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050.

S

SACE: Sistemas de Automação e Controlo dos Edifícios.

SCE: Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.

SNS: Serviço Nacional de Saúde.

U

UE: União Europeia.

UN: *United Nations*.

UNCED: *United Nations Conference on Environment and Development*.

UNFCCC: *United Nations Framework Convention on Climate Change*.

W

WCRP: *World Climate Research Programme*.

WGCM: *Working Group on Coupled Modelling*.

WHO: *World Health Organization*.

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Em 2015, na sequência do Acordo de Paris [1], é assumido pela sociedade que apenas com o contributo de todos os países é possível mitigar o efeito das alterações climáticas, limitando o aquecimento do planeta a 2 °C acima da média pré-industrial [2]. Por forma a dar resposta a este desafio global a Comissão Europeia aprovou uma série de pacotes em diferentes áreas, entre os quais o Pacote Energia e Clima 2030 [3], reconhecendo a inevitabilidade da transição energética no sentido de serem reduzidas as emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Em Portugal, o primeiro passo para a concretização do Pacote Europeu Energia e Clima 2030, foi dado em 2015 com a aprovação do Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC) [2], tendo como visão a descarbonização da economia e colocando o país em melhores condições para enfrentar os desafios criados pelo Acordo de Paris [1]. Posteriormente, em 2019, foi publicado o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050) [4], de carácter transetorial, com o objetivo geral de suportar tecnicamente o compromisso assumido por Portugal, em 2016, na Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica até 2050, com uma trajetória de redução de emissões de GEE entre 45% e 55% até 2030, entre 65% e 75% até 2040 e entre 85% e 90% até 2050, face aos valores registados em 2005. Em 2020, em alinhamento com o RNC2050 [4] foi desenvolvido o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC2030) [5], também de carácter transetorial. Para o setor dos edifícios, foram estabelecidas no PNEC2030 [5] linhas específicas no sentido de ser reduzida a intensidade carbónica, com especial destaque para a transformação do parque imobiliário em *Nearly Zero Energy Buildings* (NZEB) [6,7]. Por fim, por obrigação da *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), através da Diretiva (EU) 2018/844 [8], que altera a Diretiva 2010/31/EU [9], cada Estado-Membro deverá estabelecer uma estratégia de longo prazo no sentido de apoiar a reabilitação de edifícios até 2050, transformando-os de forma rentável em NZEB, obrigação essa que se encontra na génese da Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE), que define as políticas e ações para a reabilitação do parque imobiliário existente, envelhecido, em particular no setor residencial [10], onde se prevê a renovação de cerca de 3,8 milhões de alojamentos tendo por base o certificado energético (CE) [11], complementado pelas declarações ambientais de produto, *Environment Product Declaration* (EPD) [12] e pelos sistemas de classificação de edifícios verdes, *Green Building Rating Systems* (GBRS) [13], por forma a melhorar o desempenho energético dos edifícios e paralelamente atacar o problema da pobreza energética.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação enquadra-se numa reflexão sobre a ELPRE, tendo sido estabelecidos os seguintes objetivos:

- Avaliação do enquadramento europeu e nacional para a renovação dos edifícios, assente na revisão da problemática das crises energéticas, das alterações climáticas, das diretivas europeias diretamente relacionadas e também dos apoios nacionais para a reabilitação dos edifícios;
- Descrição do modelo proposto na ELPRE, identificando os seus pressupostos, o número de alojamentos a reabilitar por tipologia e zonas climáticas e, por fim uma análise aos sete eixos de atuação estabelecidos na mesma;
- Reflexão sobre o reforço do quadro normativo e regulamentar, bem como do enquadramento financeiro para a renovação do edificado previstos na ELPRE, com especial enfoque nos edifícios residenciais e na pobreza energética.

1.3. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO

A organização deste trabalho divide-se em seis capítulos:

- O capítulo 1 introduz o tema, apresenta os objetivos para o seu desenvolvimento e a sua estrutura;
- O capítulo 2 apresenta o enquadramento europeu e nacional para a renovação dos edifícios;
- No capítulo 3 é descrito o modelo proposto na ELPRE, incluindo os seus sete eixos de atuação (EA);
- O capítulo 4 tem por base a análise do reforço do quadro normativo e regulamentar previsto no terceiro EA da ELPRE;
- No capítulo 5 é analisado o enquadramento financeiro para a renovação do edificado estabelecido no primeiro EA da ELPRE;
- As conclusões do presente trabalho são apresentadas no capítulo 6.

2

ENQUADRAMENTO EUROPEU E NACIONAL PARA A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Já em 1972, em *Limits to Growth*, Donella H. Meadows et al. [14], alertavam para o facto de que, caso se mantivessem os níveis de consumo da população mundial e consequente produção alimentar e esgotamento de recursos, o limite de crescimento do planeta Terra seria atingido nos cem anos seguintes.

A Figura 1 retrata a devastação dos recursos naturais que tem vindo a ocorrer, fazendo com que, em 2019, já fossem necessários de 1,75 planetas Terra para o atual nível de vida da população.

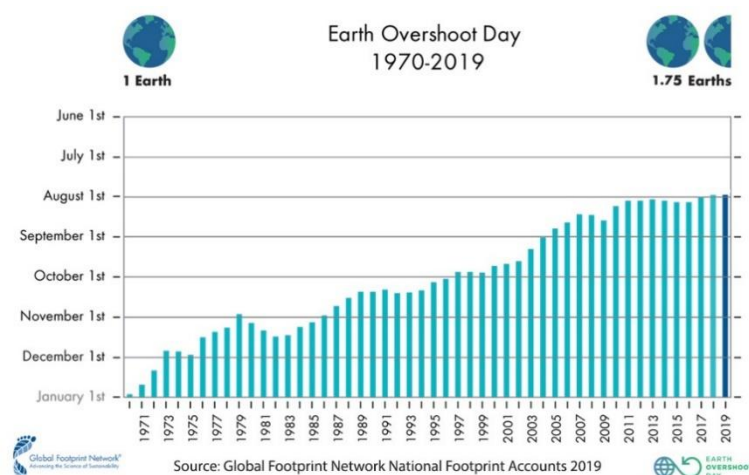
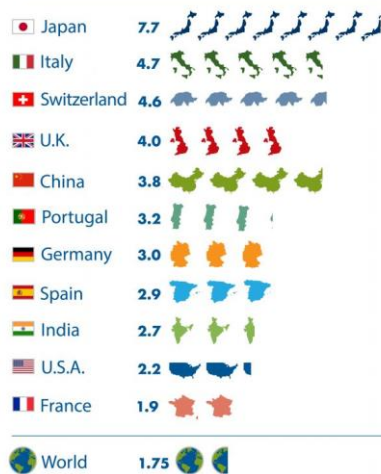


Figura 1 – Evolução da utilização de recursos do planeta Terra [15]

Uma análise da Figura 2 permite constatar, ao nível de cada país, a utilização de recursos, sendo que, no caso particular de Portugal, já seriam necessários 3,2 países para ser possível manter o atual nível de vida da população portuguesa.

How many countries are required to meet the demand of its citizens...



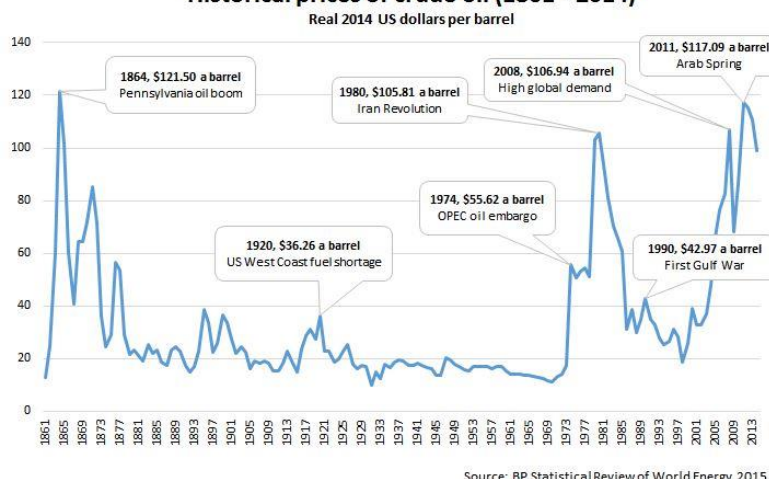
Source: Global Footprint Network National Footprint Accounts 2019



Figura 2 – Utilização de recursos ao nível de cada país [15]

No que diz respeito à energia, o primeiro evento responsável pelo despertar de consciências em relação aos custos energéticos decorreu em 1973, quando surgiu o primeiro choque petrolífero através de um enorme aumento do preço do petróleo provocado pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), em protesto pelo apoio dos Estados Unidos à vitória israelita na guerra de Yom Kippur [16]. Na Figura 3 pode-se constatar o aumento abrupto do preço do petróleo em 1973, que originou a primeira grande crise mundial relacionada com o preço da energia.

Historical prices of crude oil (1861 - 2014)



Source: BP Statistical Review of World Energy 2015

Figura 3 – Variação dos preços do petróleo (1861 – 2014) [17]

Em 1987 o Protocolo de Montreal [18] seria um marco na história das Nações Unidas, *United Nations* (UN), uma vez que foi o primeiro acordo assinado por todos os membros da UN, tendo regulado a produção e o uso de químicos responsáveis pela depleção da camada de ozono, *ozone depleting*

substances (ODS). O Protocolo de Montreal é amplamente considerado um dos acordos ambientais multilaterais mais bem-sucedidos de sempre uma vez que conseguiu eliminar 97% de quase 100 ODS [19]. Na Figura 4 é apresentada a evolução dos ODS entre 1960 e 2020, constando-se uma quebra evidente resultante da aplicação do Protocolo de Montreal.

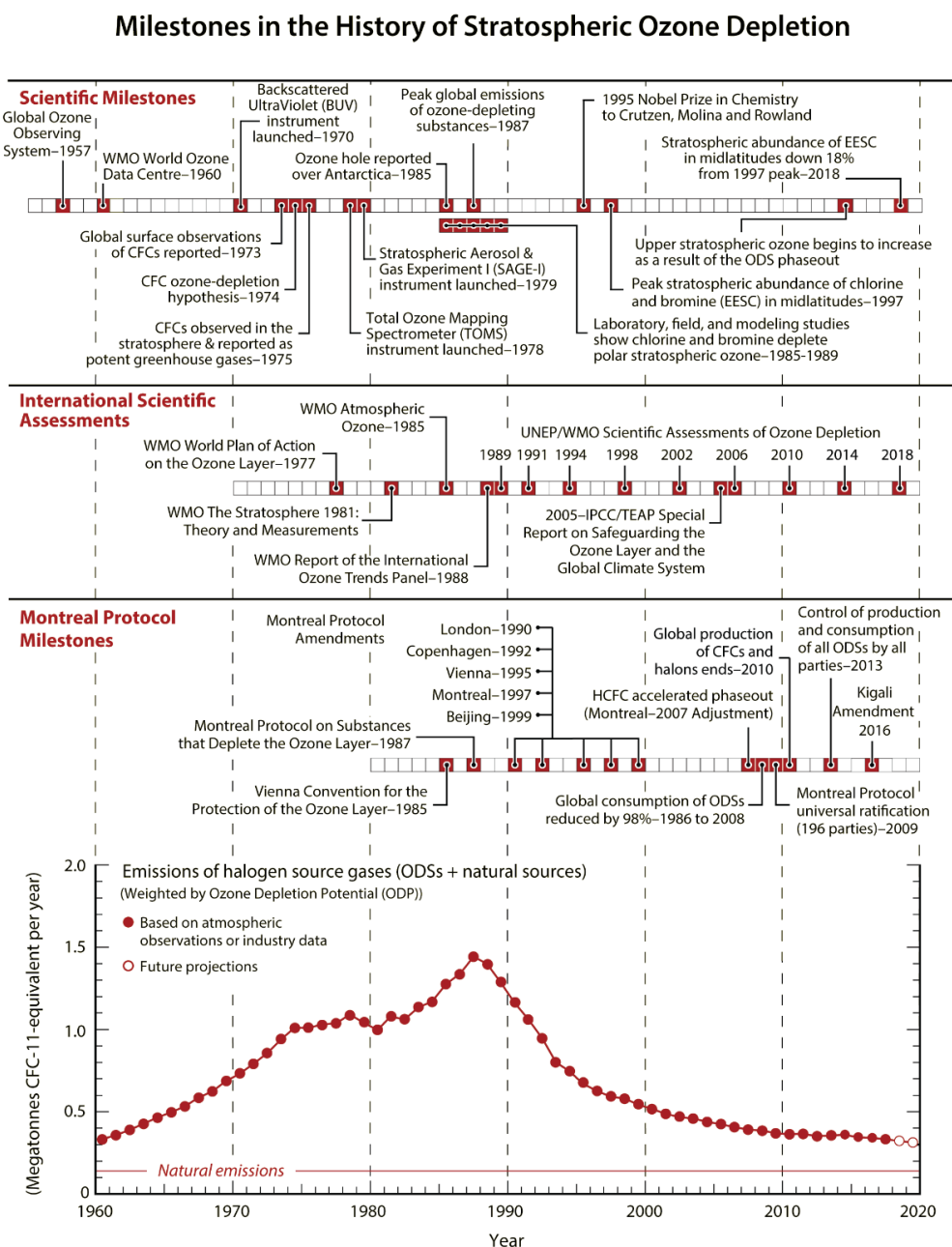


Figura 4 – Evolução das *ozone depleting substances* entre 1960 e 2020 [20]

Após a crise energética de 1973 e a criação do Protocolo de Montreal em 1987, a *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED), realizada no Rio de Janeiro em 1992, viria a marcar mais uma importante etapa em termos ambientais tendo dado origem à *United Nations*

Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), tratado internacional assinado por vários países tendo por base a preocupação associada aos GEE e a sua interferência no clima. O tratado acabaria por não fixar limites às emissões de GEE mas criou a muito importante figura dos protocolos, esses sim com limites obrigatórios para cada Estado signatário, destacando-se o Protocolo de Quioto [21], adotado em 1997, tendo sido estipulada uma redução de 4,7% das emissões de CO₂ para o ano de 2012.

Em 2015 é concretizado o Acordo de Paris [1], juridicamente vinculativo para os Estados signatários do mesmo na *twenty-first session of the Conference of the Parties* (COP 21) [22], tendo entrado em vigor em 2016. A meta é limitar o aquecimento global resultante das alterações climáticas [23] abaixo dos 2 °C em comparação com os níveis pré-industriais. Analisando a Figura 5, constata-se que em novembro de 2016, 97 Estados tinham ratificado o Acordo de Paris, destacando-se os maiores emissores a nível mundial – China e Estados Unidos da América (EUA), responsáveis por cerca de 44% das emissões mundiais. Porém, em novembro de 2020, na presidência de Donald Trump, os EUA decidiram formalmente retirar-se do acordo [24]. No entanto, em 2021, apenas algumas horas após ter tomado posse, Joe Biden anunciou o regresso dos EUA ao Acordo de Paris [25].

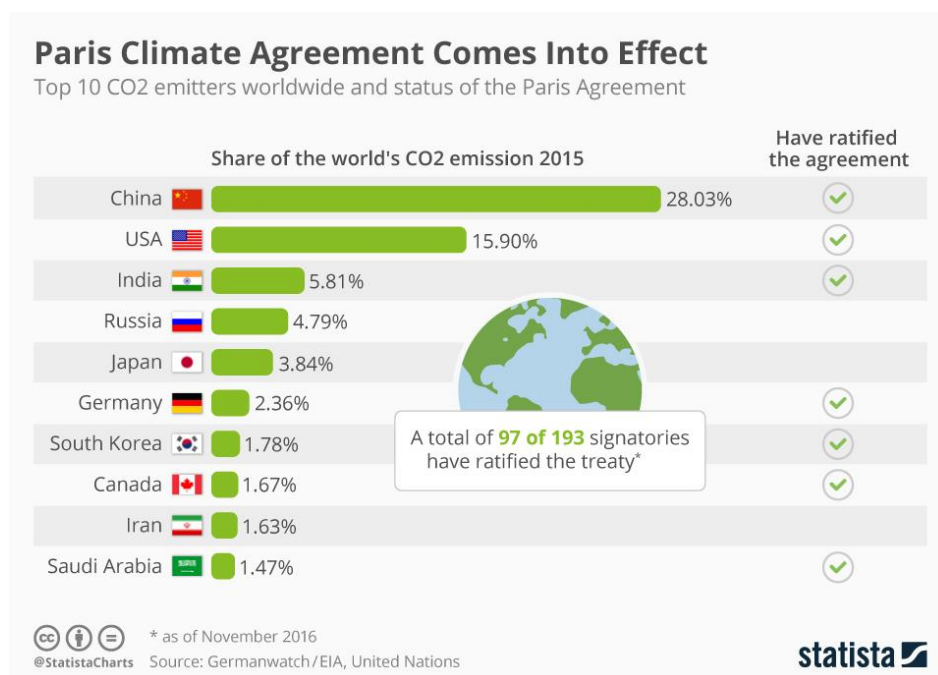


Figura 5 – Top 10 dos países emissores de CO₂ [26]

O negacionismo de muitos em relação às alterações climáticas, como por exemplo da administração Trump, é contrariado pelos sucessivos estudos que a ciência tem proporcionado. O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) [27] salienta que as evidências científicas relativas às alterações climáticas de origem antropogénica são mais fortes do que nunca e que o aquecimento global do sistema climático é inequívoco, destacando que a probabilidade das emissões de GEE serem a principal causa do aumento de temperatura é enorme.

Ondas de calor, fogos florestais, seca e cheias que têm ocorrido numa janela de tempo cada vez mais pequena, demonstram a significativa vulnerabilidade de vários ecossistemas. No Continente Europeu,

estes eventos extremos têm já impactes significativos em diversos setores, sendo que o sul da Europa é apontado como dos locais mais suscetíveis de ser afetado pelos efeitos das alterações climáticas [28].

As projeções climáticas do *Couple Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5) [29], desenvolvidas pelo *Working Group on Coupled Modelling* (WGCM) [30] do *World Climate Research Programme* (WCRP) [31], baseiam-se num conjunto de cenários climáticos definidos em termos de força radiativa, *representative concentration pathways* (RCP) [32], que refletem os mais recentes avanços em modelos de avaliação integrada para caracterizar a evolução futura das emissões de GEE, existindo quatro cenários: RCP 8.5, RCP 6.0, RCP 4.5 e RCP 2.6, da situação mais extrema (RCP 8.5) para a situação em que se supõe diversas medidas efetivas de mitigação das alterações climáticas (RCP 2.6). Na Figura 6 pode-se constatar a probabilidade de ocorrência de secas para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, confirmando-se a vulnerabilidade a que estão sujeitos os países do sul da Europa.

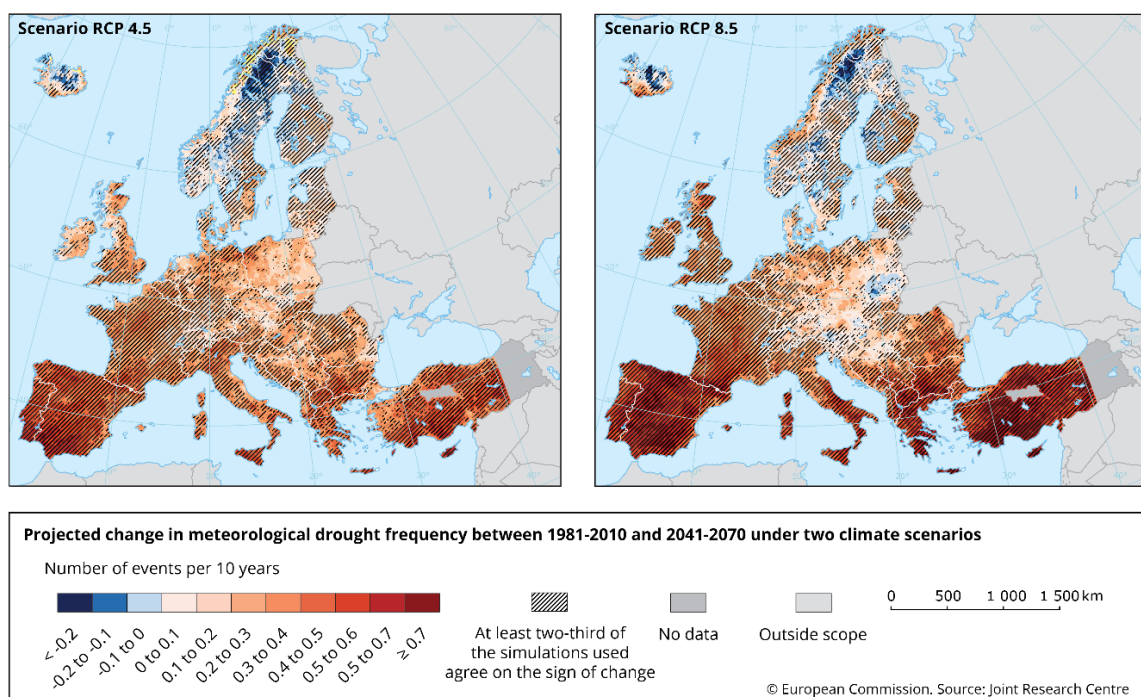


Figura 6 – Probabilidade de ocorrência de secas na Europa [28]

Na ausência de medidas de combate às alterações climáticas, o impacto das secas na economia europeia poderá atingir mais de 65 mil milhões de euros por ano até 2100 [33]. Face aos impactes expectáveis é evidente a necessidade de serem tomadas as devidas medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas o quanto antes. Trata-se de um desafio a longo prazo pelo que, em 2018, a União Europeia (UE) demonstrava já que as suas ações tinham levado a uma redução das emissões de GEE - Figura 7. Por comparação com 1990 a EU tomou para si o objetivo ambicioso de redução das suas emissões internas em valores entre 80% e 95% em 2050.

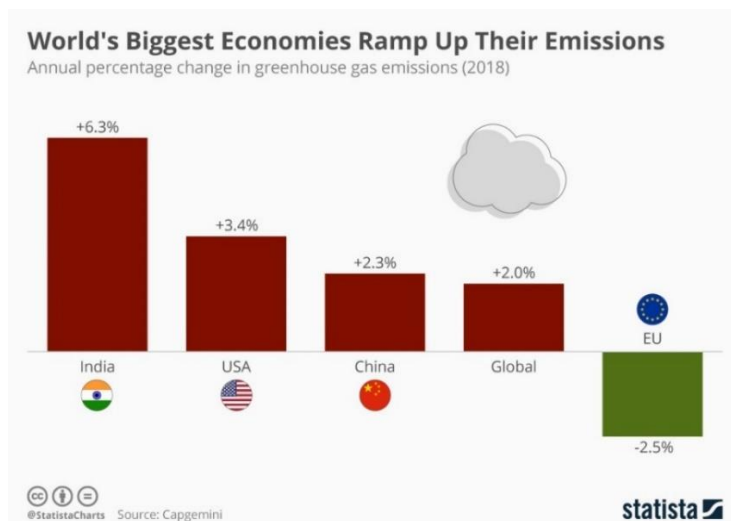


Figura 7 – Variação das emissões de GEE das maiores economias [34]

Além dos impactos expectáveis, outros começaram já a verificar-se. Em 2019, devido ao verão extremamente quente, os exames finais nas escolas francesas tiveram de ser reagendados e o governo teve mesmo de facilitar o acesso a edifícios governamentais climatizados para acolher as pessoas em horas de pico do calor. A Alemanha teve de introduzir limites de velocidade em algumas zonas da sua rede viária para evitar acidentes que pudessem vir a ocorrer em face das altas temperaturas. A França acabaria mesmo por estabelecer um novo recorde de temperatura ao registar 45,9 °C em *Gallargues-le-Montueux* a 28 de junho [35]. De acordo com os dados do *Accuweather* [36], em junho e julho, as temperaturas nas principais cidades europeias excederam as médias históricas por uma margem significativa (Figura 8). Prevê-se que os fenómenos meteorológicos extremos se tornem cada vez mais frequentes devido às mudanças climáticas no futuro [35].

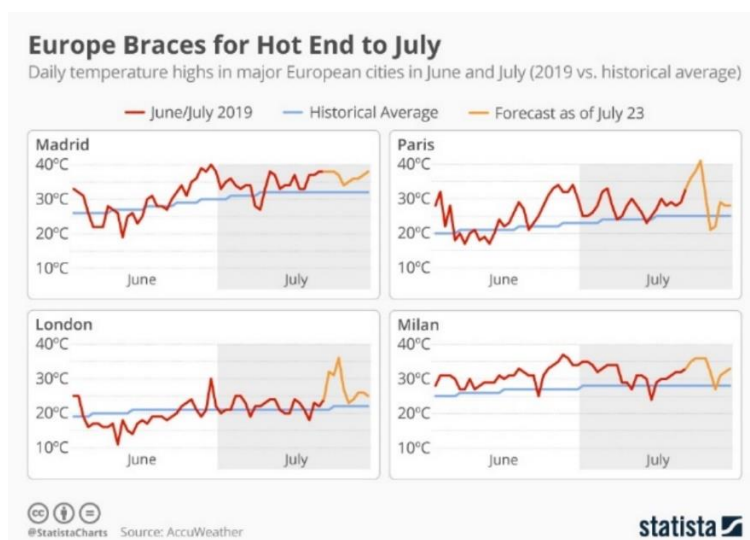


Figura 8 – Temperaturas em Madrid, Paris, Londres e Milão (meses 6 e 7 de 2019) [35]

Entretanto, e já no âmbito da Quarta Presidência Portuguesa do Conselho da UE [37], os negociadores do Conselho Europeu e do Parlamento Europeu chegaram a um acordo político provisório que legisla o objetivo da neutralidade climática da UE em 2050 e a meta de redução coletiva líquida das emissões de GEE (emissões após a dedução de remoções) em pelo menos 55% no ano de 2030, comparados com os níveis de 1990 [38].

2.2. DIRETIVAS EUROPEIAS

Em 1989, a Diretiva 89/106/CEE [39], relativa aos produtos de construção, estabelecia que os sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) fossem sejam concebidos e instalados no sentido de assegurar que a quantidade de energia necessária à sua utilização fosse baixa, atendendo aos ocupantes e às condições climáticas locais. Em 1993 seria publicada a Diretiva 93/76/CEE [40], relativa à limitação das emissões de CO₂ mediante o aumento da eficiência energética.

Os recursos naturais, a cuja utilização prudente e racional se refere o artigo 174.º do Tratado Europeu [41], incluem os produtos petrolíferos, o gás natural e os combustíveis sólidos, que são uma fonte importante das emissões de CO₂ pelo que a Diretiva 2001/77/CE [42] veio estabelecer as regras relativas à promoção de eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis, *renewable energy sources* (RES).

Em 2002 seria publicada a EPBD, através da Diretiva 2002/91/CE [43], estabelecendo que o desempenho energético dos edifícios fosse determinado com base numa metodologia, integrando, para além das preocupações com o isolamento térmico, outros fatores com influência crescente, como as instalações de AVAC e a utilização de sistemas baseados em RES, surgindo pela primeira vez a figura do Perito Qualificado (PQ). A transposição para a ordem jurídica nacional da EPBD foi concretizada através do Decreto-Lei n.º 78/2006 [44], do Decreto-Lei n.º 79/2006 [45] e do Decreto-Lei n.º 80/2006 [46], tendo sido criado o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) [47], gerido pela Agência para a Energia (ADENE) [48].

Além da eficiência energética é também reconhecido pela Comunidade Europeia a necessidade de serem reduzidos os níveis de poluição no sentido de serem minimizados os efeitos prejudiciais na saúde humana, com especial destaque para os grupos de população mais vulneráveis, pelo que, por forma a proteger as pessoas e o ambiente, torna-se deveras importante assegurar o combate à emissão de poluentes na origem, assim como identificar e implementar as medidas mais eficazes de redução de emissões a nível local, nacional e comunitário. Deverão, portanto, ser evitadas, prevenidas ou reduzidas as emissões de poluentes atmosféricos, como por exemplo as partículas finas inaláveis de diâmetro inferior a 2,5 µm, *particulate matter 2.5* (PM_{2.5}), face às suas repercussões negativas para a saúde humana. Atendendo ao facto de que ainda não foi definido um limiar abaixo do qual as PM_{2.5} sejam inofensivas, este poluente específico não deverá portanto ser regulamentado da mesma maneira que outros poluentes atmosféricos, exigindo uma abordagem que procure atingir uma redução geral das concentrações urbanas de fundo, no sentido de garantir que uma grande parte da população possa beneficiar da melhoria da qualidade do ar. Atendendo a este enquadramento, foi publicada em 2008 a Diretiva 2008/50/CE [49]. Adicionalmente, o Conselho da UE publicou em 2013 a Diretiva 2013/59/Euratom [50], que fixa as normas de segurança de base relativas à proteção contra os perigos resultantes da exposição ao radão.

No ano de 2010 ocorreu a primeira alteração da Diretiva 2002/91/CE [43], com a publicação da Diretiva 2010/31/UE [9], transposta para a ordem jurídica nacional através do Decreto-Lei n.º 118/2013 [51].

Nesta alteração da EPBD é dado especial destaque à necessidade de ser aumentado o número de NZEB em todos os Estados-Membros, destacando-se também o facto de que, nos últimos anos tem aumentado o recurso a aparelhos de ar condicionado, criando importantes dificuldades nas horas de ponta face ao aumento do preço da eletricidade e à deterioração do equilíbrio energético. Face a este problema, a EPBD indica que, no sentido de minimizar o risco de sobreaquecimento no verão, deverá ser dada prioridade a medidas como proteções solares dos vãos envidraçados, uma suficiente inércia térmica e técnicas de arrefecimento passivo, especialmente as que contribuam para a melhoria da qualidade do clima interior bem como o microclima em redor dos edifícios. Adicionalmente, ainda em relação aos aparelhos de ar condicionado, é referido que a manutenção e a inspeção regular destes sistemas por técnicos devidamente qualificados para o efeito, contribuem para o seu correto funcionamento, aconselhando uma avaliação independente dos dispositivos a intervalos regulares durante o seu ciclo de vida, e em especial antes da sua substituição ou modernização.

A mais recente versão da EPBD decorre da Diretiva (UE) 2018/844 [8], parcialmente transporta para a o direito português através do Decreto-Lei n.º 101-D/2020 [52], aguardando-se pela publicação das portarias e despachos que o regulamentarão, bem como, muito importante, o Manual SCE, a aprovar mediante despacho do diretor-geral da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e que estabelecerá a nova metodologia de cálculo para efeitos de avaliação do desempenho energético dos edifícios. Na EPBD de 2018 seria inserido um novo artigo, o 2.º-A, indicando que cada Estado-Membro deverá definir uma estratégia de longo prazo para, até 2050, apoiar a transformação rentável do parque imobiliário existente em NZEB.

2.3. APOIOS NACIONAIS PARA A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Em Portugal, no que diz respeito aos apoios concedidos para a reabilitação dos edifícios, têm vindo a ser disponibilizados alguns instrumentos financeiros para diversas tipologias de intervenção. Em 2012 foi lançado o Aviso 01 – Edifício Eficiente 2012 [53], através do Fundo de Eficiência Energética (FEE) [54], no âmbito das medidas previstas no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) [55], cujo objetivo era apoiar a implementação em edifícios de habitação multifamiliares existentes, de sistemas solares térmicos (apoio a fundo perdido entre 35% e 50% das despesas elegíveis, com o limite de 1500 €) ou de novas caixilharias com vidro duplo (apoio a fundo perdido entre 30% e 50% das despesas elegíveis, com o limite de 1000 €). A dotação total deste aviso era de dois milhões de euros, os beneficiários eram empresas de serviços energéticos (ESE) e não foi rececionada qualquer candidatura (Tabela 1).

Tabela 1 – Aviso 01 do FEE

Aviso do FEE	Dotação [€]	N.º de operações	Subvenção a fundo perdido [€]	% de concretização
Aviso 01 – Edifício Eficiente 2012	2 000 000	0	0	0

Ainda em 2012 foi lançado pelo FEE o Aviso 03 – Solar Térmico e Janelas na Habitação 2012 [56], cujos beneficiários eram pessoas singulares proprietárias de edifícios de habitação ou frações autónomas em edifícios de habitação existentes, sendo que para sistemas solares térmicos o apoio a fundo perdido era de 50% das despesas elegíveis, com o limite de 1500 € e no caso das janelas 50% das despesas elegíveis, com o limite de 1250 €. A dotação era de dois milhões de euros tendo sido liquidado aos beneficiários cerca de 1,4 milhões de euros, em 1146 operações.

Já no ano de 2015, novo aviso foi lançado pelo FEE, Aviso 10 – Isolamento em Edifícios de Habitação 2015, com os beneficiários a serem os mesmos do Aviso 03, para uma dotação de um milhão de euros. Quanto aos apoios previstos, a colocação/reforço de isolamento térmico em coberturas previa uma comparticipação até 50% das despesas totais elegíveis e até ao limite máximo por m² intervencionado de 7 €/m² e limite máximo de comparticipação de 1500 €. No que diz respeito à colocação/reforço de isolamento térmico em paredes exteriores estava previsto um apoio a fundo perdido até 50% das despesas totais elegíveis e até ao limite máximo por m² intervencionado de 17 €/m² e limite máximo de comparticipação de 3.000 € (Tabela 2). Foram contempladas 196 operações com um apoio de cerca de 237 000 € parte do FEE.

Tabela 2 – Tipologias de operação e limites máximos do Aviso 10 do FEE [57]

Tipologia de operação	Limite máximo por m ² intervencionado	Limite máximo de comparticipação
2.2. a) Colocação/reforço de isolamento térmico em coberturas	7 €/m ²	1500€
2.2. b) Colocação/reforço de isolamento térmico em paredes exteriores	17 €/m ²	3000€

No Aviso 20 – Edifícios Eficientes 2016 [58] foram apoiadas 753 candidaturas num total de um milhão e trezentos mil euros para as duas tipologias de beneficiário previstas, tipo A, pessoas singulares proprietárias de edifícios de habitação existente unifamiliar ou de frações autónomas em edifícios multifamiliares e tipo B - pessoas coletivas de direito privado proprietárias de edifícios de serviços existentes com a Classificação Portuguesa das Atividades Económicas (CAE) [59] de 35 a 99, com exceção de todas as entidades integrantes da Administração Pública. A Tabela 3 resume a tipologia de projetos e as comparticipações previstas pelo Aviso 20.

Tabela 3 – Comparticipação e limite máximo de despesa do Aviso 20 do FEE [58]

Projetos	Comparticipação do FEE (%)		Limite máximo de despesa do FEE
	«Beneficiário A»	«Beneficiário B»	
AQS-Sistema Solar Térmico Novo (s/ aquecedor)	60%	35%	€ 2.500
AQS-Sistema Solar Térmico completo			€ 3.000
AQS-Substituição de Aquecedor Convencional		n.a.	€ 1.000
Janelas Eficientes	50%	35%	€ 1.500
Isolamento Coberturas e Pavimentos			€ 1.500
Isolamento de Paredes			€ 3.000
Iluminação Eficiente	n.a.		€ 4.000

O Aviso 25 – Eficiência Energética nos Edifícios 2018 [60] efetuou, em termos de apoios e à semelhança do Aviso 20, uma distinção entre pessoas singulares proprietárias de edifícios ocupados unifamiliares ou frações autónomas de edifícios multifamiliares (Beneficiário A) e pessoas coletivas de direito privado, proprietárias de edifícios de serviços ocupados (Beneficiário B), com exceção de todas as entidades com a CAE 01 a 33. As tipologias de medidas elegíveis foram diferenciadas em função do tipo de beneficiário, de A1 a A6 e de B1 a B7 (Figura 9), com uma dotação de três milhões de euros, equitativamente distribuída pelos beneficiários do tipo A e B, tendo sido concretizado cerca de 87% do total disponível em 853 processos do tipo A e cerca de 13% em 92 processos da tipologia B.



Figura 9 – Tipologias de medidas elegíveis do Aviso 25 do FEE (adaptado de [60])

A Tabela 4 resume os avisos do FEE com as respetivas dotações, n.º de operações, valor da subvenção a fundo perdido e percentagem de concretização face à dotação disponível.

Tabela 4 – Aviso 03, Aviso 10, Aviso 20 e Aviso 25 do FEE

Aviso do FEE	Dotação [€]	N.º de operações	Subvenção a fundo perdido [€]	% de concretização
Aviso 03 – Solar Térmico e Janelas na Habitação 2012	2 000 000	1146	1 400 000	70
Aviso 10 – Isolamento em Edifícios de Habitação 2015	1 000 000	196	237 000	23.7
Aviso 20 - Edifícios Eficientes 2016	1 300 000	753	1 300 000	100.0
Aviso 25 - Eficiência Energética nos Edifícios 2018	3 100 000	945	1 538 299	49.6
TOTAIS	7 400 000	3040	4 475 299	60.5

Nota: A dotação inicial do Aviso 20 era de 1 100 000 € tendo sido reforçada/complementada

O programa Reabilitar para Arrendar - Habitação Acessível tem como objetivo o financiamento de operações de reabilitação de edifícios com trinta ou mais anos. Após reabilitados os edifícios deverão destinar-se a arrendamento em regime de renda condicionada [61]. O programa possui uma dotação global de até 100 milhões de euros, com 50% deste montante a ser pelo Banco Europeu de Investimento (BEI). Porém, tem registado uma procura reduzida, o que levou o Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU) a pedir ao Governo a sua reformulação. Tem-se constatado que a obrigação contratual de colocar os imóveis reabilitados no mercado de arrendamento condicionado resulta como consequência o facto de bastantes proprietários preferirem obter o financiamento a taxas de juro mais elevadas, mas com a vantagem de poderem obter uma rentabilização mais alta e mais rápida, ao colocarem os fogos no mercado do alojamento local ou a concretizarem o arrendamento pelo valor das rendas de mercado. Por esse motivo o Reabilitar para Arrendar começou a ser mais utilizado por Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS) [62].

Foi igualmente identificado o Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado (FNRE) [63], gerido pela Fundiestamo [64]. Trata-se de um fundo de investimento imobiliário cujo principal objetivo é a reabilitação de imóveis para arrendamento, em especial no setor residencial, tendo igualmente por missão uma valorização crescente dos montantes investidos [63].

Outra campanha de apoio à renovação de edifícios foi lançada através do Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbanas (IFRRU 2020), sem subvenções a fundo perdido mas com empréstimos em condições de financiamento mais favoráveis face às do mercado, estando prevista a sua conclusão em 31-12-2023 [65]. A Tabela 5 resume os resultados do IFRRU 2020 em 31-12-2020.

Tabela 5 – Resultados do IFFRU 2020 em 31-12-2020

IFFRU 2020	N.º de habitações reabilitadas	Financiamento [€]
Resultados em 31-12-2020	1329	777 000 000

Em junho de 2020, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2020 [66], aprovaria o Programa de Estabilização Económica e Social (PEES) estabelecendo, entre outras medidas, um conjunto de iniciativas de dinamização económica do emprego, através do lançamento de pequenas obras de intervenção disseminadas por todo o território nacional, de execução célere, no sentido parte do impacte da crise económica associada à pandemia da doença provocada pelo novo coronavírus SARS-COV-2, COVID-19 [67]. Uma das iniciativas do PEES, designada “Edifícios mais Sustentáveis”, foi operacionalizada através do Fundo Ambiental (FA) [68] que disponibilizou subvenções a fundo perdido para diversas tipologias de projeto - Tabela 6. Porém, de acordo com o documento “Interpelação sobre o Regulamento de Atribuição de Incentivos do Programa de Apoio a Edifícios Mais Sustentáveis” [69], esta iniciativa esteve, aparentemente, muito mais focada na dinamização da economia nacional, deixando para segundo plano um verdadeiro apoio a políticas ambientais que fomentassem um desenvolvimento sustentável, existindo o risco de várias consequências negativas como por exemplo:

- Alguns vãos envidraçados assumem um papel muito importante na construção da identidade e na caracterização da arquitetura dos edifícios e do próprio espaço público, que poderá ficar comprometida pela sua mera substituição;
- Igualmente a aplicação de isolamento térmico e a instalação de sistemas de climatização e preparação de águas quentes sanitárias (AQS), nomeadamente sistemas solares térmicos e fotovoltaicos, podem ser suscetíveis de alterar significativamente a forma e o aspeto dos edifícios e seus conjuntos, pelo que deveriam ter sido alvo de um maior escrutínio. Os documentos a apresentar com a candidatura não permitem garantir com segurança o respeito pela forma e demais características arquitetónicas dos edifícios existentes, nem pela salvaguarda do ambiente histórico;
- Quanto à possibilidade de se alterarem as fachadas das frações de edifícios multifamiliares não é salvaguardada a necessidade de serem obtidas as necessárias autorizações, quer do próprio condomínio, quer da Câmara Municipal pelo daí decorrerão naturais riscos de ocorrência de arquiteturas impessoais, genéricas e anónimas.

Em resumo [69], a iniciativa “Edifícios Mais Sustentáveis” remete para uma visão isolada da problemática da eficiência energética, logo demasiado redutora, sem ter em conta a proteção dos valores existentes, nomeadamente aqueles que se encontram protegidos pela Lei n.º 107/2001 [70], que estabelece as bases da política e do regime de proteção e valorização do património cultural, não sendo assegurada uma análise dos vários riscos que ameaçam a sua autenticidade e integridade.

Tabela 6 – Tipologias de projeto do programa “Edifícios mais Sustentáveis” do FA

Tipologia de projeto	Taxa de comparticipação a fundo perdido	Limite [€]
Janelas eficientes de classe A+ ou superior	70%	1500
Isolamento térmico (com ecomateriais ou materiais reciclados) em coberturas ou pavimentos exteriores e interiores	70%	1500
Isolamento térmico (com ecomateriais ou materiais reciclados) em paredes exteriores ou interiores	70%	3000
Bomba de calor (classe A+ ou superior)	70%	2500
Sistema solar térmico (classe A+ ou superior)	70%	2500
Caldeiras e recuperadores a biomassa (classe A+ ou superior)	70%	1500
Caldeiras elétricas (classe A+ ou superior) quando acopladas a outros sistemas baseados em fontes renováveis (bombas de calor e sistemas solares)	70%	750
Sistemas solares fotovoltaicos e outros sistemas baseados em fontes renováveis que produzam eletricidade para autoconsumo	70%	2500
Intervenções que visem a eficiência hídrica: substituição de equipamentos por equipamentos mais eficientes (torneiras das casas de banho, torneira do lava-louças, chuveiros, autoclismos, fluxómetros, redutores de pressão e reguladores de caudal)	70%	500
Intervenções que promovam a incorporação de biomateriais, materiais reciclados, soluções de base natural, fachadas e coberturas verdes e soluções de arquitetura bioclimática	70%	3000

Em 17-03-2021 encontravam-se aprovadas 2894 candidaturas sendo o montante liquidado ou a liquidar de 5 317 016 €, valores esses relativos às candidaturas apresentadas até 31 de dezembro de 2020. Em 2021 arrancará uma nova fase deste programa [71].

2.4. ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA APOIAR A RENOVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Na EPBD de 2018 [8] seria inserido um novo artigo, o 2.º-A, indicando que cada Estado-Membro deveria definir uma estratégia de longo prazo para, até 2050, apoiar a transformação rentável do parque imobiliário existente em NZEB, englobando, entre outras:

- Quota de edifícios renovados prevista para 2020;
- Identificação de abordagens rentáveis para a renovação tendo em conta o tipo de edifício e a zona climática;
- Estimativa, com base em dados factuais, das poupanças energéticas e outros cobenefícios, nomeadamente relacionados com a saúde, a segurança e a qualidade do ar interior, *Indoor Air Quality* (IAQ).

Por parte da Comissão Europeia e atendendo às diferenças verificadas entre os Estados-Membros no que diz respeito à relação custo/eficiência, a mesma compromete-se a definir e divulgar as boas práticas em termos de incentivos financeiros à renovação dos edifícios na perspetiva dos consumidores.

Por outro lado, a pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2, responsável pela doença COVID-19, veio despoletar a questão do teletrabalho em virtude do confinamento a que as pessoas tiveram naturalmente de se submeter. Embora nem todas as atividades possam ser desempenhadas a partir de casa, o *Bureau of Labor Statistics* [72] identificou as que se encontram representadas na Figura 10.

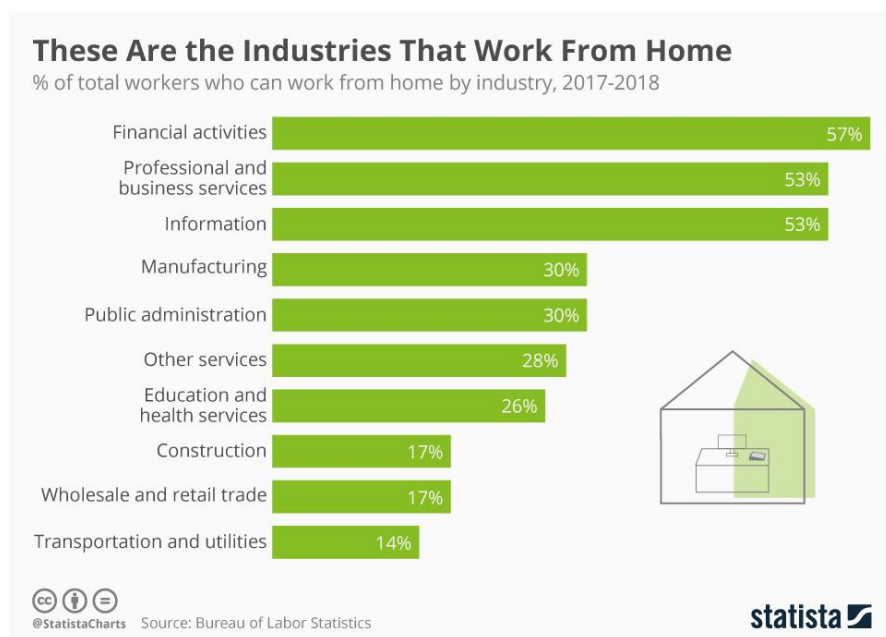


Figura 10 – Atividades que podem ser desenvolvidas em teletrabalho [73]

Na Figura 11 é possível constatar a nível europeu quais os países em que os colaboradores das empresas mais trabalharam a partir de suas casas.

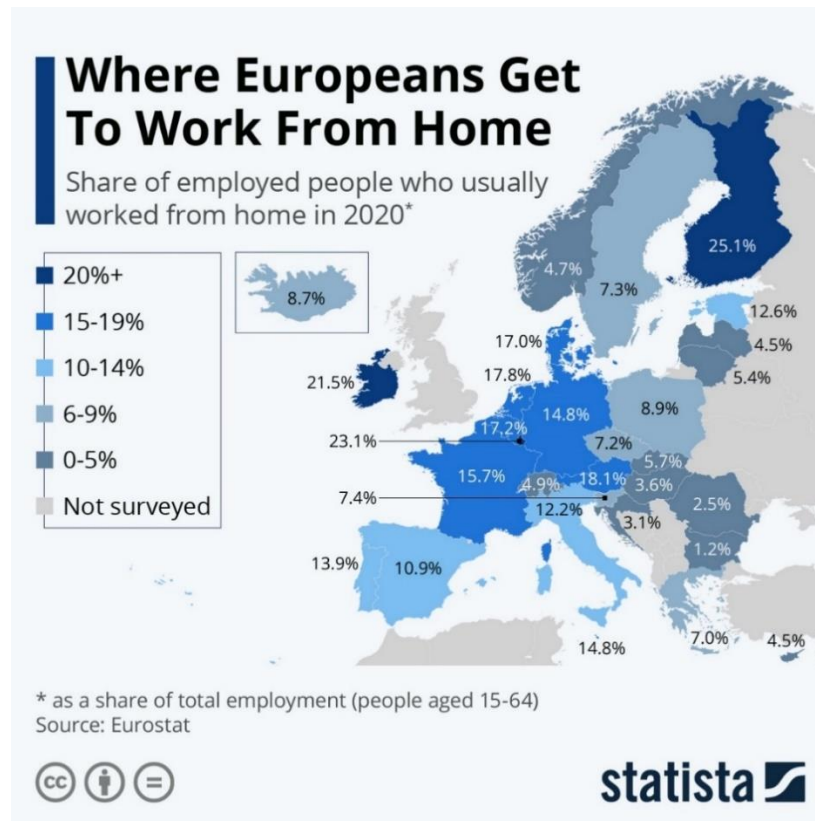


Figura 11 – Teletrabalho na Europa [74]

2.5. SÍNTESE DO CAPÍTULO

É inequívoco o estado de emergência climática em que nos encontramos [27-29,33,36]. Os combustíveis fósseis são responsáveis por uma parte considerável das emissões de CO₂ pelo que é deveras importante a promoção de eletricidade produzida a partir de fontes renováveis [41,42]. É reconhecido que a eficiência energética [40] é fundamental para o caminho traçado de uma Europa descarbonizada. O aumento do número de aparelhos de ar condicionado exige uma correta manutenção dos mesmos e, muito importante, cria dificuldades nas horas de ponta aos sistemas elétricos de cada país [9]. Deverá ser dada prioridade a medidas passivas, incluindo aquelas que contribuam para valores adequados de IAQ [9]. Deverão ser evitadas, prevenidas ou reduzidas as emissões de poluentes atmosféricos, como por exemplo as partículas finas PM_{2.5}, em virtude das suas repercussões negativas para a saúde humana [49]. É necessário ter em conta os perigos resultantes da exposição ao radão [50]. O aumento do teletrabalho em virtude da pandemia associada à COVID-19 origina a que as pessoas passem mais tempo em casa [72,74].

3

MODELO PROPOSTO NA ELPRE

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na ELPRE são analisadas as necessidades energéticas bem como o conforto térmico dos edifícios existentes, existindo uma distinção entre aqueles que são anteriores e os que são posteriores a 1990 (Figura 12), ano em que foi publicada a primeira legislação de térmica em Portugal - o Decreto-Lei n.º 40/90 [75].

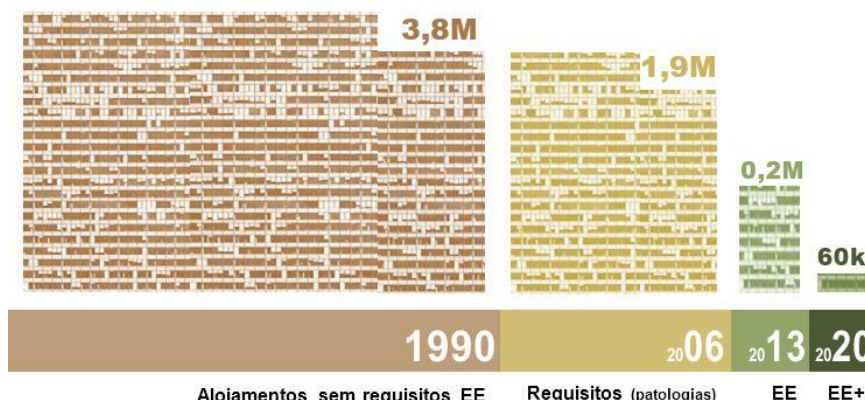


Figura 12 – Edifícios construídos antes e depois de 1990 [76]

Para a análise das necessidades energéticas foi utilizado um modelo de simulação horária para vários arquétipos de edifícios tendo por base 240 650 CE emitidos no âmbito do SCE. Com base nas simulações realizadas foram definidos vários tipos de medidas de melhoria para a envolvente e para os sistemas técnicos e estimado o retorno económico das mesmas. Foram igualmente estimados cobenefícios para a saúde, a produtividade laboral e a valorização dos imóveis que, juntamente com as poupanças energéticas justificam a poupança total resultante da implementação das referidas medidas de melhoria e o investimento de cerca de 143 mil milhões de euros a realizar até 2050, com a maior parcela a ser afetada aos edifícios residenciais, no valor de 110 mil milhões de euros.

No que aos edifícios residenciais diz respeito, cerca de 77% do montante do investimento a realizar, as intervenções a realizar foram agrupadas por zona climática de inverno - Portugal encontra-se dividido

em três zonas climáticas de inverno - I1, I2 e I3, com a severidade a aumentar de I1 para I3 [77]. As regiões autónomas dos Açores e da Madeira encontram-se incluídas na zona I1. A distribuição das zonas climáticas de inverno de Portugal Continental é explicitada na Figura 13.

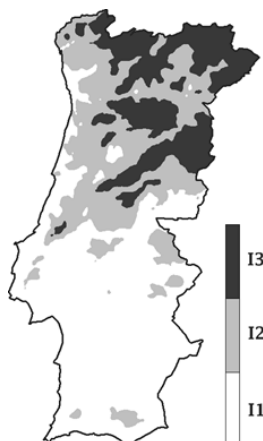


Figura 13 – Zonas climáticas de inverno de Portugal Continental [77]

Atendendo aos alojamentos existentes por período de construção constata-se na Tabela 7 que a maioria dos fogos a intervencionar será do período anterior a 1990.

Tabela 7 – Número de alojamentos a reabilitar por período de construção

Zona climática de inverno	Período de construção			
	≤1990		>1990	
	Unifamiliar	Multifamiliar	Unifamiliar	Multifamiliar
I1	696 489	765 018	268 435	506 277
I2	735 554	149 070	328 236	191 872
I3	116 804	13 110	43 578	14 363
	1 548 847	927 198	640 249	712 512
Totais	2 476 045		1 352 761	
	65%		35%	

Por outro lado, em termos de tipologia, verifica-se que os alojamentos unifamiliares representam 57% do número de imóveis a intervencionar (Tabela 8).

Tabela 8 – Número de alojamentos a reabilitar por tipologia

Zona climática de inverno	Tipologia	
	Unifamiliar	Multifamiliar
I1	964 924	1 271 295
I2	1 063 790	340 942
I3	160 382	27 473
Totais	2 189 096	1 639 710
	57%	43%

Uma análise efetuada ao número de alojamentos a intervencionar por zona climática de inverno (Tabela 9) permite concluir que na zona climática I3, onde os invernos são mais rigorosos, serão reabilitados 5% do total nacional.

Tabela 9 – Número de alojamentos a reabilitar por zona climática de inverno

Tipologia	Zona climática de inverno		
	I1	I2	I3
Unifamiliar	964 924	1 063 790	160 382
Multifamiliar	1 271 295	340 942	27 473
Totais	2 236 219	1 404 732	187 855
	58%	37%	5%

Tendo em conta as poupanças energéticas expectáveis estima-se um retorno financeiro, ao fim de trinta anos, de 112 289 M € nos edifícios residenciais e de 108 547 M € nos edifícios não residenciais, totalizando 220 836 M €, consideravelmente superior aos 143 492 M € a investir, ficando evidenciado o benefício económico do investimento na renovação energética dos edifícios.

3.2. EIXOS DE ATUAÇÃO

A ELPRE estabelece as políticas, o âmbito e as ações necessárias para a renovação dos edifícios existentes através de sete Eixos de Atuação (EA):

- EA1 - Renovação do Edificado;
- EA2 – Edifícios Inteligentes;
- EA3 - Certificação Energética;
- EA4 - Formação e Qualificação;
- EA5 – Combate à Pobreza Energética;

- EA6 - Informação e Consciencialização;
- EA7 - Monitorização.

Na Figura 14 encontram-se representados os sete EA com a Monitorização a servir de barómetro a todos os restantes EA.



Figura 14 – Eixos de Atuação da ELPRE (adaptado de [76])

3.2.1. EA1 – RENOVAÇÃO DO EDIFICADO

O primeiro eixo de atuação tem por objetivo a criação de um ambiente financeiro favorável à renovação profunda do parque nacional de edifícios existentes, com vista à melhoria do respetivo desempenho energético e de outros recursos conexos, apresentando uma reciprocidade elevada com o EA3, destacando-se entre outras, as ações para tornar os edifícios em NZEB.

3.2.2. EA2 – EDIFÍCIOS INTELIGENTES

O EA2 destina-se a fomentar a inteligência dos edifícios, tornando-os mais eficientes, seguros e confortáveis, classificando-os quanto à sua capacidade para serem inteligentes através do reconhecimento de tecnologias e funcionalidades potenciadoras da eficiência energética, da sustentabilidade, bem como da eficiência hídrica e de outros recursos, fomentando a reabilitação energética integrada de grupos de edifícios e da sua envolvente, aumentando a sua resiliência, permitindo a sua monitorização, assegurando boas ligações entre edifícios e a constituição de comunidades de energia com soluções de produção baseada em fontes renováveis, dotando-os igualmente de infraestruturas de carregamento de veículos elétricos.

3.2.3. EA3 – CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

O terceiro eixo de atuação diz respeito ao reforço do papel do CE e o contributo do SCE para a melhoria do desempenho energético dos edifícios. Aborda não só o objetivo de transformar o parque imobiliário em NZEB, mas também os instrumentos financeiros a disponibilizar bem como os benefícios fiscais a conceder, tendo por base o SCE pelo que apresenta uma elevada reciprocidade com o EA1.

3.2.4. EA4 – FORMAÇÃO E QUALIFICAÇÃO

No EA3 é dado relevo à necessidade de ser aumentada a capacidade técnica dos profissionais da construção e da energia, alinhando-a com os objetivos de promoção da eficiência energética e descarbonização dos edifícios, mediante a qualificação profissional não só em termos de eficiência energética, mas também em termos de eficiência hídrica, valorizando o *nexus* água-energia.

3.2.5. EA5 – COMBATE À POBREZA ENERGÉTICA

O desígnio do quinto eixo de atuação é combater a pobreza energética apoiando as famílias mais vulneráveis na renovação das suas habitações, contribuindo para reduzir os encargos com energia e água. A pobreza energética constitui um fenómeno relevante a nível nacional com implicações sociais, económicas, ambientais e de saúde, afetando um número significativo de agregados familiares em Portugal. No sentido de mobilizar e coordenar o investimento público e privado em torno de um desígnio comum, esteve em consulta pública [78] de 15-04-2021 a 17-05-2021 no Portal Participa [79], a Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética [80], cujos objetivos são compreensíveis e respondem a uma estratégia da UE, mas que terá, necessariamente, de levar em linha de conta as especificidades muito características de Portugal, a nível climático, económico e cultural. O Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) possui uma afetação 610 milhões de euros especificamente destinada à eficiência energética dos edifícios nos próximos cinco anos, com 300 milhões de euros a serem afetadas aos edifícios residenciais, dos quais 130 milhões de euros servirão para a medida “Vale-Eficiência” no valor de 1300 euros [80]. Adicionalmente o governo assegurou a alocação de 1250 milhões de euros para a habitação [81], incluindo a habitação social, que permitirá reabilitar habitações indignas de famílias de menores rendimentos. Determinadas medidas referidas na Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética poderão revelar-se pouco efetivas na minimização do desconforto térmico dos ocupantes como por exemplo a tarifa social de energia uma vez que o desconto social previsto é irrelevante para o aquecimento puramente elétrico. A medida abrange 800 mil beneficiários, mas efetivamente não permite aos pobres aquecerem as suas casas. Aqui também, à semelhança da ELPRE, a estratégia é definida tendo por base o SCE que embora seja importante para avaliar o desempenho energético não será adequado para os edifícios cujos ocupantes não possuem disponibilidade económica para aquecerem as suas casas [82].

3.2.6. EA6 – INFORMAÇÃO E CONSCIENCIALIZAÇÃO

O objetivo do sexto eixo de atuação é conscienciar os cidadãos e as empresas públicas e privadas para os benefícios (não) energéticos da renovação, munindo-os da informação que potencie e facilite a realização das intervenções mediante ações que contribuam para o despertar de consciências relacionadas com as vantagens da eficiência energética, da eficiência hídrica, no *nexus* água-energia bem como de programas de demonstração e reforço da partilha de experiências, promovendo a participação ativa de todos os cidadãos na transição energética.

3.2.7. EA7 – MONITORIZAÇÃO

Por fim, com o EA7, numa perspetiva de transversalidade entre todos os restantes eixos, importa criar um plano de monitorização da ELPRE baseado num conjunto de indicadores e mecanismos de acompanhamento do progresso que permita acompanhar a implementação da estratégia e o impacto alcançado.

Face à forte reciprocidade e interdependência identificadas entre o EA1 e o EA3, os mesmos serão analisados em detalhe nesta dissertação – o EA3 no capítulo 4 e o EA1 no capítulo 5.

3.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO

A estratégia de longo prazo para apoiar a renovação dos edifícios estabelecida na EBPD de 2018 [8], antes mesmo da eclosão do estado atual de pandemia, afigura-se, mais do que nunca, ajustada e importante no sentido de assegurar as adequadas condições de conforto, saúde e IAQ para todos sem exceção, mas em especial para aqueles que agora trabalham a partir de casa. Porém, são ainda desconhecidas as consequências na economia e na atividade do setor da construção e imobiliário resultantes da crise de saúde pública, motivadas pela situação atual pandémica uma vez que não é possível estimar o período temporal desta crise que causa instabilidade e falta de confiança num futuro ainda algo incerto. O setor da construção tem-se mostrado bastante ativo não tendo, aparentemente, sido muito afetado. No entanto, convém não esquecer que existe uma forte ligação entre a atividade turística e o investimento estrangeiro na construção e reabilitação de edifícios mantendo-se, por ora, as obras que se tinham iniciado antes da pandemia. A preocupação deverá estar pois no médio e longo prazo. É necessário que tanto a nível nacional como a nível local, os responsáveis políticos tenham a clarividência de, com enorme realismo, definir de forma muito clara quais as estratégias a definir para assegurar continuidade do muito que ainda há para ser concretizado no domínio da reabilitação energética de edifícios [83]. Adicionalmente as medidas previstas na Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética poderão revelar-se pouco efetivas na minimização do desconforto térmico dos ocupantes como por exemplo ser desajustadas uma vez que têm por base o SCE, que terá os seus méritos para avaliar o desempenho energético dos edifícios atendendo a consumos nominais, não sendo para imóveis cujos ocupantes não possuem disponibilidade económica para aquecerem as suas casas [82].

4

REFORÇO DO QUADRO NORMATIVO E REGULAMENTAR

4.1. EA3 - CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

O EA3 da ELPRE destina-se a reforçar o papel e o contributo do SCE por forma a melhorar o desempenho energético dos edifícios, encontrando-se dividido nas seguintes seis políticas:

- 1.^a política - Reforço da utilização do CE, considerando os instrumentos de certificação ambiental dos produtos e serviços de construção, como ferramenta padronizada de apoio a programas de financiamento;
- 2.^a política - Reforço da utilização do CE, considerando os instrumentos de certificação ambiental dos produtos e serviços de construção, como ferramenta padronizada de acesso a benefícios fiscais;
- 3.^a política - Atualização do SCE;
- 4.^a política - Promoção da renovação em segmentos com pior desempenho;
- 5.^a política - Etiquetagem de produtos e serviços ligados à renovação dos edifícios;
- 6.^a política - Programas voluntários de certificação e etiquetagem energética considerando os instrumentos de certificação ambiental dos produtos e serviços de construção.

Neste subcapítulo será efetuada uma descrição do âmbito e das ações previstas em cada uma das políticas de atuação, seguida da valorização dos seus aspetos positivos e também de eventuais aspetos a melhorar.

Na Tabela 10 encontra-se indicado o âmbito e as ações previstas na 1.^a política do EA3.

Tabela 10 – Âmbito e ações previstas na 1.ª política do EA3

Âmbito	Ações
	Reforço da utilização do CE como ferramenta padronizada de avaliação de projetos (<i>ex-ante</i> e <i>ex-post</i>) e para a identificação de medidas de melhoria tipificadas, para apoio à avaliação de candidaturas a financiamento
Edifícios residenciais e não residenciais	Simplificação e desmaterialização dos processos de acesso a financiamento por via da utilização de instrumentos de natureza digital, como o CE, potenciando a interoperabilidade entre diversos sistemas e plataformas
	Majoração do financiamento tendo em conta a classe energética atingida
	Priorização do financiamento em intervenções mais profundas e integrais em função do potencial de melhoria no CE

A ação que tem por objetivo a interoperabilidade entre diversos sistemas e plataformas é positiva e está alinhada com o lema da presidência portuguesa do Conselho da UE, iniciada em 20 de janeiro de 2021 – “Tempo de agir: por uma recuperação justa, verde e digital” [84].

Por outro lado, o CE é encarado como um documento essencial para a identificação de medidas de melhoria, servindo como base à avaliação de candidaturas a financiamento. No entanto o CE disponibiliza valores nominais de consumo baseados no aquecimento contínuo dos imóveis, valores esses muito distantes dos valores reais [85]. De facto existem diferenças significativas entre o cálculo teórico das necessidades energéticas e os consumos reais [86-88]. Adicionalmente encontram-se previstas majorações do financiamento tendo em conta a classe energética atingida. Porém, a classe constante no CE não é garante de eficiência energética do imóvel. No limite as melhores classes, A ou A+, até podem corresponder a alojamentos extremamente desconfortáveis, com uma envolvente de má qualidade e que, por exemplo, apenas por disporem de um sistema de aquecimento ambiente a biomassa [88], lhes permita atingir uma classe elevada [89].

Num país em que não se aquece de forma contínua, mais importante do que analisar as condições de conforto nominais previstas no SCE, poderia ser mais ajustado ter em conta a minimização do desconforto recorrendo-se ao índice de desconforto passivo (IDP) [90] que analisa o número de horas fora do intervalo de conforto (Figura 15), sendo possível, em função do IDP, estabelecer classes de desconforto.

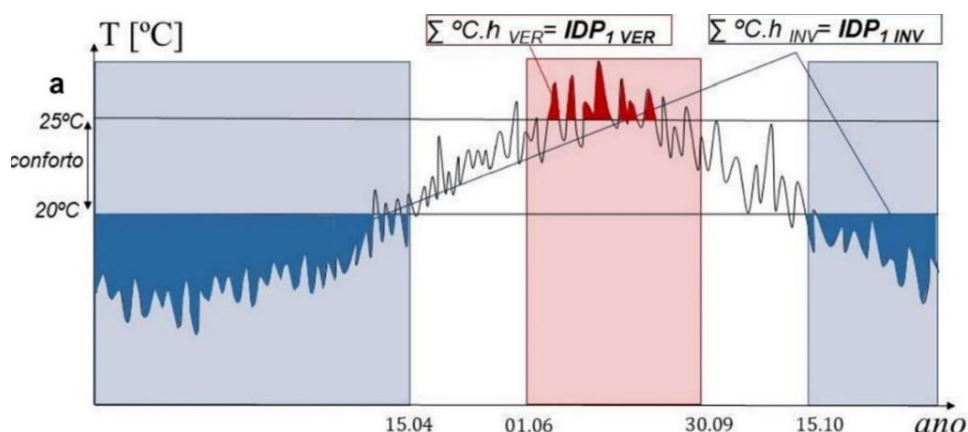


Figura 15 – Esquema representativo do Índice de Desconforto Passivo [90]

Na Figura 16 é possível constatar a metodologia proposta para a determinação da classe de desconforto e na Tabela 11, as classes propriamente ditas. Em função do IDP e das classes de desconforto atingidas após a implementação das medidas de melhoria, poderiam então ser hierarquizadas as candidaturas aos financiamentos a disponibilizar, não em função da classe energética, mas sim em função da minimização do desconforto.



Figura 16 – Metodologia de determinação da classe de desconforto [90]

Tabela 11 – Intervalos da classe de desconforto [90]

Intervalo	classe desconforto
0% < Nível de desconforto < 20%	I
20% < Nível de desconforto < 40%	II
40% < Nível de desconforto < 60%	III
60% < Nível de desconforto < 80%	IV
80% < Nível de desconforto < 100%	V

Na 2.^a política são previstos benefícios fiscais, nomeadamente em termos do Imposto Municipal sobre os Imóveis (IMI), do Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA) e do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares (IRS) em função de determinados pressupostos, resumindo-se na Tabela 12 o seu âmbito bem como as ações previstas.

Tabela 12 - Âmbito e ações previstas na 2.^a política do EA3

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Estudar o reforço dos incentivos fiscais quando a classificação energética proposta seja igual ou superior à do CE ou sempre que se privilegiem as medidas propostas no certificado (por exemplo, mediante a inclusão da renovação energética como fator minorativo do coeficiente de qualidade e conforto do IMI)
	Estudar o reforço dos benefícios fiscais na compra de produtos/serviços cuja classificação energética corresponda às duas classes mais elevadas ou que apresentem elevado desempenho ambiental identificado por Rótulo Ecológico da UE, ou EPD ou GBRS, e que incorporem materiais reciclados (por exemplo, taxa de IVA intermédia e/ou deduções à coleta em sede de IRS)
	Simplificação e desmaterialização dos processos de acesso a benefícios fiscais por via da utilização de instrumentos de natureza digital, como o CE, potenciando a interoperabilidade entre diversos sistemas e plataformas
	Equacionar a introdução de incentivos fiscais para a eficiência energética e produção de energia de fontes renováveis para autoconsumo e um regime fiscal mais favorável aos prédios destinados à produção de energias renováveis (por exemplo, mediante incentivos fiscais, através de medidas com impacto no IMI, para edifícios NZEB)

É deveras positiva a ação que pretende concretizar o reforço de incentivos fiscais bem como a desmaterialização dos processos de acesso aos mesmos. No entanto, à semelhança da 1.^a política, é condicionado o acesso a benefícios fiscais em função da classe energética do imóvel que, como já referido, não reflete o real desempenho energético do edifício, nem avalia a minimização do desconforto proporcionado pela implementação das medidas de melhoria. É também indicado que os benefícios fiscais poderão ser função não apenas do CE, mas também do rótulo ecológico ou EPD, instrumentos que apesar de informarem o consumidor acerca dos aspetos ambientais associados, permitindo a comparação entre produtos/serviços, não possibilitando porém concluir se o desempenho ambiental é ou não elevado. Quanto aos GBRS referidos, como o *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* (BREEAM) [91] e o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) [92], os mesmos serão mais associados a edifícios de comércio/serviços, cujos proprietários serão empresas não sendo referido qualquer incentivo fiscal em sede do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas (IRC). São também referidos os edifícios NZEB cuja metodologia de cálculo está

associada ao CE pelo que, também aqui, os valores relativos aos consumos dos edifícios e mesmo da questão dos sistemas baseados em fontes renováveis, não são reais.

Para a análise da 3.^a política do EA3 foram resumidas na Tabela 13 o seu âmbito e as correspondentes ações.

Tabela 13 - Âmbito e ações previstas na 3.^a política do EA3

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Atualização do SCE, com a introdução de uma nova versão do CE, alinhando-o com outras iniciativas como o aperfeiçoamento das metodologias técnicas por forma a obter mais e melhores dados
	Afirmação progressiva da versão digital do CE como agregador de informação (tornada por esta via disponível ao proprietário) sobre os consumos de energia do imóvel e, gradualmente, sobre outras dimensões relacionadas com o uso eficiente de recursos com impacto no desempenho ambiental e na descarbonização do parque de edifícios
	Interligação do CE com plataformas de oferta e procura (do tipo «balcão único») como, por exemplo, o Portal casA+ [93]
	Criação do passaporte de renovação de edifícios, enquanto instrumento facultativo, que complemente o CE (em linha com o desenvolvido no âmbito do projeto Europeu iBRoad [94])
	Ajustamento do CE de forma a refletir, de forma mais concreta, as características do edifício suscetíveis à verificação, entre outros fatores, de uma situação de pobreza energética
	Análise, no âmbito de um modelo de avaliação do desempenho energético anual, da pertinência da repercussão nos custos de energia de consumos anuais excessivos prolongados em relação à estimativa do CE, devidamente regulado
	Avaliar o complemento do SCE com informação relativa ao desempenho ambiental dos edifícios, designadamente no que respeita à eficiência material e hídrica, entre outros aspetos

Nesta 3.^a política revela-se como bastante positiva a iniciativa do Portal casA+ [93], agregador da oferta e da procura no que à eficiência energética e hídrica de edifícios diz respeito. Porém, uma vez que os dados relativos às medidas de melhoria e às poupanças energéticas resultantes da implementação das mesmas têm por base o CE, acabam por não traduzir o cenário real. Para o cenário virtual baseado nos CE, as cerca de 3,2 milhões de medidas de melhoria propostas em aproximadamente 2,1 milhões de casas, resultariam numa redução da fatura energética de cerca de 1,4 biliões de euros - Figura 1. encontram A Figura 18 resume os passos associados ao funcionamento do Portal casA+, sendo de realçar

o aspeto positivo associado à monitorização dos consumos de água e energia referido no 4.º passo, porém ainda não disponível.



Figura 17 – Medidas de melhoria, poupanças e casas registadas no Portal casA+ [93]



Figura 18 – Esquema de funcionamento do Portal casA+ [93]

Também o passaporte de renovação dos edifícios, sistema voluntário associado à reabilitação de imóveis previsto no projeto europeu iBRoad [94], pode trazer várias vantagens às intervenções a realizar. Na Figura 19 encontram-se sistematizados os conceitos do referido projeto.

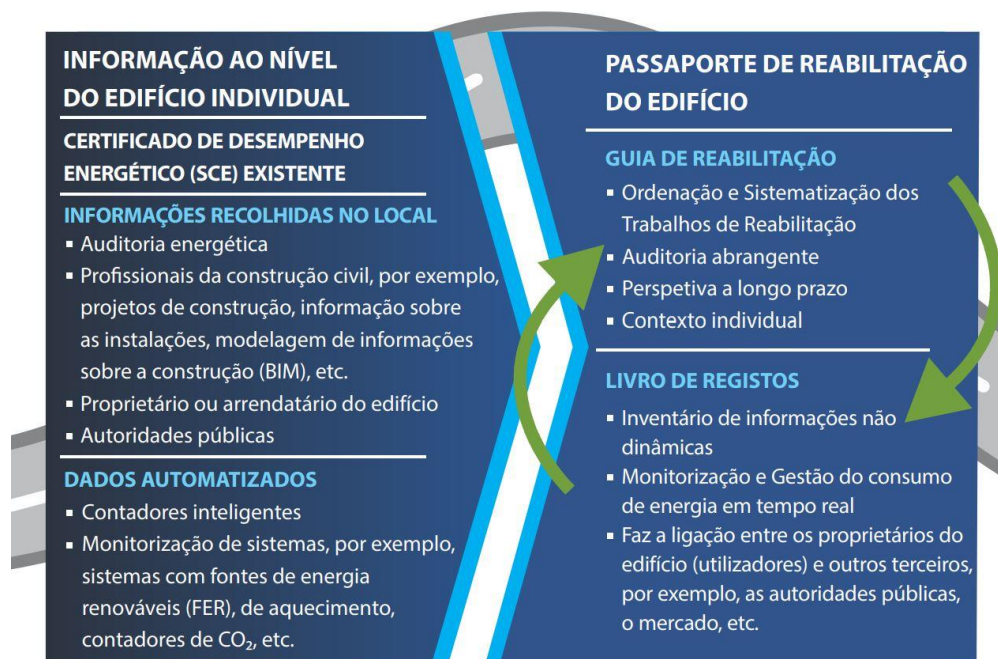


Figura 19 – Conceitos do projeto europeu iBRoad [94]

Salienta-se o objetivo de ser introduzida uma nova versão do CE que inclua o aperfeiçoamento da metodologia de cálculo, bem como outros fatores através dos quais seja possível verificar situações de pobreza energética pelo que se aguarda com enorme expectativa a concretização desta ação prevista na 3.^a política do EA3.

Relativamente à ação “Análise, no âmbito de um modelo de avaliação do desempenho energético anual, da pertinência da repercussão nos custos de energia de consumos anuais excessivos prolongados em relação à estimativa do CE, devidamente regulado“, a mesma é de difícil interpretação da forma como está apresentada.

A 4.^a política prevê ações no âmbito dos edifícios residenciais com pior desempenho (Tabela 14), com especial enfoque nos imóveis para arrendamento, pelo que se consideram as mesmas como positivas.

Aguarda-se pela concretização da ação relacionada com “medidas de incentivo energeticamente eficientes, que assegurem níveis de conforto e de desempenho térmico significativos”, no que diz respeito à clarificação dos conceitos propriamente ditos bem como da sua real quantificação. Nesta 4.^a política do EA3 é igualmente referida a inclusão de um critério de eficiência energética não estabelecendo, por ora, qual. Seria interessante avaliar a possibilidade do estabelecimento deste critério ter por base a classe de desconforto [90] ou em alternativa, as necessidades de energia útil para aquecimento bem como adequadas condições de ventilação tendo por base caudais mínimos de ar novo.

Quanto ao “padrão mínimo de desempenho energético nos edifícios”, no EA1 é referida a intenção de ser estudada a necessidade de criação do mesmo, encontrando-se portanto a ação de “alinhamento dos segmentos de pior desempenho alvo de intervenções” com o referido padrão, condicionada à concretização do estudo indicado no EA1.

Tabela 14 - Âmbito e ações previstas na 4.^a política do EA3

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais com pior desempenho	Desenvolver medidas de incentivo energeticamente eficientes, que assegurem níveis de conforto e de desempenho térmico significativos, sempre que os mesmos sejam destinados a arrendamento
	Inclusão de um critério de eficiência energética no âmbito do arrendamento
	Alinhamento dos segmentos de pior desempenho alvo de intervenções com o padrão mínimo de desempenho energético nos edifícios até 2030 previsto no EA1

A 5.^a política do EA3 dá relevo à etiquetagem de produtos e serviços o que é de veras positivo uma vez que contribui para uma informação adequada ao consumidor como por exemplo através do sistema voluntário CLASSE+ [95] (originalmente designado por SEEP), iniciativa da ADENE que visa facilitar a escolha de produtos mais eficientes na reabilitação de edifícios. O objetivo é proporcionar aos consumidores uma referência simples e de fácil interpretação quando procuram soluções energeticamente mais eficientes para estes e outros materiais e soluções com influência no conforto e no consumo energético dos edifícios. Na Figura 20 encontra-se um exemplo de etiqueta CLASSE+ para janelas, por ora, o único produto abrangido pelo sistema.

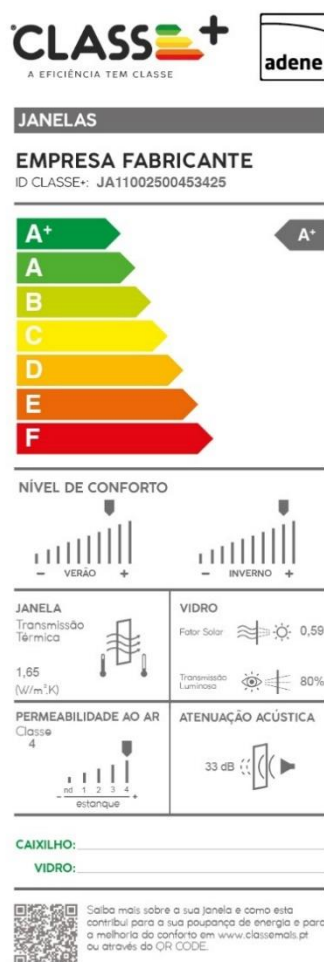


Figura 20 – Exemplo de etiqueta CLASSE+ para janelas [95]

A outra ação da 5.ª política do EA3 destina-se a promover a disseminação da nova geração de etiquetas energéticas decorrentes da aplicação do Regulamento (UE) 2017/1369 [96]. Esta nova geração decorre do facto de se ter concluído que os produtos passaram a existir, apenas ou principalmente, nas classes mais elevadas, o que reduzia a eficácia das etiquetas, com as classes de topo a poderem situar-se em qualquer grau entre as classes A e A+++.

Consequentemente, quando os clientes comparavam etiquetas de diferentes grupos de produtos, poderiam ser levados a crer que, para uma determinada etiqueta, existissem classes energéticas melhores do que as classes exibidas. Sendo assim e para evitar potenciais confusões, o Regulamento (UE) 2017/1369 [96], procede a um reescalamento inicial das etiquetas existentes, a fim de assegurar uma escala homogénea de A a G.

Estas duas ações da 5.ª política do EA3 encontram-se resumidas na Tabela 15.

Tabela 15 - Âmbito e ações previstas na 5.^a política do EA3

Âmbito	Ações
Produtos e serviços ligados à renovação de edifícios	Reforço do quadro regulamentar de etiquetagem de produtos e serviços ligados ao setor da construção
	Promover a adequada disseminação de informação e comunicação da nova geração de etiquetas energéticas decorrentes da aplicação do Regulamento (UE) 2017/1369 [96]

Por fim, a 6.^a política do EA3 aborda diversas manifestações de intenção cujo âmbito e ações previstas se encontram na Tabela 16.

Tabela 16 - Âmbito e ações previstas na 6.^a política do EA3

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais e produtos ou serviços ligados à renovação energética	Criação da carta de eficiência energética, cujos requisitos vão para além dos obrigatórios, à qual os edifícios públicos e privados não residenciais se podem associar enquanto <i>frontrunners</i>
	Avaliar o alargamento dos sistemas de certificação e etiquetagem a setores ou produtos não abrangidos, por forma que voluntariamente adiram a estes sistemas e beneficiem de incentivos/benefícios criados especificamente para o efeito
	Integração de um fator de contributo de sistemas voluntários de certificação, classificação e etiquetagem energética, hídrica, mobilidade e outros domínios associados à sustentabilidade dos edifícios, para a melhoria da classe energética, promovendo uma abordagem mais abrangente da gestão de recursos (ex.: articulação com as metodologias de cálculo previstas na EPBD, com vista à majoração da classe energética com base no nível de desempenho obtido em sistemas voluntários, ao nível dos produtos e edifícios, de certificação e etiquetagem energética, hídrica, mobilidade e sustentabilidade complementares ao CE)
	Promover programas de certificação e etiquetagem ambiental, designadamente quanto à incorporação de materiais reciclados e biomateriais, edifícios hídricos e de sistemas de avaliação da sustentabilidade da construção

Nesta 6.^a política são apresentados alguns princípios que, apesar de compreensíveis – exceção feita aos “edifícios hídricos”, serão de implementação dificilmente entendível.

Em resumo, o EA3 assenta maioritariamente no reforço do papel do CE enquanto instrumento de decisão quanto a medidas de melhoria a implementar e da redução dos consumos energéticos, situação para a qual o atual CE não tem condições para dar resposta, com a agravante da consideração do mesmo para os critérios de decisão de operações de financiamento e de concessão de benefícios fiscais.

O atual SCE foca-se, quase única e exclusivamente na componente energética, deixando para segundo plano a saúde e o conforto dos ocupantes. Ao nível da qualidade do ar interior a exigência regulamentar baseia-se no número de renovações horárias do edifício, situação pouco criteriosa e passível de interpretações algo imprecisas dos projetistas com soluções desajustadas no sentido de ser garantido o requisito mínimo de renovações horárias. Seria altamente recomendável que o critério das renovações horárias previsto no regulamento dos edifícios de habitação (REH) fosse substituído pelo dos caudais mínimos de ar novo a garantir espaço a espaço, à semelhança do que já acontece nos edifícios de serviços [97]. Considerando as pessoas em primeiro lugar em vez da eficiência energética em primeiro lugar, as operações de reabilitação deveriam ser previstas e executadas atendendo a que, devido aos altos níveis de isolamento e ventilação insuficiente, é frequentemente criado um terreno fértil para fungos, vírus e bactérias. Entre os riscos para a saúde estão também o CO₂ e altas concentrações de gases perigosos como o radão, cancerígeno para o Homem [98]. Em termos dos apoios nacionais identificados para a renovação dos edifícios, apenas o Aviso 03 – Solar Térmico e Janelas na Habitação 2012 [56] impunha a instalação de grelhas de ventilação nas janelas como requisito para a concessão do apoio. A ELPRE é bastante clara no que diz respeito aos vãos envidraçados pois o objetivo é substituir todas as janelas dos fogos a reabilitar – 3 828 806. Ora sem uma clarificação acerca da forma como irão ser substituídas todas as janelas, por novas janelas com classe de permeabilidade ao ar 3 ou classe de permeabilidade ao ar 4, é previsível um efeito *tupperware*, tornando as casas extremamente estanques, sendo difícil de controlar os efeitos adversos que daí advêm. Apesar de existir legislação nacional relativa ao radão [99] a ELPRE é totalmente omissa em relação a este problema de saúde pública. No atual SCE e no que diz respeito aos compostos orgânicos voláteis (COV), para além dos caudais de ar novo a considerar no âmbito do regulamento dos edifícios de comércio e serviços (RECS) [97], não são estabelecidos quaisquer condicionalismos aos materiais a utilizar nos revestimentos interiores dos edifícios a reabilitar pelo que as pessoas poderão estar progressivamente mais expostas aos efeitos dos COV na sua saúde como irritação dos olhos e do trato respiratório, alergias, asma, danos no fígado e rins, bem como risco de cancro [100], doenças não negligenciáveis em termos das principais causas de morte a nível mundial - Figura 21.



Figura 21 – Principais causas de morte por doença a nível mundial [101]

Aguarda-se pela concretização da 3.^a política do EA3, extremamente importante pois diz respeito à atualização do SCE e da introdução de uma nova versão do CE que, espera-se, possa dar uma cabal resposta aos desígnios da ELPRE.

Face à importância dada pela ELPRE aos NZEB (uma busca efetuada no documento retorna 104 ocorrências da sigla NZEB) o subcapítulo seguinte é especificamente dedicado a este tema.

4.2. NZEB

De acordo com a Portaria n.º 98/2019 [7] um edifício é NZEB caso as suas necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{ic}) sejam iguais ou inferiores a 75% do valor máximo admissível (N_i), a classe energética seja A e pelo menos 50% das necessidades de energia primária sejam satisfeitas por sistemas baseados em fontes renováveis [102]. Adicionalmente, para a zona climática II, caso a relação N_{ic}/N_i seja inferior ou igual a 0,6 e o fator solar máximo $g_{T,max}$ dos vãos envidraçados seja inferior ou igual a 0,15, considera-se que o edifício tem apenas necessidades de aquecimento efetivas pontuais, pelo que o valor de N_{ic} , no cálculo das necessidades nominais anuais de energia primária é nulo.

4.2.1. ESTUDO DE CASO

Por forma a avaliar a aplicabilidade do conceito NZEB foi estudado um apartamento de tipologia T3 (Figura 22) orientado a nascente/poente (Figura 23 e Figura 24), localizado no último piso de um edifício com cave, r/chão e sete andares. Por forma a ser tida em conta uma análise de sensibilidade dos resultados foram efetuadas simulações para três localizações: Lisboa (zona climática de inverno I1), Oliveira de Azeméis (zona climática de inverno I2) e Penedono (zona climática de inverno I3).

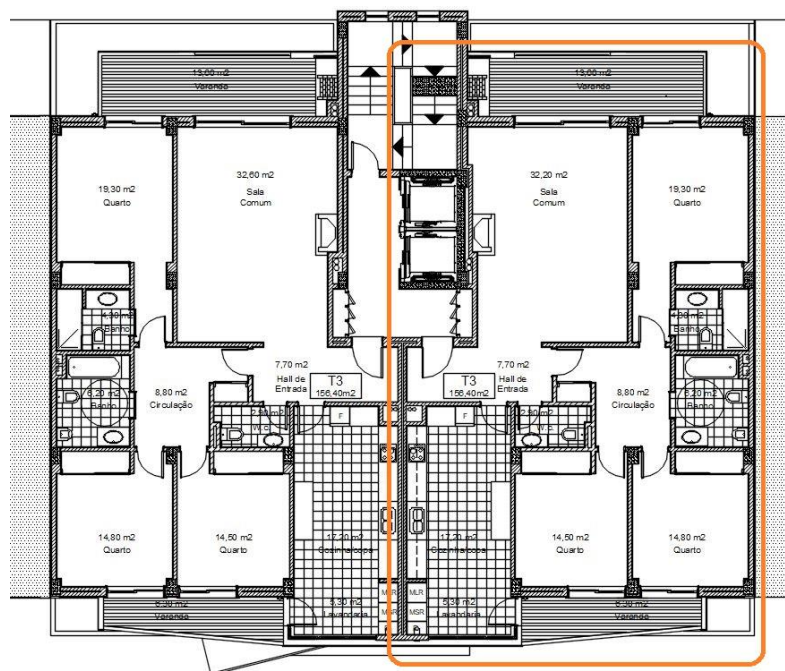


Figura 22 – Estudo de caso NZEB (planta)



Figura 23 – Estudo de caso NZEB (perspetiva nascente)



Figura 24 – Estudo de caso NZEB (perspetiva ponte)

Recorrendo à ferramenta de cálculo PTnZEB [103] foram determinadas as necessidades de energia por forma a que fossem cumpridas as exigências NZEB quer ao nível de soluções construtivas quer ao nível dos sistemas técnicos, incluindo a obrigatoriedade de instalação de sistemas solares térmicos para AQS ou, em alternativa, outro sistema baseado em fontes renováveis que, numa base anual, produza no mínimo a mesma energia de um sistema solar térmico padrão. A obrigatoriedade de se obter uma classe energética A está diretamente relacionada com a exigência de garantir que pelo menos 50% das necessidades de energia primária sejam satisfeitas mediante sistemas baseados em fontes renováveis pelo que foram definidos os sistemas no sentido de ser atingido este duplo fim.

Face à obrigatoriedade de instalação de coletores solares térmicos para a produção de AQS optou-se por este tipo de sistemas embora pudessem ter sido substituídos por outros baseados em fontes renováveis de acordo com o critério já referido. Como apoio foi considerada uma resistência elétrica, porém com prioridade absoluta ao sol - em fase de obra seria necessária a instalação de um relógio por forma a igualmente assegurar a conformidade legal da prioridade referida [104].

Para o aquecimento existiriam à partida duas possibilidades - biomassa e/ou ar condicionado. Face ao condicionalismo inerente à localização Lisboa no que à biomassa diz respeito em virtude da emissão de partículas finas decorrentes da combustão da mesma, optou-se por um sistema multi-split com unidades interiores na sala e nos quartos (compartimentos principais) - à luz da legislação nacional os sistemas do tipo bomba de calor, como é o caso do ar condicionado, possuem, quer para aquecimento quer para arrefecimento uma componente renovável [24, 27].

Analizou-se igualmente a possibilidade de, adicionalmente aos sistemas solares térmicos, utilizarem-se sistemas fotovoltaicos em autoconsumo tendo-se concluído que apenas em Lisboa os mesmos seriam suficientes, constituindo mesmo uma alternativa ao ar condicionado. Em Oliveira de Azeméis e Penedono não seria possível assegurar os 50% das necessidades de energia primária satisfeitas através de sistemas baseados em fontes renováveis através de sistemas solares - térmicos e fotovoltaicos.

Na sequência das simulações realizadas chegaram-se aos resultados apresentados de seguida.

Lisboa (zona climática de inverno I1):

- Paredes duplas em alvenaria de tijolo cerâmico furado de 11 cm, 6 cm de isolamento térmico em poliestireno expandido (EPS) pelo exterior;
- Cobertura com 6,5 cm de espuma rígida de poliuretano (PUR) sobre a laje de esteira;
- Sistema solar térmico para AQS e ar condicionado nos compartimentos principais (possível alternativa ao ar condicionado - 6 módulos fotovoltaicos em autoconsumo).

Oliveira de Azeméis (zona climática de inverno I2):

- Paredes duplas em alvenaria de tijolo cerâmico furado de 11 cm, 6 cm de EPS pelo exterior;
- Cobertura com 8,5 cm de PUR sobre a laje de esteira;
- Sistema solar térmico para AQS e ar condicionado nos compartimentos principais.

Penedono (zona climática de inverno I3):

- Paredes duplas em alvenaria de tijolo cerâmico furado de 11 cm, 8 cm de EPS pelo exterior;
- Cobertura com 19 cm de PUR sobre a laje de esteira;
- Sistema solar térmico para AQS e ar condicionado nos compartimentos principais.

Este estudo de caso destaca a disparidade entre as exigências regulamentares em termos de espessuras de isolamento térmico e de sistemas baseados em fontes renováveis para Penedono, concelho incluído numa das zonas mais desfavorecidas de Portugal [106].

Concretizar um NZEB em Penedono é uma tarefa praticamente impossível face à exigência de colocação de uma elevada espessura de isolamento na cobertura - 19 cm de PUR.

Em Penedono e Oliveira de Azeméis seria sempre necessária a instalação de sistemas de climatização ao passo que em Lisboa é possível atingir-se um NZEB com um sistema fotovoltaico em autoconsumo (o sistema solar térmico é por si só obrigatório, embora possa ser substituído por outro sistema que, para a preparação de AQS, produza numa base anual a mesma energia [104]).

Embora seja referido na ELPRE que foram realizadas simulações horárias para o apuramento das poupanças energéticas, é apontado o caminho dos edifícios NZEB sendo que para estes existem requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente que foram definidos de acordo com o método sazonal e com o pressuposto de que os edifícios são aquecidos de forma contínua [107]. Sendo assim os requisitos mínimos estabelecidos pela Portaria n.º 379-A/2015 [108] levam à utilização de espessuras de isolamento pouco condizentes com os hábitos da população portuguesa que ou aquecem as suas casas de forma intermitente ou simplesmente não aquecem, funcionando as mesmas em regime de *free-float* [85].

4.2.2. SISTEMAS BASEADOS EM FONTES RENOVÁVEIS

No que aos sistemas baseados em fontes renováveis diz respeito, é notório o esforço realizado por diversos países a nível mundial por forma a que o seu *mix* energético dependa cada vez menos dos combustíveis fósseis (Figura 25).

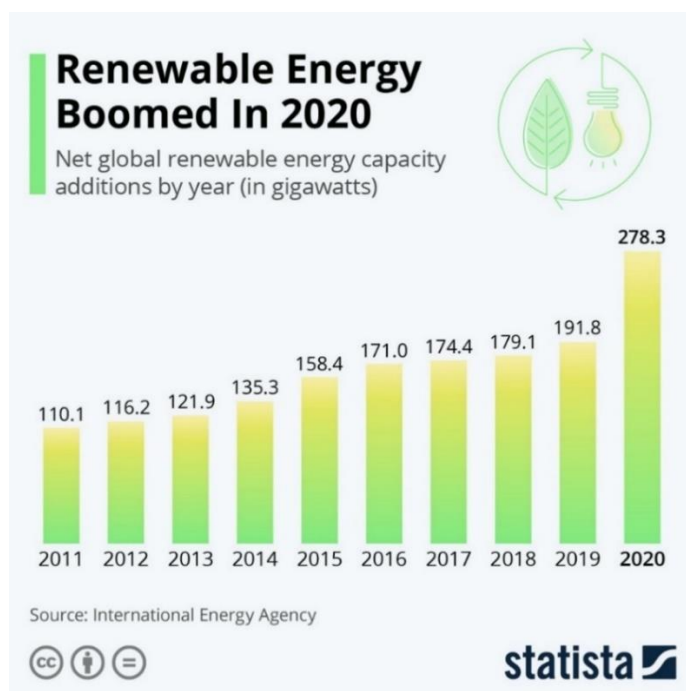


Figura 25 – Capacidade instalada de sistemas baseados em fontes renováveis [109]

Destaca-se igualmente o relevo cada vez mais acentuado do recurso a painéis fotovoltaicos para a produção de energia elétrica (Figura 26).

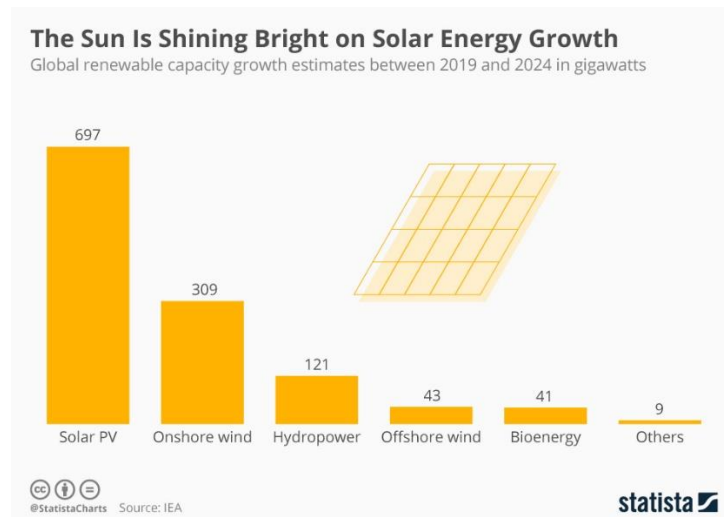


Figura 26 – Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis [110]

Relativamente à utilização de painéis solares fotovoltaicos para a produção de eletricidade, apesar da considerável literatura a respeito da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dos mesmos, poucos estudos levam em consideração outras externalidades importantes. Além da energia incorporada, associada à produção dos módulos fotovoltaicos, existem outros impactes a nível global, regional e local, pelo que é necessário enfatizar a existência das externalidades frequentemente ignoradas.

Ainda é reduzida a quantidade de painéis fotovoltaicos que chegaram ao fim da sua vida útil, mas é expectável que nos próximos anos o destino final a dar aos mesmos se torne numa importante questão ambiental [111]. Infelizmente, muitos países não tentaram prever uma estratégia de resíduos de painéis fotovoltaicos em fim de vida e ainda não planearam uma infraestrutura de reciclagem adequada [112]. Cynthia E. L. Latunussa et al. [111] desenvolveram um processo inovador de reciclagem para módulos fotovoltaicos, concluindo que a maior parte dos impactes ambientais se deve ao transporte de resíduos fotovoltaicos para o local de tratamento, à incineração das peças plásticas e aos tratamentos para recuperação dos metais. O desenvolvimento de novos métodos de reciclagem pode reduzir ainda mais os impactes ambientais [112-114]. Para além dos impactes ambientais decorrentes da produção dos módulos fotovoltaicos e das medidas que cada país deverá tomar para a sua reciclagem em fase de fim de vida, é importante analisar algumas externalidades por vezes não consideradas como os impactes ao nível do albedo, do efeito ilha de calor e do próprio aquecimento das superfícies circundantes [115].

Na Figura 27 é possível constatar as restantes externalidades, além da energia embebida, no fabrico dos módulos fotovoltaicos.

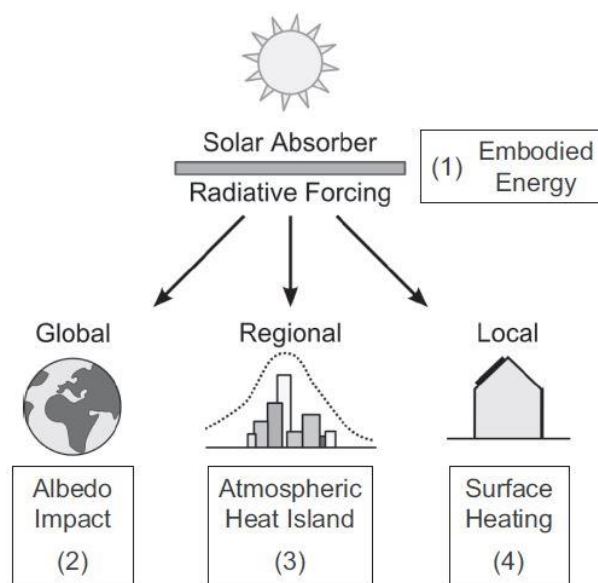


Figura 27 – Externalidades associadas aos módulos fotovoltaicos [115]

Regra geral, é usual realizar uma ACV de painéis fotovoltaicos considerando a energia incorporada, a estratégia de fim de vida e a eficiência da tecnologia de reciclagem. As alterações nas propriedades de absorção da superfície da Terra são, na maioria dos casos, não consideradas. Na verdade, quando um sistema fotovoltaico é instalado, menos luz solar da superfície da Terra é refletida de volta para o espaço. Isso significa que o potencial de aquecimento global, *global warming potential* (GWP) de um sistema fotovoltaico é afetado e a força radiativa na forma de refletividade da superfície da Terra, ou albedo, deve ser levada em consideração.

Além da energia incorporada em sistemas fotovoltaicos, os seguintes aspetos devem ser considerados devido à diminuição do albedo:

- A nível global, menos radiação é refletida de volta para o espaço e isso tem um impacto direto no clima;
- A nível regional, existe o risco da ocorrência de ilhas de calor;
- A nível local, as superfícies expostas aquecem, o que pode provocar o aumento das necessidades de arrefecimento dos edifícios.

De acordo com Brian R. Burg et al. [115], o impacto do GWP devido à alteração do albedo tende a ser maior do que o impacto da extração de matérias-primas, processamento e instalação. No que diz respeito ao fabrico, a China detém uma posição dominante em todas as fases do processo (Figura 28). Porém, naturalmente, em fim de vida, a responsabilidade da reciclagem dos mesmos caberá ao país onde os mesmos serão instalados, neste caso Portugal.

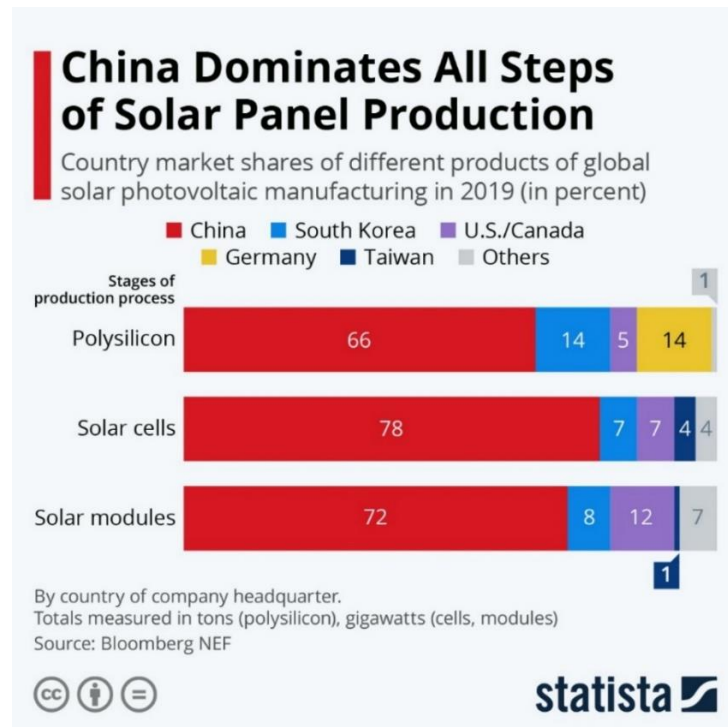


Figura 28 – Domínio da China no fabrico de módulos fotovoltaicos [116]

Uma vez que um NZEB se refere a um edifício de alto desempenho energético com baixa quantidade de energia a ser fornecida a partir de fontes renováveis, em Portugal, os sistemas fotovoltaicos em edifícios residenciais podem ser vistos como uma forma de atingir 50% da energia primária baseada em fontes renováveis, na medida em que sejam principalmente instalados fora das áreas urbanas para evitar o efeito de ilha de calor, sejam utilizados módulos fotovoltaicos de maior eficiência e, por último mas não menos importante, seja atempadamente planeada e implementada uma infraestrutura de reciclagem adequada.

Por outro lado, o facto de ser possível recorrer-se a aparelhos de ar condicionado no sentido de se cumprir o requisito de sistemas baseados em fontes renováveis por forma a se alcançar um NZEB pode ser contrário ao espírito da emergência climática em que nos encontramos e implicar mesmo uma autêntica corrida a este tipo de sistemas, como já vem ocorrendo a nível mundial de acordo com a *International Energy Agency* (IEA), com a China e a Índia a liderarem a quantidade de aparelhos de ar condicionado em funcionamento (Figura 29). Como consequência, aumenta também a pressão sobre os sistemas elétricos de cada país no sentido de dar resposta ao aumento de consumo, conforme salientado na Figura 30. Por outro lado, e para além do líder mundial, a americana Carrier, os principais fabricantes de ar condicionado encontram-se na China, no Japão e na Coreia do Sul [117] pelo que se poderá questionar a sustentabilidade da instalação massiva destes equipamentos na Europa.

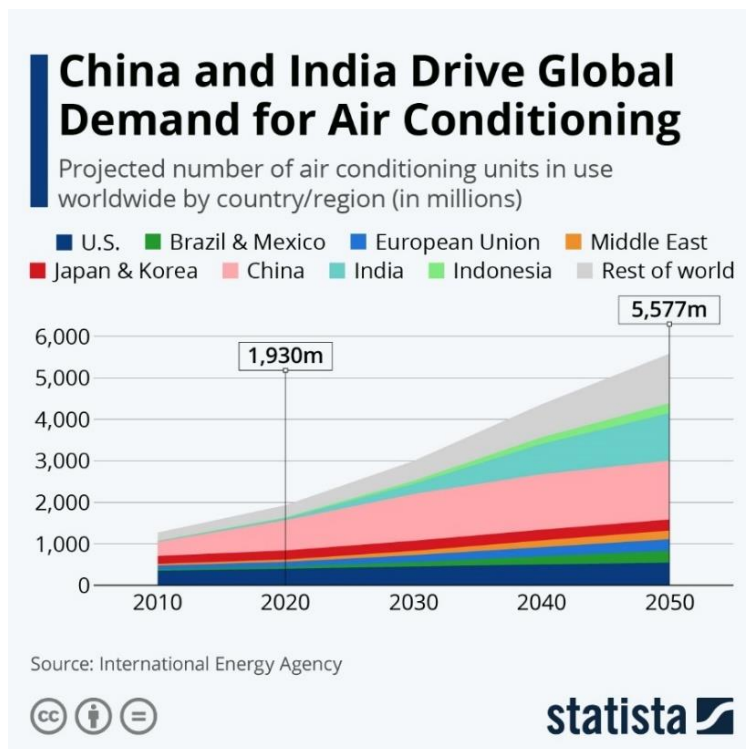


Figura 29 – Aparelhos de ar condicionado em utilização a nível mundial [118]

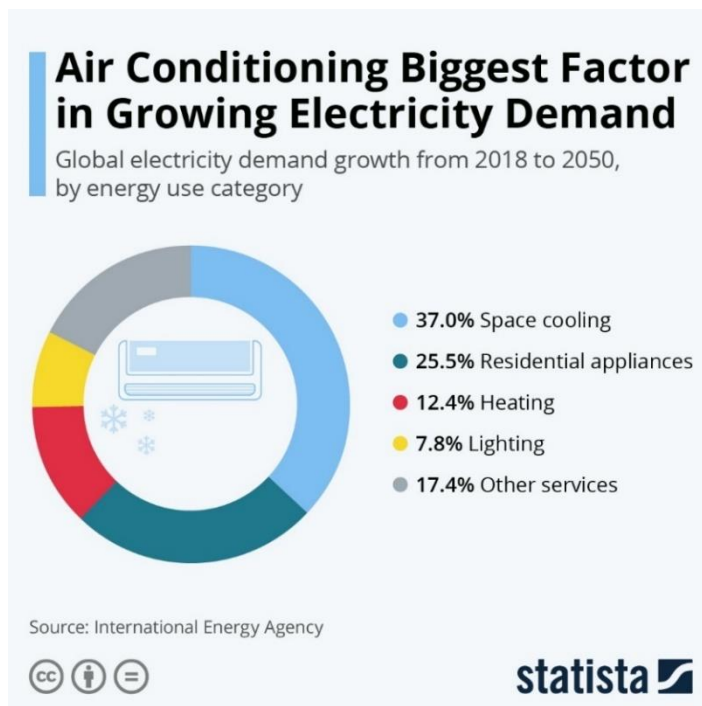


Figura 30 – Procura de eletricidade por uso a nível mundial [119]

Os sistemas a biomassa são também uma possibilidade para se atingir um NZEB. Porém há que ter em consideração os problemas que daí possam decorrer na IAQ e também a poluição do ar exterior, *Outdoor Air Pollution* (OAP) uma vez que podem ser afetadas devido ao deficiente funcionamento das câmaras de gases de combustão de recuperadores de calor e salamandras a lenha ou *pellets* [120]. De acordo com Munzel et al. [121] a OAP é responsável por mais mortes do que o tabagismo, estimando que em 2015, 8,8 milhões de mortes foram devidas à poluição do ar (predominantemente $PM_{2.5}$), em comparação com 7,2 milhões de mortes relacionadas com o tabaco [122] - Figura 31.



Figura 31 – *Outdoor Air Pollution* mata mais do que o tabaco [123]

As partículas inaláveis constituem um dos poluentes mais graves em termos de saúde pública, pelo que o Decreto-Lei n.º 102/2010 [124], que transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva 2008/50/CE [49], estabelece o valor limite das suas concentrações no ar ambiente, e ainda, define as regras de gestão da qualidade do ar que lhe são aplicáveis. De acordo com a *World Health Organization* (WHO), em 2016, estima-se que a OAP terá sido responsável por 4,2 milhões de mortes prematuras em todo o mundo. Esta mortalidade deve-se à exposição a partículas finas $PM_{2.5}$, que causam cancro, doenças cardiovasculares e respiratórias - por exemplo, 58% das mortes prematuras relacionadas com a OAP foram devido a doenças isquémicas do coração e derrames [125]. O *Air Quality Life Index* (AQLI) [126] do *Energy Policy Institute at the University of Chicago* (EPIC) [127] indica mesmo que a OAP é o principal risco para a saúde (Figura 32). A poluição por partículas finas, em valores que excedem as diretrizes da OMS, faz com que uma pessoa, em média, perca 1,8 anos da sua esperança de vida (Figura 32). Caso o atual estado de OAP persistir, a população global perderá um total de 12,8 bilhões de anos de vida [128].



Figura 32 – *Outdoor Air Pollution* é a maior causa de risco para a saúde [129]

De acordo com a *European Environment Agency* (EEA) [130], em 2015, na Europa ocorreram 422 000 mortes prematuras devido às partículas inaláveis, *particulate matter* (PM) [131]. A Figura 33 resume, por ordem decrescente, as mortes prematuras devido às PM, de dez países europeus, destacando-se a Bulgária onde 0,2% da população morreu prematuramente devido às PM [132] - Figura 33.

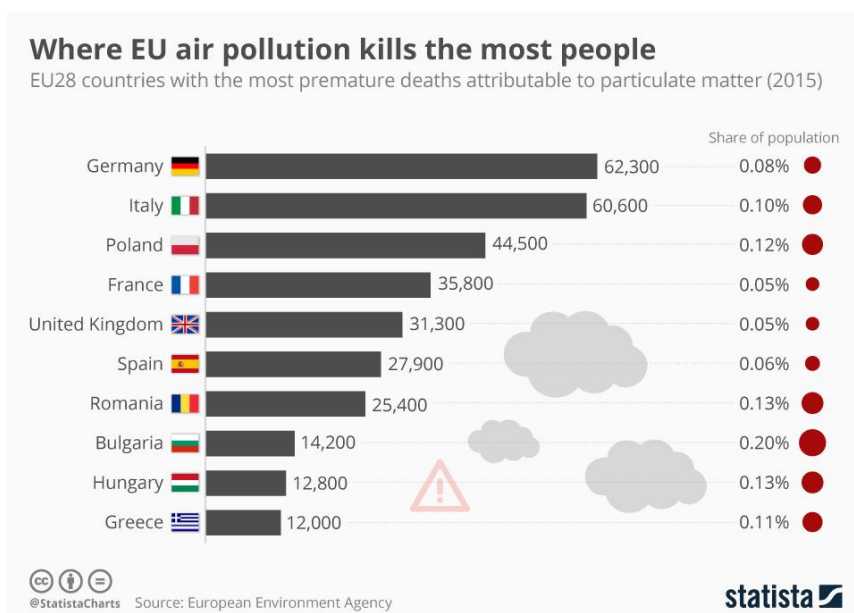


Figura 33 – Mortes prematuras na Europa motivadas pelas partículas inaláveis [133]

Fulvio Amato et al. [134] demonstraram que, durante o período de inverno, o resultado da combustão de equipamentos de queima a biomassa possui um contributo não inferior a 20% do total de $PM_{2.5}$ no ar exterior. A qualidade do ar interior pode estar diretamente relacionada com a poluição exterior, como demonstrado por Daniele Frasca et al. [135], na sequência da monitorização de dois apartamentos onde eram utilizados sistemas herméticos de biomassa para aquecimento, concluíram que a infiltração externa é a principal fonte de partículas finas. No entanto, também chegaram à conclusão que, devido às operações de limpeza necessárias para a remoção de cinzas, os equipamentos a biomassa podem constituir uma fonte significativa de poluição interna. Além disso, Xiaodan Zhou et al. [136] desenvolveram um método que analisa a variação de $PM_{2.5}$ no interior das habitações entre as estações de aquecimento e de arrefecimento, que sugere infiltrações importantes do exterior. Frequência e duração da ventilação dos edifícios, características do equipamento de biomassa, design e localização podem ser importantes para melhorar a IAQ e preservar a saúde humana, conforme afirmado por Gianluigi de Gennaro et al. [137]. O aumento da concentração de partículas finas, dentro e fora dos edifícios, devido à queima de biomassa foi destacado por Dikaia E. Saraga et al. [138]. Em média, os níveis de concentração de $PM_{2.5}$ no exterior foram até duas vezes mais altos durante as horas de queima de biomassa. Também concluíram que, em apartamentos onde não ocorria queima de biomassa, o ar interior era significativamente influenciado pela carga da atmosfera externa. Curtis W. Noonan et al. [139] chegaram igualmente à conclusão que os equipamentos a biomassa utilizados para aquecimento residencial são uma fonte importante de uma má qualidade do ar interior. Marcy L. McNamara et al. [140] propuseram unidades de filtragem de ar para reduzir os valores de $PM_{2.5}$. E.D. Vicente et al. [141] testaram diversos combustíveis num equipamento a *pellets* e concluíram que a composição de cada tipo de *pellets* tem grande influência nas emissões de partículas finas. De acordo com Styliano Kephelopoulos et al. [142], os aspetos de IAQ e saúde devem ser considerados em maior medida na implementação da EPBD.

Em Portugal, face à exigência NZEB, caso a possibilidade de se utilizarem equipamentos de queima a biomassa não for devidamente ponderada, poderão ser agudizados os aspetos relacionadas com as PM, em especial quando o *Centre for Research on Energy and Clean Air* (CREA) [143] aponta que, em 2020, poderiam ter sido evitadas 609 mortes devido à OAP (Figura 34).



Figura 34 – Mortes prematuras devido à *Outdoor Air Pollution* evitadas (estimativa)

A ELPRE, com a exigência NZEB, acaba por descurar os aspetos sociais e culturais do país Portugal, seguramente muito diferentes dos países do centro e norte da Europa onde os invernos são consideravelmente mais rigorosos e o aquecimento se processa praticamente de forma contínua [90]. A realidade portuguesa é bastante diferente uma vez que o aquecimento se processa de forma intermitente ou simplesmente não ocorre [90]. A utilização de sistemas baseados em fonte renováveis deverá igualmente ser bastante ponderada, com especial destaque para a biomassa no interior dos centros urbanos.

Existem diversas questões para as quais, atualmente, o SCE e a exigência NZEB não têm capacidade para dar resposta.

4.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO

É necessária uma estratégia para a renovação dos edifícios em Portugal. Porém, num país onde praticamente não se aquecem as casas ou o aquecimento é realizado de forma pontual, seria importante uma abordagem baseada na minimização do desconforto térmico [90] e assegurando uma adequada ventilação dos espaços, minimizando o risco de condensações, diluindo vários poluentes como o CO₂ e os COV e, muito importante, evitando a acumulação do radão, uma vez que intervenções inadequadas poderão contribuir para a estanqueidade dos imóveis com sérios riscos para os ocupantes [100]. A exigência NZEB é limitadora, está alinhada com o CE logo quaisquer medidas de melhoria a implementar apresentarão resultados pouco alinhados com a realidade. Consequentemente, a decisão

das operações de financiamento e dos benefícios fiscais a atribuir baseados no CE tornarão o processo opaco, não refletindo os reais benefícios da reabilitação dos edifícios de que o país tanto necessita. Na zona climática I3 poderá ser muito difícil assegurar um NZEB, exigindo espessuras de isolamento pouco condizentes com os nossos hábitos de aquecimento. Uma abordagem apoiada no IDP poderia refletir de forma mais adequada o real funcionamento dos edifícios e contribuir para a minimização do desconforto [90]. Poderá haver o risco do recurso sistemático aos aparelhos de ar condicionado para satisfazer a condição NZEB relacionada com a obrigatoriedade de satisfazer 50% das necessidades energéticas utilizando sistemas baseados em fontes renováveis [144]. Estes sistemas podem revelar-se um problema e não propriamente uma solução pois poderá ocorrer uma corrida aos aparelhos de ar condicionado e aos painéis fotovoltaicos, equipamentos importados [116,117] e que pouco contribuirão para a criação de riqueza nacional. Nos centros urbanos o recurso a sistemas solares fotovoltaicos poderá implicar a ocorrência do efeito ilha de calor [115] e os sistemas a biomassa poderão contribuir para o agravamento da poluição [121,122,134-136,139,142], com consequências graves para a saúde humana [125,126,128,131,132,137,138,143].

5

ENQUADRAMENTO FINANCEIRO PARA A RENOVAÇÃO DO EDIFICADO

5.1. EA1 – RENOVAÇÃO DO EDIFICADO

O EA1 da ELPRE destina-se a criar um ambiente favorável à renovação profunda do parque nacional de edifícios existentes, por forma a melhorar o seu desempenho energético e outros recursos conexo, encontrando-se dividido nas seguintes nove políticas:

- 1.^a política - Apoio financeiro através da criação ou reorientação das linhas de financiamento para a renovação, em linha com critérios de sustentabilidade dos edifícios;
- 2.^a política - Reorientação das receitas fiscais para melhoria do desempenho, energético e ambiental dos edifícios;
- 3.^a política - Simplificação e harmonização dos processos e auditorias;
- 4.^a política - Revisão do quadro regulamentar relativo ao desempenho energético dos edifícios, considerando os instrumentos de certificação ambiental dos produtos e serviços de construção;
- 5.^a política - Combate à fragmentação dos incentivos através da promoção do equilíbrio de incentivos e benefícios entre arrendatários e proprietários;
- 6.^a política - Combate às deficiências do mercado através de soluções de financiamento inovadoras;
- 7.^a política - Criação de um quadro legal e financeiro que reforce o papel das associações de proprietários/condóminos;
- 8.^a política - Revisão do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP) [145] em articulação com os objetivos da ELPRE;
- 9.^a política - Programas de investigação e inovação.

À semelhança do subcapítulo será 4.1, também aqui será realizada uma descrição do âmbito e das ações previstas em cada uma das políticas de atuação, seguida da valorização dos seus aspetos positivos e

também de eventuais aspetos a melhorar pelo que, na Tabela 17, encontra-se indicado o âmbito e as ações previstas na 1.ª política do EA1.

Tabela 17 - Âmbito e ações previstas na 1.ª política do EA1

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Promoção, em articulação com o setor financeiro e partindo de uma avaliação crítica de modelos anteriores, de um quadro de empréstimos que alavanquem o investimento privado até 2050 e que mobilizem o financiamento público, privado e misto
	Revisão dos programas de financiamento à renovação de edifícios disponibilizados pelo setor financeiro de forma a torná-los mais atrativos e efetivos
	Desenvolvimento de um quadro de incentivos para a implementação de medidas de melhoria com maior risco associado ou que permitam a alavancagem do financiamento do setor privado
	Promoção da criação de linhas de financiamento específicas (mediante, por exemplo, a garantia das sinergias entre a remoção de amianto e as medidas de eficiência energética na cobertura, ou renovação energética e hídrica, aumentando o potencial combinado de poupanças associadas ao <i>nexus</i> água-energia ou a utilização de produtos, serviços, modelos de negócio e métodos construtivos que não produzam resíduos e não contribuam para a poluição ou o recurso a matérias primas secundárias, provenientes de resíduos, ou materiais naturais regenerativos)
	Desenvolvimento de apoios financeiros para incentivar e estimular a eletrificação e a substituição e a utilização de sistemas de produção de calor e frio a partir de fontes renováveis de energia, em particular os sistemas solares térmicos, caldeiras adaptadas a gases renováveis, caldeiras e recuperadores de calor a biomassa e solar fotovoltaico associado a bombas de calor, geotermia superficial, assim como sistemas híbridos que combinem duas ou mais tecnologias para aquecimento ambiente nos edifícios não residenciais
	Promoção da criação de linhas de financiamento de acesso ágil e fortemente criadoras de dinâmica de mercado para medidas que promovam a eficiência energética dos locais, como a instalação de janelas eficientes, o reforço do isolamento térmico de paredes e de coberturas e o aproveitamento de fontes de energia renovável
	Incorporação, nas diversas linhas de financiamento, de critérios de sustentabilidade ambiental, de gestão eficiente de recursos, incluindo os materiais e a água, a promoção de técnicas sustentáveis na construção e os edifícios sustentáveis, promovendo ainda o recurso a materiais de base biológica

Nesta 1.ª política do EA1 é dado destaque às operações de financiamento que permitam concretizar um investimento de 143 mil milhões de euros até 2050, isto é, em média a um ritmo anual de 4,9 mil milhões de euros. Salienta-se que, segundo a Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas (FEPICOP) [146], em 2019 a produção do setor da construção de edifícios foi 13,5 mil milhões de euros, pelo que, a operação prevista na ELPRE representará cerca de 36% do volume de investimento do setor.

Tão importante como a necessidade de se reabilitar o parque imobiliário nacional é saber quem financiará efetivamente este valor de 143 mil milhões de euros que adicionando os 5,5 mil milhões respeitantes a Sistemas de Automação e Controlo dos Edifícios (SACE) também previstos na ELPRE, resultará num montante global não muito longe do dobro do resgate financeiro de 2011 – cerca de 78 mil milhões de euros [147].

Identificaram-se na ELPRE alguns instrumentos financeiros, mas em termos de comparticipações não reembolsáveis em concreto apenas foi possível apurar 700 milhões de euros até 2024 respeitantes ao programa de apoio ao acesso à habitação 1.º Direito. É referido o Fundo Ambiental, mas não indicado quais os montantes relativos a subvenções a fundo perdido.

Na 2.ª política do EA1 (Tabela 18) são positivas as ações previstas, carecendo porém de concretização sendo que, também aqui, existe a referência aos edifícios NZEB como fator diferenciador para o acesso a regimes fiscais mais favoráveis.

Tabela 18 - Âmbito e ações previstas na 2.ª política do EA1

Âmbito	Ações
	Avaliação do atual quadro de taxas sobre a energia, canalizando parte das receitas para a adoção de medidas de melhoria do parque de edifícios existentes
Edifícios residenciais e não residenciais	Introduzir incentivos fiscais para a eficiência energética e introdução de energia de fontes renováveis e um regime fiscal mais favorável aos prédios destinados à produção de energias renováveis e para NZEB
	Promoção de avisos para apoiar a adoção de medidas de melhoria do desempenho hídrico, bem como energético, no <i>nexus</i> água-energia

Quanto à 3.ª política do EA1 (Tabela 19) é altamente positivo o facto de se prever uma desburocratização dos processos de licenciamento. No entanto a possibilidade de realização de auditorias energéticas a todos os edifícios independentemente da sua dimensão pode não ser realista – atualmente apenas os Grandes Edifícios de Serviços (GES) [51].

Tabela 19 - Âmbito e ações previstas na 3.^a política do EA1

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Alinhamento do atual quadro de auditoria energética por forma a harmonizar procedimentos previstos nas Diretivas EED e EPBD, permitindo que os diversos setores, independentemente da dimensão, possam beneficiar de uma auditoria Simplificação e desmaterialização dos processos de licenciamento e harmonização dos documentos relacionados com o processo do edifício, por via da redução burocrática e custos de contexto associados ao licenciamento

A Tabela 20 resume as ações previstas na 4.^a política do EA1.

Tabela 20 - Âmbito e ações previstas na 4.^a política do EA1

Âmbito	Ações
	Melhoria do atual quadro regulamentar, incluindo o estabelecimento de níveis de desempenho para edifícios NZEB, prevista pela transposição da Diretiva EPBD Inclusão de outros indicadores com níveis mínimos regulamentares aprofundados no âmbito do projeto Europeu X-tendo e no Relatório do <i>Joint Research Centre</i> (JRC) [148] <i>Follow-up of the MEErP Preparatory Study on Taps and Showers</i> [149] Definição de mínimos regulamentares obrigatórios mais ambiciosos no que diz respeito ao desempenho energético de edifícios não residenciais Estudar a necessidade de criação de um padrão mínimo de desempenho energético, material e de desempenho hídrico nos edifícios
Edifícios residenciais e não residenciais	Assegurar o alinhamento futuro das ações de estímulo a renovações dos edifícios com o documento que resultar do processo de revisão do Decreto Regulamentar n.º 23/95 - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, considerando, nomeadamente, a integração de medidas de eficiência hídrica e de aproveitamento de fontes alternativas de água Alinhamento entre os requisitos relativos ao desempenho energético e os instrumentos, existentes ou a criar, de etiquetagem de eficiência energética e/ou hídrica de componentes, dispositivos, equipamentos ou sistemas nos edifícios, de forma a potenciar a utilidade destes últimos para a verificação do cumprimento de requisitos e como incentivo à prescrição de soluções mais eficientes Articulação com as iniciativas previstas no âmbito do novo enquadramento para o autoconsumo e comunidades de energia, com vista a reforçar a instalação de equipamentos para autoconsumo a partir de fontes renováveis de energia

Na 4.^a política do EA1 entende-se como bastante positivo a adoção das melhores práticas resultantes do projeto europeu X-tendo [150] uma vez que o seu objetivo é o desenvolvimento de ideias para a nova geração dos CE - Figura 35.



Figura 35 – Funcionalidades do projeto europeu X-tendo

No que diz respeito à eficiência hídrica, revela-se também como positivo ter em linha de conta as recomendações do relatório acerca de torneiras e chuveiros [149] desenvolvido pelo JRC [148]. Quanto à intenção de ser estudada a necessidade de ser criado um padrão mínimo de desempenho energético, não é compreensível a mesma, bem como o alinhamento dos atuais requisitos com novos sistemas e o aumento da ambição dos requisitos regulamentares de edifícios não residenciais, aguardando-se pelas propostas futuras que decorrerão destas intenções.

Analisando a 5.^a política do EA1 destaca-se a intenção de estudar o acesso a benefícios fiscais em sede de IRS por parte dos proprietários dos imóveis que invistam na reabilitação dos mesmos não havendo aqui qualquer limitação no que diz respeito às classes energéticas e às medidas de melhoria a implementar. À semelhança de ações previstas no EA3 em que a análise das candidaturas a financiamento será realizada tendo em conta a certificação energética, uma das ações da 5.^a política do EA1 prevê ainda que sejam tidas em conta a rotulagem e a certificação ambiental de produtos bem como sistema voluntário de classificação hídrica AQUA+ [151] desenvolvido pela ADENE. A Tabela 1 resume as duas ações previstas 5.^a política do EA1.

Tabela 21 - Âmbito e ações previstas na 5.^a política do EA1

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Estudar o acesso a benefícios fiscais por parte dos proprietários que invistam na renovação energética e hídrica dos imóveis, designadamente, através de medidas com impacto no IRS referente aos rendimentos prediais e/ou dedução em sede de IRS dos custos de investimento em obras de renovação
	Utilização de sistemas de rotulagem ou certificação ambiental e classificações hídricas, tais como o índice AQUA+ [151], (a par da certificação energética, prevista no EA3) como ferramenta de avaliação de projetos (<i>ex-ante</i> e <i>ex-post</i>) e a identificação de medidas de melhoria tipificadas, para apoio à avaliação de candidaturas a financiamento de renovação do parque de edifícios, numa lógica de redução do risco percebido e credibilização dos projetos

Na 6.^a política do EA1 (Tabela 22) é retomado o tema do financiamento, com múltiplas possibilidades a desenvolver. No entanto, é acrescentado o conceito de edifícios sustentáveis a ter em conta nas avaliações de risco, não ficando claro quais os pressupostos de tal conceito.

Tabela 22 - Âmbito e ações previstas na 6.^a política do EA1

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Colaboração com as entidades financeiras no desenho de produtos específicos para financiar a renovação energética de edifícios, considerando os instrumentos de certificação ambiental dos produtos e serviços de construção, em linha com a evolução da regulação prudencial em matéria de produtos financeiros ambientalmente responsáveis
	Desenho de um quadro de financiamento que permita a combinação/complementaridade de diferentes fontes de financiamento, públicas e privadas, e tipos de subsídio
	Introdução do conceito de desempenho energético e de edifícios sustentáveis nos indicadores de avaliação de risco, realçando critérios de sustentabilidade como oportunidades de investimento e como potenciador do valor da propriedade imobiliária, em articulação com a legislação aplicável ao setor financeiro
	Promover a criação de plataformas de financiamento flexíveis que permitam aos beneficiários a partilha de riscos e melhor aproveitamento de fundos públicos
	Promover a criação de formas de financiamento criativas através da incorporação de novos conceitos de inovação financeira como <i>crowdfunding</i> (financiamento colaborativo) e <i>blockchain</i> (criação de um índice global para transações que ocorrem num determinado mercado de forma descentralizada), em articulação com as autoridades de supervisão

A 6.^a política do EA1 (Tabela 23) aborda também a intenção de se promover a revisão do regime de propriedade horizontal por forma a integrar integrando o incentivo à realização de obras que promovam a eficiência energética, incluindo a integração da eficiência hídrica e de outros recursos e dos princípios de economia circular. Esta ação revela-se de difícil interpretação da forma como está apresentada. É positivo o facto do acesso a sistemas baseados em fontes renováveis bem como a fontes alternativas de água para aqueles que residem em edifícios em propriedade horizontal. Quanto às restantes ações, as mesmas são positivas visto estarem associadas à monitorização de consumos embora, regra geral, estejam mais associadas a edifícios de comércio e serviços.

Tabela 23 - Âmbito e ações previstas na 6.^a política do EA1 (continuação)

Âmbito	Ações
	Promoção da revisão do regime de propriedade horizontal, integrando o incentivo à realização de obras que promovam a eficiência energética, incluindo a integração da eficiência hídrica e de outros recursos e dos princípios de economia circular
	Normalização dos critérios de medição e verificação de poupanças energéticas alcançadas com os projetos de renovação, designadamente através da obrigatoriedade da aplicação de protocolos internacionalmente reconhecidos (por exemplo, o <i>International Performance Measurement and Verification Protocol</i> (IPMVP))
Edifícios residenciais e não residenciais	Criação de uma base de dados de desempenho técnico e financeiro efetivo dos investimentos em eficiência energética a nível nacional, e contribuir para a base de dados europeia da <i>De-risk Energy Efficiency Platform</i> (DEEP) [152]
	Assegurar o acesso às energias renováveis e a fontes alternativas de água nos edifícios, incluindo para os arrendatários e aqueles que vivem em residências em propriedade horizontal
	Promover o desenvolvimento de soluções de financiamento baseadas em modelos emergentes tais como os programas <i>Metered Energy Efficiency Transaction Structure</i> ou <i>Property Assessed Clean Energy Programs</i> baseados em sistemas <i>on-bill</i> ou <i>on-tax finance</i> ou soluções com recurso a ESE

A 7.^a política do EA1 (Tabela 24) dá seguimento a algumas das ações da 6.^a política nomeadamente acerca da renovação energética e hídrica dos espaços comuns dos edifícios em propriedade horizontal, sendo positiva esta intenção ficando-se a aguardar pelas iniciativas que permitam a real concretização das mesmas.

Tabela 24 - Âmbito e ações previstas na 7.^a política do EA1

Âmbito	Ações
Edifícios residenciais e não residenciais	Regular e fomentar a renovação das propriedades comuns dos edifícios através do dever, articulado com as medidas financeiras, de cumprimento do adequado estado de conservação global do edifício (fachada, cobertura e zonas comuns) conjugado com medidas de promoção de eficiência energética e hídrica, incluindo a integração da eficiência de outros recursos e dos princípios de economia circular
	Regular e fomentar a adoção de medidas de eficiência energética e material, fontes renováveis, eficiência hídrica e introdução de fontes alternativas de água aquando das reabilitações das propriedades comuns dos edifícios, incentivando à instalação de sistemas e configuração de redes prediais que permitam o aproveitamento de águas pluviais e águas cinzentas domésticas para fins compatíveis, bem como à instalação de fachadas e coberturas verdes como forma de promoção de eficiência energética, gestão de água, e qualidade do ar em estruturas e edifícios
	Promover mecanismos de apoio financeiro a projetos de renovação de propriedades comuns, a associações de proprietários/condóminos, com programas financeiros específicos que operacionalizem as ações propostas nos pontos anteriores
	Estudar a criação de um programa de apoio público que permita reduzir o risco percebido associado aos investimentos em eficiência energética nos elementos comuns dos edifícios (fachada, cobertura e zonas comuns)

A 8.^a política do EA1 (Tabela 25 e Tabela 26) traduz uma das importantes premissas da EPBD [8], a de que o Estado deverá dar o exemplo. Os edifícios públicos são o alvo das ações previstas nesta 8.^a política do EA1 pelo que a implementação das mesmas será de superior importância.

Tabela 25 - Âmbito e ações previstas na 8.^a política do EA1

Âmbito	Ações
	Criação de um plano de ação através da definição de um roteiro até 2030 e 2050, priorizando as atividades a serem desenvolvidas e os níveis de investimento perante vários cenários de intervenção e as metas quantificadas ao nível de cada ministério, em linha com os objetivos da ELPRE (renovação de 5 % do parque de edifícios públicos, por ano, até 2030, e de 2,5 % até 2050) Estruturação e reforço da rede interministerial de interlocutores para implementação do plano de ação a intervir no parque de edifícios públicos existentes e requalificação da figura de Gestor Local de Energia, a denominar como Gestor de Energia e Recursos
Edifícios públicos	Criação de um enquadramento fiscal e regulatório que favoreça o investimento em medidas de melhoria do desempenho energético e ambiental, bem como hídrico e de outros recursos, dos edifícios abrangidos pelo programa Promoção de modelos de financiamento que potenciem ganhos de escala e redução do risco percebido associado aos investimentos em eficiência energética, designadamente, através de: - Mecanismos de agregação de projetos de diferentes entidades e/ou tipos no âmbito do programa; - Medidas, atividades ou condições específicas que fomentem a concretização de projetos e o envolvimento de soluções com retorno financeiro mais longo (por exemplo, associadas à envolvente térmica de edifícios) ou tecnologias menos maduras.

Tabela 26 - Âmbito e ações previstas na 8.ª política do EA1 (continuação)

Âmbito	Ações
Edifícios públicos	Revisão dos moldes dos contratos de gestão de eficiência energética, potenciando a aplicação deste modelo de financiamento de eficiência energética e renováveis nos edifícios públicos
	Articulação com atuais meios de financiamento (por exemplo, o Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR)) que permita reforçar e incentivar a melhoria do desempenho energético e de outros recursos (em particular a água) dos edifícios públicos
	Criação de um modelo de avaliação do desempenho energético anual nos edifícios arrendados pela Administração Pública com vista à definição de estratégias de melhoria de intervenção e utilização com metas diferenciadas e devidamente regulamentadas
	Alargamento do âmbito do programa atual, incluindo a eficiência de outros recursos, em particular a água, aumentando o potencial combinado de poupanças associadas ao <i>nexus</i> água-energia
	Promover o aproveitamento do espaço disponível em coberturas de edifícios públicos com boa exposição solar para autoconsumo e produção descentralizada de energia
	Assegurar a inclusão de critérios ambientais nos contratos públicos, com base na Estratégia Nacional Para as Compras Públicas Ecológicas (ENCPE 2020), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 38/2016, de 29 de julho
	Reforço do papel do Estado na liderança pelo exemplo através da promoção do princípio da sustentabilidade nas operações de construção e reabilitação mediante, entre outros mecanismos, o recurso a sistemas voluntários de avaliação da sustentabilidade na construção

Por fim, a 9.ª política do EA (Tabela 27) é se sobeja importância face ao importante papel que o sistema científico e tecnológico nacional pode desempenhar na implementação e monitorização da ELPRE, em especial no que diz respeito à criação de uma bolsa de edifícios-piloto voluntária com mecanismos de apoio que permita que os mesmos se associem à comunidade científica na experimentação de soluções que promovam, em ambiente real, a renovação energética e hídrica dos edifícios e a melhoria do seu desempenho ambiental.

Tabela 27 - Âmbito e ações previstas na 9.^a política do EA1

Âmbito	Ações
Estudos e programas de investigação a realizar por entidades do sistema científico e tecnológico nacional	Promoção de estudos prospetivos e de análise relacionados com a renovação dos edifícios a médio e longo prazo
	Levantamento dos resultados de projetos de investigação e desenvolvimento (I&D) em que Portugal participou relacionados com o tema da renovação energética e hídrica dos edifícios e a melhoria do seu desempenho ambiental, capitalizando os respetivos resultados e lições aprendidas, permitindo que programas de I&D, ao serem criados, colmatem necessidades e lacunas detetadas
	Promover a criação de programas de investigação e inovação (I&I) que permitam o desenvolvimento de soluções técnicas de renovação do parque de edifícios de elevada eficiência, preferencialmente assentes em recursos endógenos, por exemplo matérias-primas secundárias, tornando as medidas de melhoria ainda mais custo eficientes e que permitam uma melhor integração destas soluções compatibilizando-as com necessidades específicas dos edifícios (por exemplo, a conceção de painéis solares compatíveis com diversas tipologias de coberturas, minimizando o impacto na imagem urbana)
	Estudo da relação entre a melhoria do desempenho energético e do conforto interior dos edifícios que lhe está associado (por exemplo, qualidade do ar interior, temperatura, humidade e iluminação/luz natural) e seus efeitos na eficiência energética e na saúde e/ou produtividade dos ocupantes, visando particularmente a monetização e inclusão desses fatores na avaliação custo-benefício das medidas de renovação e melhoria do parque de edifícios
	Criação de uma bolsa de edifícios-piloto voluntária com mecanismos de apoio que permita que os mesmos se associem à comunidade científica na experimentação de soluções que promovam, em ambiente real, a renovação energética e hídrica dos edifícios e a melhoria do seu desempenho ambiental
	Aprofundar o conhecimento sobre a interação entre a melhoria do desempenho ambiental e energético dos edifícios, designadamente quanto à incorporação de materiais reciclados e biomateriais, à eficiência de recursos e à adoção de soluções passivas

Analisadas as políticas do EA1 é importante avaliar a metodologia adotada para a avaliação dos benefícios decorrentes da implementação dos pacotes de medidas de melhoria previstos na ELPRE, tema do subcapítulo seguinte.

5.2. INVESTIMENTOS VERSUS BENEFÍCIOS

A ELPRE analisa as necessidades energéticas e o conforto térmico do parque imobiliário nacional tendo por base cerca de 240 mil CE, tendo sido consideradas 30 tipologias de edifícios residenciais nas diversas regiões climáticas e oito tipologias de edifícios não residenciais, caracterizados pela geometria dos edifícios, pelas soluções construtivas da envolvente, pelos sistemas de climatização e pelos sistemas de produção de AQS.

A Tabela 28 resume as poupanças esperadas, resumindo a que consta na ELPRE - “Tabela 11 – Resultados do modelo de energia – Poupanças por arquétipo e para o parque total”.

Tabela 28 – Poupanças de energia primária (2050) [Mtep]

Zona climática de inverno	Período de construção				Totais
	≤1990		>1990		
	Unifamiliar	Multifamiliar	Unifamiliar	Multifamiliar	
I1	0.13	0.17	0.06	0.13	0.49
I2	0.18	0.03	0.10	0.04	0.35
I3	0.05	0.00	0.02	0.00	0.07
	0.36	0.20	0.18	0.17	0.91
Totais	0.56		0.35		0.91
	62%		38%		100%

Desconhecendo-se em detalhe os pressupostos do cálculo uma vez que apenas é indicado que o mesmo foi realizado com base em arquétipos de edifícios, com base numa simulação horária e com os perfis de ocupação e de utilização dos sistemas em função da ISO 17772-1:2017. Não é feita qualquer referência à calibração dos modelos de simulação uma vez que para tal seria necessária a monitorização dos edifícios. É importante salientar que a precisão dos modelos de simulação dinâmica é muito importante visto que, recorrendo-se a um modelo de calibração e validado o modelo, este pode ser utilizado para prever vários cenários que conduzam à redução dos consumos energéticos e da melhoria das condições de conforto no interior dos edifícios. Tendo em conta a *Guideline 14-2014* [153] da *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), a calibração é o processo de redução da incerteza dos dados de saída de um modelo mediante determinadas condições, face aos resultados reais medidos nas mesmas condições. Um modelo calibrado é aquele que, sob o mesmo conjunto de condições, consegue reproduzir as monitorizações realizadas, sendo a sua precisão avaliada através de uma análise de incerteza [154], com a calibração a poder ser concretizada atendendo às orientações da *Guideline 14-2014* [153] da ASHRAE bem como do documento *Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings, Volume I* [155-157] do IPMVP que consideram os seguintes índices para a análise da incerteza dos resultados de um modelo de simulação:

- Erro de enviesamento médio normalizado, *Normalized Mean Bias Error* (NMBE);
- Coeficiente de variação do erro quadrático médio, *Coefficient of Variation of the Root Mean Square Error* (CV(RMSE));
- Coeficiente de determinação, R^2 .

Na Tabela 29 encontram-se resumidos os limites dos três índices referidos.

Tabela 29 – Limites da ASHRAE e do IPMVP para a calibração de modelos

	NMBE	CV(RMSE)	R ²
ASHRAE	±10%	<30%	>75%
IPMVP	±5%	<20%	

Um modelo não calibrado poderá, eventualmente, não se aproximar da realidade pelo que as simulações realizadas poderão nunca sair do campo virtual. A utilização de modelos não calibrados tem implicações não só ao nível das poupanças expectáveis, mas também ao nível da redução do desconforto dos ocupantes, também um dos objetivos da ELPRE, sendo estimado que até 2050, nos 3,8 milhões de alojamentos a intervencionar, sejam reduzidas as horas de desconforto em 56%, com um investimento de 143 mil milhões de euros.

Além da redução do desconforto dos ocupantes é igualmente realizada na ELPRE uma previsão acerca dos benefícios para a saúde. Admitindo que são ainda escassos os estudos que apresentam valores concretos, admite, de forma simplista, que um dos cobenefícios associado à reabilitação energética será a redução em 25% de idas a uma consulta - de quatro idas deixará de ir menos uma vez. Adicionalmente é estimado que o custo médio de uma consulta é de 20 € e como o número médio de residentes por alojamento é de 2,6 pessoas serão poupados 52 €/ano/alojamento. Poupado um dia de ida ao médico significa mais um dia de trabalho logo aos 52 €/ano/alojamento são ainda adicionados 58,7 €/ano/alojamento respeitantes ao aumento da produtividade laboral.

Embora a monetização dos benefícios para a saúde decorrentes de uma melhor qualidade do ambiente interior, *Indoor Environmental Quality* (IEQ), seja um exercício complexo, alguns autores têm-se debruçado sobre esta temática que, para além da redução do número de idas ao médico tem, obviamente, outras vantagens em termos de custos evitados ao próprio Serviço Nacional de Saúde (SNS) que vão para além do simples preço de uma consulta, sendo possível identificar os custos com a medicação, análises clínicas, exames complementares, entre outros [159,160]. Em termos da saúde dos ocupantes, os cobenefícios não energéticos esperados referem apenas que uma má qualidade do ar interior, IAQ, pode contribuir para o aumento da ocorrência de determinadas doenças, como a rinite ou a asma. Porém, o conceito de IEQ é bastante mais abrangente, englobando não só a IAQ, mas também o conforto acústico, térmico e visual, pelo que um mau IEQ, poderá, por exemplo, originar perturbações do sono, com implicações no desempenho das pessoas mas também na probabilidade de ocorrência de acidentes de viação, com todos os custos que daí advêm [161-164]. Em resumo, a monetização dos benefícios para a saúde é de facto um desafio, admitido no texto da ELPRE, que exigiria um aprofundamento consistente do tema, inclusive das variadas hipóteses que existem para se conseguir atribuir um valor monetário a algo intangível [158].

Foi assumida uma valorização imobiliária de 5,9% baseada e aumento da produtividade laboral de 58,7 €/ano/alojamento.

Segundo a ELPRE os benefícios expectáveis – poupanças energéticas, custos com a saúde, produtividade laboral e valorização imobiliária - justificam a implementação das medidas de melhorias cuja distribuição e quantificação em milhões de euros se encontram descritas na Tabela 30.

Tabela 30 – Investimento [milhões de euros] até 2050 [10]

Setor	Envolvente Passiva	Iluminação	Sistemas Eficientes	Solar Térmico	Solar Fotovoltaico + armazenamento	Aumento do Conforto	Total
Residencial	40 373	354	14 588	11 960	18 861	23 943	110 079
Não residencial	-	1 033	6 003	8 847	13 309	4 222	33 414
Total	40 373	1 387	20 591	20 807	32 170	28 165	143 493

A medida de melhoria “Aumento do Conforto” é indicada na ELPRE como sendo respeitante ao aumento do número de sistemas de climatização existentes e sistemas fotovoltaicos destinados a cobrir o aumento de consumo, embora exista uma medida de melhoria específica denominada de Solar Fotovoltaico + armazenamento. Conclui-se igualmente que a globalidade do investimento previsto para o setor não residencial diz respeito a sistemas.

Além dos investimentos já referidos encontram-se igualmente identificados na ELPRE valores adicionais respeitantes a Sistemas de Automação e Controlo dos Edifícios (SACE), identificados na Tabela 31.

Tabela 31 - Investimento [milhões de euros] em SACE

Setor	SACE
Residencial	1 500
Não residencial	4 000
Total	5 500

Contabilizando o investimento em SACE, os valores previstos para o setor residencial são os que constam na Tabela 32.

Tabela 32 - Investimento [milhões de euros] até 2050 para o setor residencial

Setor	Envolvente		Sistemas	
Residencial	40 373	36%	71 206	64%

Constata-se a maioria do investimento a realizar no setor residencial, 64%, diz respeito a sistemas. Porém não é concretizada qualquer referência ao modo como irá ser feita a manutenção dos mesmos. Trata-se de um investimento de cerca de 71 mil milhões de euros, muito próximo do valor do resgate solicitado por Portugal em 2011 ao Fundo Monetário Internacional (FMI), ao Banco Central Europeu (BCE) e à Comissão Europeia cujo valor ascendeu a 78 mil milhões de euros, constituindo o terceiro maior resgate financeiro solicitado ao FMI, apenas atrás da Argentina e da Grécia [147]. Salienta-se que para a totalidade da ELPRE encontram-se previstos 143 492 milhões de euros e 5 500 milhões de euros correspondentes à SACE, perfazendo 148 992 milhões de euros, valor muito próximo do dobro do resgate financeiro de 2011. Proceder à instalação de inúmeros sistemas sem um plano de manutenção efetiva para os mesmos poderá ser um risco para o qual um investimento de 71 mil milhões de euros não deveria estar sujeito.

5.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO

Salienta-se a intenção de ser reforçado o papel do Estado na liderança pelo exemplo através da promoção do princípio da sustentabilidade nas operações de construção e reabilitação mediante, entre outros mecanismos, o recurso a sistemas voluntários de avaliação da sustentabilidade na construção. É extremamente positivo o envolvimento do sistema científico e tecnológico nacional no apoio à implementação da ELPRE através de estudos prospetivos e de análise relacionados com a renovação dos edifícios a médio e longo prazo, incluindo a monitorização de um conjunto de edifícios-piloto. A quantificação das poupanças foi realizada com base em arquétipos de edifícios tendo por base a informação dos CE emitidos no âmbito do SCE. São referidos modelos de simulação, mas não calibrados, sendo pois questionável as poupanças energéticas expectáveis. Os cobenefícios para a saúde são estimados de forma demasiado simplista e quando somados à estimativa de dias de faltas ao trabalho evitadas, à valorização imobiliária e às poupanças energéticas justificam os investimentos a realizar.

6

CONCLUSÕES

O estado de emergência climática em que nos encontramos não se coaduna com estratégias de redução de emissões de CO₂ baseadas em investimentos sustentados em valores de poupanças energéticas que não correspondem à realidade, isto é, em Portugal, baseados no certificado energético. Em alternativa poderia ser utilizado o Índice de Desconforto Passivo. É necessária alguma prudência quanto ao recurso a sistemas baseados em fontes renováveis no interior dos centros urbanos. Nas grandes cidades deverá ser tido em conta o efeito ilha-de-calor associado aos sistemas solares fotovoltaicos e a problemática da emissão de partículas finas quando são utilizados equipamentos de queima a biomassa. Intervenções avulso, como por exemplo a substituição de vãos envidraçados sem a garantia de uma adequada ventilação poderão agravar problemas relacionados com a qualidade do ar interior resultando em graves consequências para a saúde humana. São necessários estudos baseados na monitorização dos edifícios com modelos devidamente calibrados que possam simular, com base numa análise de incerteza, o funcionamento real dos mesmos. Num país onde praticamente não se aquecem as casas, mais importante do que reduzir uma fatura que já é baixa para o aquecimento será a preocupação em minimizar o desconforto das famílias em situação de pobreza energética.

Em termos de desenvolvimentos futuros, além de um estudo mais detalhado dos restantes eixos de atuação além dos aqui analisados (EA3 e EA1), seria interessante passar das manifestações de intenções aos atos que conduzissem à diminuição da pobreza energética pelo que, em coordenação com o orientador da presente dissertação são apresentadas as seguintes propostas:

- O “Vale-Eficiência” no valor de 1300 euros, que abrangeria a reabilitação de 100 mil fogos incluindo apoio técnico especializado, afigura-se pouco adequado para famílias pobres, pela insuficiência do valor e pelo risco de intervenções não adequadas;
- O incentivo à realização de auditorias energéticas e à emissão de certificados energéticos não representa um mecanismo essencial que possa contribuir para a minimização do desconforto dos ocupantes uma vez que a componente passiva possui um peso menor que a dos sistemas técnicos, pelo que seria útil que os incentivos estivessem focados em estratégias passivas e não em ativas;
- A promoção da reabilitação dos edifícios de habitação social deveria assentar na evidência da diminuição do desconforto e não só na melhoria das classes do certificado energético;

- As entidades do sistema científico e tecnológico nacional, em estreita ligação com entidades locais, deveriam liderar a monitorização das medidas implementadas e promover ações de sensibilização para a população em pobreza energética sobre a forma de melhor utilizar os edifícios;
- A identificação e sinalização das famílias pobres deveria ser efetuada pelas Juntas de Freguesia, Paróquias e Organizações de Combate à Pobreza;
- Deveria ser promovido um estudo sobre a relação entre a energia e a saúde, envolvendo os médicos de família.

Não é possível atingir condições mínimas de conforto sem que a envolvente das habitações (coberturas, fachadas, vãos envidraçados e pavimentos) seja minimamente isolada e sem a utilização de alguma energia para aquecimento, cujas fontes poderão ser de origem renovável. O realismo obriga a dizer que nas situações de pobreza energética, além dos recursos financeiros necessários para o investimento inicial no sentido de melhorar o desempenho da envolvente é muito importante assegurar também recursos financeiros destinados à energia durante a fase de exploração.

Admitindo que existem dois tipos de famílias muito pobres que necessitam de uma estratégia diferenciada para que as suas casas possuam condições mínimas de habitabilidade do ponto de vista higrotérmico (temperatura e humidade): famílias do TIPO A cujas casas (barracas) não têm condições físicas e famílias do TIPO B cujas casas têm condições físicas minimamente aceitáveis, mas não dispõem de recursos financeiros para aquecimento, nomeadamente pessoas de idade avançada que vivem sós (não ativas) e/ou pessoas acompanhadas de idade avançada, com rendimentos *per capita* reduzidos. De forma a procurar dar resposta a este grave problema a médio prazo recomenda-se uma abordagem distinta para as famílias do TIPO A e do TIPO B.

Famílias do TIPO A – Casas sem condições físicas:

- Mapear a localização destas famílias que habitam em casas sem condições físicas, com o precioso contributo das Juntas de Freguesias, Paróquias e Organizações de Combate à Pobreza;
- Reabilitar construções existentes pertencentes ao Estado Central ou aos Municípios, para alojar estas famílias.

Famílias do tipo B – Casas com condições físicas minimamente aceitáveis:

- Mapear a localização destas famílias que habitam em casas com condições físicas minimamente aceitáveis, constituídas por pessoas de idade avançada que vivem sós (não ativas) e/ou pessoas acompanhadas de idade avançada, com rendimento per capita reduzidos, com o precioso contributo das Juntas de Freguesias, Paróquias e Organizações de Combate à Pobreza;
- Efetuar uma avaliação das casas no sentido de caracterizar problemas de humidade, constituição das coberturas, paredes, vãos envidraçados e ventilação, bem como dos sistemas de aquecimento eventualmente existentes;

- Promover uma campanha de monitorização da temperatura e da humidade relativa, envolvendo as entidades do sistema científico e tecnológico nacional, assente numa amostra de alojamentos, considerando diferentes tipologias, regiões e localização urbana ou rural;
- Promover um estudo sobre necessidades financeiras e calendarização do investimento na melhoria do desempenho térmico de coberturas, vãos envidraçados e sua proteção solar, sistema de ventilação e na instalação de sistemas baseados em fontes renováveis para aquecimento, biomassa ou fotovoltaica, em casas não inseridas no interior de grandes centros urbanos;
- Integrado num projeto de limpeza das florestas, promover um estudo sobre o fornecimento de biomassa às famílias que habitam em zonas rurais;
- Realização de um protótipo para instalação de módulos fotovoltaicos, sem acumulação de energia, associados a sistema de aquecimento inovador, durante o período diurno, que utilize apenas a energia fotovoltaica;
- Implementar um programa de melhoria do desempenho térmico de coberturas, vãos envidraçados, suas proteções solares solar e sistema de ventilação de um número de casas a definir, associado à monitorização da minimização do desconforto de inverno e verão devido a essa ação;
- Implementar um programa experimental de instalação de aquecimento numa amostra de casas utilizando biomassa a ser fornecida, em zonas rurais, em três regiões do país, associado à monitorização dos custos e minimização do desconforto de inverno devido a essa ação;
- Implementar um programa experimental de instalação numa amostra de casas de módulos fotovoltaicos, associado à monitorização dos custos e da minimização do desconforto de inverno devido a essa ação;
- A concretização de uma ação-piloto (5 anos) baseada nas recomendações propostas, permitiria elaborar um programa a nível nacional que a longo prazo visasse assegurar as condições mínimas de habitabilidade e consequentemente de saúde, no que se refere à temperatura interior e à humidade das habitações das famílias muito desfavorecidas, assente em pressupostos realistas, isto é, tecnicamente adequados e financeiramente viáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] United Nations Framework Convention on Climate Change, «The Paris Agreement | UNFCCC», 2015. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (acedido Abr. 24, 2021).
- [2] Presidência do Conselho de Ministros, «Resolução do Conselho de Ministros 56/2015, 2015-07-30», *Diário da República Eletrónico*, 2015. <https://dre.pt/home/-/dre/69905665/details/maximized> (acedido Abr. 22, 2021).
- [3] European Commission, «2030 climate & energy framework», *Climate Action - European Commission*, 2016. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en (acedido Abr. 24, 2021).
- [4] Presidência do Conselho de Ministros, «Resolução do Conselho de Ministros 107/2019, 2019-07-01», *Diário da República Eletrónico*, 2019. <https://dre.pt/home/-/dre/122777644/details/maximized> (acedido Abr. 08, 2021).
- [5] Presidência do Conselho de Ministros, «Resolução do Conselho de Ministros 53/2020, 2020-07-10», *Diário da República Eletrónico*, 2020. <https://dre.pt/home/-/dre/137618093/details/maximized> (acedido Abr. 08, 2021).
- [6] Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e Ambiente e Transição Energética, «Portaria 42/2019, 2019-01-30», *Diário da República Eletrónico*, 2019. <https://dre.pt/home/-/dre/118748852/details/maximized> (acedido Abr. 24, 2021).
- [7] Ambiente e Transição Energética, «Portaria 98/2019, 2019-04-02», *Diário da República Eletrónico*, 2019. <https://dre.pt/home/-/dre/121854639/details/maximized> (acedido Abr. 24, 2021).
- [8] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, «Diretiva (UE) 2018/844», 2018. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj?locale=pt> (acedido Abr. 08, 2021).
- [9] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, «Diretiva 2010/31/UE», 2010. <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/por> (acedido Abr. 24, 2021).
- [10] Presidência do Conselho de Ministros, «Resolução do Conselho de Ministros 8-A/2021, 2021-02-03», *Diário da República Eletrónico*, 2021. <https://dre.pt/home/-/dre/156295372/details/maximized> (acedido Abr. 24, 2021).
- [11] Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), «O que é o certificado energético?», *Sistema de Certificação Energética dos Edifícios*, 2013. <https://www.sce.pt/certificacao-energetica-de-edificios-3/consumidores/> (acedido Mai. 20, 2021).
- [12] DAPHabitat, «O que é uma DAP?», *DAPHabitat*, 2011. https://daphabitat.pt/pt_PT/dap/o-que-sao/ (acedido Mai. 20, 2021).
- [13] M. Shan e B.-G. Hwang, «Green Building Rating Systems: Global Reviews of Practices and Research Efforts», *Sustainable Cities and Society*, vol. 39, 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.02.034.
- [14] W. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, and William W. Behrens III, «The Limits to Growth», p. 9, 1972.

- [15]Footprint Network, «Earth Overshoot Day 2019 is July 29th, the earliest ever - Global Footprint Network», 2020. <https://www.footprintnetwork.org/2019/06/26/press-release-june-2019-earth-overshoot-day/> (acedido Jul. 12, 2020).
- [16]National Geographic, «The Arab Oil Embargo: A Crisis That Saved Us», *Environment*, 2013. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/the-arab-oil-embargo-a-crisis-that-saved-us> (acedido Mai. 08, 2021).
- [17]2B1st Consulting, «Barrel Price and Covid-19 Impact on Oil & Gas and PetroChemicals Projects», *2B1stconsulting*, 2020. <https://2b1stconsulting.com/barrel-price-and-covid-19-impact-on-oil-gas-and-petrochemicals/> (acedido Mai. 16, 2021).
- [18]UN Environment Programme, «About Montreal Protocol», *Ozonaction*, 2018. <http://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol> (acedido Mai. 08, 2021).
- [19]Institute for Governance and Sustainable Development (IGSD), «Montreal Protocol - IGSD», 2014. <http://www.igsd.org/initiatives/montrealprotocol/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [20]National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Chemical Sciences Laboratory (CSL), «Scientific Assessment of Ozone Depletion 2018: Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer», 2018. <https://csl.noaa.gov/assessments/ozone/2018/twentyquestions/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [21]United Nations Framework Convention on Climate Change, «What is the Kyoto Protocol? | UNFCCC», 1997. https://unfccc.int/kyoto_protocol (acedido Mai. 08, 2021).
- [22]United Nations Framework Convention on Climate Change, «COP 21 | UNFCCC», 2015. <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/paris-climate-change-conference-november-2015/cop-21> (acedido Mai. 08, 2021).
- [23]U.S. Geological Survey, «What is the difference between global warming and climate change?», 2015. https://www.usgs.gov/faqs/what-difference-between-global-warming-and-climate-change-1?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products (acedido Mai. 08, 2021).
- [24]Q. Schiermeier, «The US has left the Paris climate deal — what's next?», *Nature*, 2011, doi: 10.1038/d41586-020-03066-x.
- [25]The Guardian, «Biden returns US to Paris climate accord hours after becoming president», *The Guardian*, 2021. <http://www.theguardian.com/environment/2021/jan/20/paris-climate-agreement-joe-biden-returns-us> (acedido Mai. 09, 2021).
- [26]Statista Infographics, «Infographic: Paris Climate Agreement Comes Into Effect», *Statista Infographics*. <https://www.statista.com/chart/6572/paris-climate-agreement-comes-into-effect/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [27]Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), «The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing the science related to climate change.», 1988. <https://www.ipcc.ch/> (acedido Abr. 24, 2021).
- [28]European Environment Agency (EEA), «Projected change in meteorological drought frequency between the present (1981-2010) and the mid-century 21st century (2041-2070) in Europe, under two emissions scenarios — European Environment Agency», 1993.

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-change-in-meteorological-drought> (acedido Abr. 24, 2021).

- [29] Working Group on Coupled Modelling (WGCM), «PCMDI - CMIP5 Overview», 2008. <https://pcmdi.llnl.gov/mips/cmip5/> (acedido Abr. 24, 2021).
- [30] Working Group on Coupled Modelling (WGCM), «Working Group on Coupled Modelling (WGCM) - Overview», 2008. <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-overview> (acedido Abr. 24, 2021).
- [31] World Climate Research Programme (WCRP), «World Climate Research Programme (WCRP)», 1980. <https://www.wcrp-climate.org/> (acedido Abr. 24, 2021).
- [32] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), «IPCC DDC Glossary», 1988. https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary_r.html (acedido Abr. 24, 2021).
- [33] B. Cattaneo, «Global warming could more than double costs caused by drought in Europe, study finds», *EU Science Hub - European Commission*, Mai. 10, 2021. <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/global-warming-could-more-double-costs-caused-drought-europe-study-finds> (acedido Jun. 03, 2021).
- [34] Statista Infographics, «Infographic: World's Biggest Economies Ramp Up Their Emissions», *Statista Infographics*, 2019. <https://www.statista.com/chart/19882/annual-percentage-change-in-greenhouse-gas-emissions/> (acedido Mai. 18, 2021).
- [35] Felix Richter, «Infographic: Europe Braces for Hot End to July», *Statista Infographics*, 2019. <https://www.statista.com/chart/18530/daily-temperature-highs-in-major-european-cities-in-june-and-july/> (acedido Mai. 21, 2021).
- [36] AccuWeather, «Previsão meteorológica diária local, nacional e global | AccuWeather», 2021. <https://www.accuweather.com/> (acedido Mai. 22, 2021).
- [37] Quarta Presidência Portuguesa do Conselho da UE, «Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia», *EU2021PT*. <https://www.2021portugal.eu/pt> (acedido Abr. 25, 2021).
- [38] Quarta Presidência Portuguesa do Conselho da UE, «Lei Europeia do Clima: Conselho e Parlamento alcançam acordo provisório», *EU2021PT*, 2021. <https://www.2021portugal.eu/pt/noticias/lei-europeia-do-clima-conselho-e-parlamento-alcancam-acordo-provisorio/> (acedido Abr. 25, 2021).
- [39] Conselho Europeu, «Diretiva 89/106/CEE», 1988. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX%3A31989L0106> (acedido Mai. 09, 2021).
- [40] Conselho Europeu, «Diretiva 93/76/CEE», Set. 22, 1993. <http://data.europa.eu/eli/dir/1993/76/oj/por> (acedido Mai. 09, 2021).
- [41] Comunidade Europeia, «Tratado que institui a Comunidade Europeia (Versão consolidada) | Parte III - As políticas da Comunidade | TÍTULO XIX - O ambiente | Artigo 174.º», 2006. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A12006E174> (acedido Mai. 09, 2021).
- [42] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, «Diretiva 2001/77/CE», 2001. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX%3A32001L0077> (acedido Mai. 09, 2021).

- [43]Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, «Diretiva 2002/91/CE», 2002. <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/91/oj/por> (acedido Abr. 08, 2021).
- [44]Ministério da Economia e da Inovação, «Decreto-Lei 78/2006, 2006-04-04», *Diário da República Eletrónico*, 2006. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/672458/details/maximized> (acedido Mai. 09, 2021).
- [45]Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, «Decreto-Lei 79/2006, 2006-04-04», *Diário da República Eletrónico*, 2006. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/672459/details/maximized> (acedido Mai. 09, 2021).
- [46]Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, «Decreto-Lei 80/2006, 2006-04-04», *Diário da República Eletrónico*, 2006. <https://dre.pt/home/-/dre/672456/details/maximized> (acedido Mai. 09, 2021).
- [47]ADENE - Agência para a Energia, «Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)», *Sistema de Certificação Energética dos Edifícios*. <https://www.sce.pt/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [48]ADENE - Agência para a Energia, «A ADENE – Agência para a Energia é a agência nacional de energia, associação de direito privado, sem fins lucrativos e de utilidade pública, que tem como missão o desenvolvimento de atividades de interesse público na área da energia, do uso eficiente da água e da eficiência energética na mobilidade.», 2006. <https://www.adene.pt/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [49]Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, «Diretiva 2008/50/CE», Jun. 11, 2008. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj/por> (acedido Mai. 02, 2021).
- [50]Conselho da União Europeia, «Diretiva 2013/59/Euratom», 2013. <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj/por> (acedido Mai. 16, 2021).
- [51]Assembleia da República, «Lei 52/2018, 2018-08-20», *Diário da República Eletrónico*, Ago. 20, 2018. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/116108098/details/maximized> (acedido Fev. 07, 2021).
- [52]Presidência do Conselho de Ministros, «Decreto-Lei 101-D/2020, 2020-12-07», *Diário da República Eletrónico*. <https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/150570704/details/maximized> (acedido Mai. 09, 2021).
- [53]Fundo de Eficiência Energética, «Aviso 01 – Edifício Eficiente 2012», *PNAEE*, 2012. <https://www.pnaee.pt/aviso-01/> (acedido Mar. 22, 2021).
- [54]Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), «Fundo de Eficiência Energética (FEE)», *PNAEE*, 2010. <https://www.pnaee.pt/fee/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [55]Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), «PNAEE», *PNAEE*. <https://www.pnaee.pt/pnaee/> (acedido Mai. 09, 2021).
- [56]Fundo de Eficiência Energética, «Aviso 03 – Solar Térmico e Janelas na Habitação 2012», *PNAEE*, 2012. <https://www.pnaee.pt/aviso-03/> (acedido Mar. 22, 2021).
- [57]Fundo de Eficiência Energética, «Aviso 10 – Isolamento em edifícios de Habitação 2015», *PNAEE*, 2015. <https://www.pnaee.pt/aviso-10/> (acedido Mar. 22, 2021).

- [58] Fundo de Eficiência Energética, «Aviso 20 – Edifícios Eficientes 2016», *PNAEE*, 2016. <https://www.pnaee.pt/aviso-20/> (acedido Mar. 22, 2021).
- [59] Instituto Nacional de Estatística (INE), «Classificação Portuguesa das Actividades Económicas-CAE - Rev.3.Ano de edição: 2007», 2007. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=10376048&PUBLICACOESmodo=2 (acedido Mai. 23, 2021).
- [60] Fundo de Eficiência Energética, «Aviso 25 - Eficiência Energética nos Edifícios 2017/18», *PNAEE*, 2018. <https://www.pnaee.pt/aviso-25/> (acedido Mar. 22, 2021).
- [61] ePortugal, o portal central de serviços da Administração Pública, «Candidatar-se ao programa “Reabilitar para Arrendar – Habitação Acessível”», 2015. <https://eportugal.gov.pt/servicos/candidatar-se-ao-programa-reabilitar-para-arrendar-habitacao-acessivel-> (acedido Mai. 23, 2021).
- [62] Jornal PÚBLICO, «Falta de interesse no programa leva Instituto da Habitação e Reabilitação a pedir ao Banco Europeu de Investimento uma prorrogação do empréstimo até 2023.», *PÚBLICO*, 2019. <https://www.publico.pt/2019/10/22/economia/noticia/governo-vai-reformular-programa-reabilitar-arrendar-rendas-acessiveis-1890897> (acedido Mai. 23, 2021).
- [63] Fundiestamo, «Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado (FNRE)», *Fundiestamo – Sociedade Gestora de Fundos de Investimento Imobiliário, SA*. <https://fundiestamo.com/fundofnre/> (acedido Mai. 23, 2021).
- [64] Fundiestamo, «A Fundiestamo é a empresa instrumental do Grupo Parpública para a atividade de gestão de Fundos de Investimento Imobiliário.», *Fundiestamo – Sociedade Gestora de Fundos de Investimento Imobiliário, SA.*, 2000. <https://fundiestamo.com/> (acedido Jun. 03, 2021).
- [65] IFFRU 2020 - Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbanas, «IFFRU 2020», 2020. <https://iffru.ihru.pt/> (acedido Abr. 25, 2021).
- [66] Resolução do Conselho de Ministros, «Resolução do Conselho de Ministros 41/2020, 2020-06-06», *Diário da República Eletrónico*, 2020. <https://dre.pt/home/-/dre/135391594/details/maximized> (acedido Mai. 23, 2021).
- [67] SNS24, «Saiba tudo sobre o coronavírus, COVID-19, os seus sintomas, o período de incubação, como se transmite e qual o tratamento.», *SNS24*, 2020. <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-infecciosas/covid-19/> (acedido Mai. 23, 2021).
- [68] Fundo Ambiental, «Fundo Ambiental, Ministério do Ambiente e Ação Climática», 2020. <https://www.fundoambiental.pt/avisos-2020/mitigacao-das-alteracoes-climaticas/programa-de-apoio-a-edificios-mais-sustentaveis.aspx> (acedido Mar. 22, 2021).
- [69] Vasco Peixoto de Freitas (GECORPA - Grémio do Património) e Soraya Monteiro Genin (ICOMOS Portugal), «Interpelação sobre o Regulamento de Atribuição de Incentivos do Programa de Apoio a Edifícios Mais Sustentáveis». 2020.
- [70] Assembleia da República, «Lei 107/2001, 2001-09-08», *Diário da República Eletrónico*, 2001. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/629790/details/maximized> (acedido Jun. 03, 2021).

- [71] Fundo Ambiental, «Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis 2021», 2021. <https://www.fundoambiental.pt/aviso-2021/mitigacao-das-alteracoes-climaticas/programa-de-apoio-a-edificios-mais-sustentaveis-ii.aspx> (acedido Jun. 03, 2021).
- [72] U.S. Bureau of Labor Statistics, «The Bureau of Labor Statistics is the principal fact-finding agency for the Federal Government in the broad field of labor economics and statistics.», 2021. <https://www.bls.gov/> (acedido Mai. 19, 2021).
- [73] Statista Infographics, «Infographic: These Are the Industries That Work From Home», *Statista Infographics*, 2019. <https://www.statista.com/chart/19492/working-from-home/> (acedido Mai. 19, 2021).
- [74] Statista Infographics, «Infographic: Where Europeans Get To Work From Home», *Statista Infographics*, 2021. <https://www.statista.com/chart/20743/share-of-employed-people-who-usually-work-from-home/> (acedido Mai. 19, 2021).
- [75] Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, «Decreto-Lei 40/90, 1990-02-06», *Diário da República Eletrónico*, 1990. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/334611/details/maximized> (acedido Mai. 24, 2021).
- [76] Presidência do Conselho de Ministros, «Resolução do Conselho de Ministros 8-A/2021, 2021-02-03», *Diário da República Eletrónico*, 2021. <https://dre.pt/home/-/dre/156295372/details/maximized> (acedido Mai. 24, 2021).
- [77] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia, «Despacho (extrato) 15793-F/2013, 2013-12-03», *Diário da República Eletrónico*, 2013. https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/2975219/details/maximized?p_p_auth=iFUG9WkE (acedido Abr. 25, 2021).
- [78] Presidência do Conselho de Ministros, «Decreto-Lei 274/2009, 2009-10-02», *Diário da República Eletrónico*, 2009. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/491203/details/maximized> (acedido Abr. 20, 2021).
- [79] Agência Portuguesa do Ambiente (APA), «Participa - o seu portal de Participação nas Consultas Públicas do Ministério do Ambiente e Ação Climática», 2015. <http://participa.pt/> (acedido Abr. 20, 2021).
- [80] Portal Participa, «Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética 2021-2050», 2021. <http://participa.pt/pt/consulta/estrategia-nacional-de-longo-prazo-para-o-combate-a-pobreza-energetica-2021-2050> (acedido Jun. 03, 2021).
- [81] XXII Governo - República Portuguesa, «PRR tem 1250 milhões para gastar em Habitação em seis anos», 2021. <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/noticia?i=pr-r-tem-1250-milhoes-para-gastar-em-habitacao-em-seis-anos> (acedido Jun. 03, 2021).
- [82] Vasco Peixoto de Freitas (Professor Catedrático e Consultor), «Comentário à Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética 2021-2050». 2021.
- [83] Vasco Peixoto de Freitas (Professor Catedrático e Consultor), «Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios – Os compromissos europeus e a realidade portuguesa», *Construção Magazine*, vol. 102, pp. 43, 44, Abr. 2021.

- [84] Parlamento Europeu, «Presidência Portuguesa do Conselho da UE: expectativas dos eurodeputados | Atualidade | Parlamento Europeu», 2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/eu-affairs/20201208STO93328/presidencia-portuguesa-do-conselho-da-ue-expectativas-dos-eurodeputados> (acedido Jun. 10, 2021).
- [85] S. A. Magalhães e V. P. de Freitas, «A complementary approach for energy efficiency and comfort evaluation of renovated dwellings in Southern Europe», *Energy Procedia*, vol. 132, pp. 909–914, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.09.717.
- [86] L. A. Greening, D. L. Greene, e C. Difiglio, «Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey», *Energy Policy*, vol. 28, n. 6–7, pp. 389–401, 2000, doi: 10.1016/S0301-4215(00)00021-5.
- [87] R. Galvin, «Making the “rebound effect” more useful for performance evaluation of thermal retrofits of existing homes: Defining the “energy savings deficit” and the “energy performance gap”», *Energy and Buildings*, vol. 69, pp. 515–524, 2014, doi: 10.1016/j.enbuild.2013.11.004.
- [88] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia, «Despacho (extrato) 15793-H/2013, 2013-12-03», *Diário da República Eletrónico*, 2013. https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/2975221/details/normal?p_p_auth=SQSh4kP8 (acedido Jun. 10, 2021).
- [89] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia, «Despacho (extrato) 15793-I/2013, 2013-12-03», *Diário da República Eletrónico*, 2013. https://dre.pt/web/guest/pesquisa-avancada/-/asearch/2975222/details/normal?serie=II&search=Pesquisar&ano=2013&perPage=100&types=D&R&_advancedPublicSearch_WAR_drefrontofficeportlet_dreId=726160 (acedido Jun. 10, 2021).
- [90] S. A. de M. Barbosa, «Comparação do índice de desconforto passivo com a classe energética de edifícios de habitação reabilitados do sul da europa», 2020, Acedido: Mai. 16, 2021. [Em linha]. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/128487>
- [91] BREEAM BRE, «BREEAM: the world’s leading sustainability assessment method for masterplanning projects, infrastructure and buildings», *BREEAM*, 1990. <https://www.breeam.com/> (acedido Jan. 03, 2021).
- [92] Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), «LEED: Better Buildings Are Our Legacy», 1998. <http://leed.usgbc.org/> (acedido Jun. 12, 2021).
- [93] ADENE - Agência para a Energia, «Portal CasA+ – Ao aderir ao portal casA+ o utilizador entra em sua casa!», 2020. <https://portalcasamais.pt/> (acedido Jun. 10, 2021).
- [94] iBRoad Project – Individual Building Renovation Roadmaps, «At a glance – iBRoad Project», 2017. <https://ibroad-project.eu/about/at-a-glance/> (acedido Jun. 10, 2021).
- [95] ADENE - Agência para a Energia, «O sistema CLASSE+ para etiquetagem energética de produtos (originalmente designado por SEEP) é uma iniciativa da ADENE – Agência para a Energia para facilitar a escolha de produtos mais eficientes na reabilitação de edifícios.», *CLASSE+*, 2012. <https://www.classemais.pt/> (acedido Jun. 11, 2021).
- [96] Parlamento Europeu e Conselho Europeu, «Regulamento (UE) 2017/1369 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2017, que estabelece um regime de etiquetagem energética e que

- revoga a Diretiva 2010/30/UE (Texto relevante para efeitos do EEE. »), 2017. <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/1369/oj/por> (acedido Jun. 10, 2021).
- [97] Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social, «Portaria 353-A/2013, 2013-12-04», *Diário da República Eletrónico*, 2013. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/331868/details/maximized> (acedido Mai. 16, 2021).
- [98] World Health Organization, «WHO | Health Topics | Radon», *WHO*, 2011. http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/ (acedido Abr. 06, 2020).
- [99] Presidência do Conselho de Ministros, «Decreto-Lei 108/2018, 2018-12-03», *Diário da República Eletrónico*, 2018. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/117202785/details/maximized> (acedido Mai. 16, 2021).
- [100] C. Shrubsole, S. Dimitroulopoulou, K. Foxall, B. Gadeberg, e A. Doutsis, «IAQ guidelines for selected volatile organic compounds (VOCs) in the UK», *Building and Environment*, vol. 165, 2019, doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106382.
- [101] Statista Infographics, «Infographic: The World's Leading Causes Of Death», *Statista Infographics*, 2020. <https://www.statista.com/chart/23755/total-number-of-people-who-died-from-the-following-conditions/> (acedido Mai. 19, 2021).
- [102] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia, «Despacho (extrato) 15793-H/2013, 2013-12-03», *Diário da República Eletrónico*, 2013. https://dre.pt/web/guest/pesquisa-avancada/-/asearch/2975221/details/normal?serie=II&search=Pesquisar&ano=2013&perPage=100&types=DR&_advancedPublicSearch_WAR_drefrontofficeportlet_dreId=726160 (acedido Abr. 25, 2021).
- [103] PTnZEB – Plataforma para a promoção dos nZEB em Portugal, «PTnZEB – Plataforma para a promoção dos nZEB em Portugal», 2016. <https://pt-nzeb.pt/> (acedido Abr. 25, 2021).
- [104] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, «Portaria 349-B/2013, 2013-11-29», *Diário da República Eletrónico*, 2013. <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/647290/details/normal?l=1> (acedido Abr. 25, 2021).
- [105] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia, «Despacho 14985/2015, 2015-12-17», *Diário da República Eletrónico*, 2015. <https://dre.pt/home/-/dre/72912655/details/maximized> (acedido Abr. 25, 2021).
- [106] Instituto Nacional de Estatística (INE), «Estudo sobre o Poder de Compra Concelhio - 2017», 2017. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=358634546&PUBLICACOESmodo=2 (acedido Abr. 25, 2021).
- [107] M. Ferreira, M. Almeida, A. Rodrigues, C. Araújo, e J. Guimarães, «PORTUGAL EPBD National report on calculation of cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for residential buildings», UM, 2014. doi: 10.13140/2.1.1543.7124.
- [108] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, «Portaria 379-A/2015, 2015-10-22», *Diário da República Eletrónico*, 2015. <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/70789581/details/maximized> (acedido Abr. 18, 2021).

- [109] Statista Infographics, «Infographic: Renewable Energy Boomed In 2020», *Statista Infographics*, 2021. <https://www.statista.com/chart/24856/net-global-renewable-capacity-additions/> (acedido Mai. 18, 2021).
- [110] Statista Infographics, «Infographic: The Sun Is Shining Bright on Solar Energy Growth», *Statista Infographics*, 2019. <https://www.statista.com/chart/19727/renewable-capacity-growth/> (acedido Mai. 18, 2021).
- [111] C. E. L. Latunussa, F. Ardente, G. A. Blengini, e L. Mancini, «Life Cycle Assessment of an innovative recycling process for crystalline silicon photovoltaic panels», *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 156, pp. 101–111, 2016, doi: 10.1016/j.solmat.2016.03.020.
- [112] S. Mahmoudi, N. Huda, Z. Alavi, M. T. Islam, e M. Behnia, «End-of-life photovoltaic modules: A systematic quantitative literature review», *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 146, pp. 1–16, 2019, doi: 10.1016/j.resconrec.2019.03.018.
- [113] K. Komoto, S. Oyama, T. Sato, e H. Uchida, «Recycling of PV Modules and its Environmental Impacts», 2018, pp. 2590–2593. doi: 10.1109/PVSC.2018.8547691.
- [114] F. Ardente, C. E. L. Latunussa, e G. A. Blengini, «Resource efficient recovery of critical and precious metals from waste silicon PV panel recycling», *Waste Management*, vol. 91, pp. 156–167, 2019, doi: 10.1016/j.wasman.2019.04.059.
- [115] B. R. Burg, P. Ruch, S. Paredes, e B. Michel, «Effects of radiative forcing of building integrated photovoltaic systems in different urban climates», *Solar Energy*, vol. 147, pp. 399–405, 2017, doi: 10.1016/j.solener.2017.03.004.
- [116] Statista Infographics, «Chart: China Dominates All Steps of Solar Panel Production | Statista», 2021. https://www.statista.com/chart/24687/solar-panel-global-market-shares-by-production-steps/?utm_source=Statista+Newsletters&utm_campaign=0febb486a8-All_InfographTicker_daily_COM_PM_KW20_2021_Mo&utm_medium=email&utm_term=0_662f7ed75e-0febb486a8-329948494 (acedido Mai. 19, 2021).
- [117] Central Heating and Air Conditioning, «Who is the Largest Air Conditioner Manufacturer in the World?», *Central Heating and Air Conditioning*, Fev. 20, 2020. <https://centralheatofga.com/who-is-the-largest-air-conditioner-manufacturer-in-the-world/> (acedido Mai. 19, 2021).
- [118] Statista Infographics, «Infographic: China and India Drive Global Demand for Air Conditioning», *Statista Infographics*, 2020. <https://www.statista.com/chart/22703/air-conditioning-by-region-country/> (acedido Mai. 18, 2021).
- [119] Statista Infographics, «Infographic: Air Conditioning Biggest Factor in Growing Electricity Demand», *Statista Infographics*, 2020. <https://www.statista.com/chart/14401/growing-demand-for-air-conditioning-and-energy/> (acedido Mai. 18, 2021).
- [120] R. L. Carvalho, E. D. Vicente, L. A. C. Tarelho, e O. M. Jensen, «Wood stove combustion air retrofits: A low cost way to increase energy savings in dwellings», *Energy and Buildings*, vol. 164, pp. 140–152, 2018, doi: 10.1016/j.enbuild.2018.01.002.
- [121] J. Lelieveld *et al.*, «Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions», *European Heart Journal*, vol. 40, n. 20, pp. 1590–1596, 2019, doi: 10.1093/eurheartj/ehz135.

- [122] Martin Armstrong, «Infographic: Air Pollution Kills More People Than Smoking», *Statista Infographics*, 2019. <https://www.statista.com/chart/17326/air-pollution-kills-more-people-than-smoking/> (acedido Mai. 21, 2021).
- [123] Statista Infographics, «Infographic: Air Pollution Kills More People Than Smoking», *Statista Infographics*, 2019. <https://www.statista.com/chart/17326/air-pollution-kills-more-people-than-smoking/> (acedido Mai. 21, 2021).
- [124] Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, «Decreto-Lei 102/2010, 2010-09-23», *Diário da República Eletrónico*, 2010. https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/342123/details/normal?q=Decreto_lei+n.%25C2%25BA%2520102%252F2010 (acedido Mai. 02, 2021).
- [125] World Health Organization, «Ambient (outdoor) air pollution», 2018. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (acedido Mai. 02, 2021).
- [126] Energy Policy Institute at the University of Chicago (EPIC), «Produced by the Energy Policy Institute at the University of Chicago (EPIC), The Air Quality Life Index, or AQLI, converts air pollution concentrations into their impact on life expectancy.», *AQLI*, 2018. <https://aqli.epic.uchicago.edu/> (acedido Mai. 23, 2021).
- [127] Energy Policy Institute at the University of Chicago (EPIC), «Mission: Confront the global energy challenge by ensuring Energy Markets provide access to reliable, affordable energy needed for growth, while limiting emissions that cause Climate Change and damages to the Environment.», *EPIC*, 2018. <https://epic.uchicago.edu/> (acedido Mai. 23, 2021).
- [128] Niall McCarthy, «Infographic: Air Pollution Is The Greatest Human Health Risk», *Statista Infographics*, 2018. <https://www.statista.com/chart/16154/average-life-expectancy-lost-per-person-worldwide/> (acedido Mai. 21, 2021).
- [129] Statista Infographics, «Infographic: Air Pollution Is The Greatest Human Health Risk», *Statista Infographics*, 2018. <https://www.statista.com/chart/16154/average-life-expectancy-lost-per-person-worldwide/> (acedido Mai. 21, 2021).
- [130] European Environment Agency (EEA), «European Environment Agency's home page», 2018. <https://www.eea.europa.eu/> (acedido Mai. 24, 2021).
- [131] European Environment Agency (EEA), «Assessing the risks to health from air pollution», 2018. <https://www.eea.europa.eu/publications/assessing-the-risks-to-health/assessing-the-risks-to-health> (acedido Mai. 24, 2021).
- [132] Martin Armstrong, «Infographic: Where EU air pollution kills the most people», *Statista Infographics*, 2018. <https://www.statista.com/chart/15933/early-deaths-due-to-particulate-matter-eu28/> (acedido Mai. 21, 2021).
- [133] Statista Infographics, «Infographic: Where EU air pollution kills the most people», *Statista Infographics*, 2018. <https://www.statista.com/chart/15933/early-deaths-due-to-particulate-matter-eu28/> (acedido Mai. 21, 2021).

- [134] F. Amato *et al.*, «AIRUSE-LIFE+: a harmonized PM speciation and source apportionment in five southern European cities», *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 16, n. 5, pp. 3289–3309, 2016, doi: <https://doi.org/10.5194/acp-16-3289-2016>.
- [135] D. Frasca, M. Marcoccia, L. Tofful, G. Simonetti, C. Perrino, e S. Canepari, «Influence of advanced wood-fired appliances for residential heating on indoor air quality», *Chemosphere*, vol. 211, pp. 62–71, 2018, doi: [10.1016/j.chemosphere.2018.07.102](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.102).
- [136] X. Zhou *et al.*, «Estimation of residential fine particulate matter infiltration in Shanghai, China», *Environmental Pollution*, vol. 233, pp. 494–500, 2018, doi: [10.1016/j.envpol.2017.10.054](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.054).
- [137] G. de Gennaro, P. R. Dambruoso, A. Di Gilio, V. di Palma, A. Marzocca, e M. Tutino, «Discontinuous and continuous indoor air quality monitoring in homes with fireplaces or wood stoves as heating system», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 13, n. 1, 2015, doi: [10.3390/ijerph13010078](https://doi.org/10.3390/ijerph13010078).
- [138] D. E. Saraga *et al.*, «A pilot investigation of PM indoor/outdoor mass concentration and chemical analysis during a period of extensive fireplace use in Athens», *Aerosol and Air Quality Research*, vol. 15, n. 7, pp. 2485–2495, 2015, doi: [10.4209/aaqr.2015.02.0100](https://doi.org/10.4209/aaqr.2015.02.0100).
- [139] C. W. Noonan *et al.*, «Randomized trial of interventions to improve childhood asthma in homes with wood-burning stoves», *Environmental Health Perspectives*, vol. 125, n. 9, 2017, doi: [10.1289/EHP849](https://doi.org/10.1289/EHP849).
- [140] M. L. McNamara, J. Thornburg, E. O. Semmens, T. J. Ward, e C. W. Noonan, «Reducing indoor air pollutants with air filtration units in wood stove homes», *Science of the Total Environment*, vol. 592, pp. 488–494, 2017, doi: [10.1016/j.scitotenv.2017.03.111](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.111).
- [141] E. D. Vicente *et al.*, «Particulate and gaseous emissions from the combustion of different biofuels in a pellet stove», *Atmospheric Environment*, vol. 120, pp. 15–27, 2015, doi: [10.1016/j.atmosenv.2015.08.067](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.067).
- [142] Kephelopoulos Stylianos, Geiss Otmar, Barrero Josefa, D'Agostino Delia, Paci Daniele, «Promoting healthy and energy efficient buildings in the European Union :National implementation of related requirements of the Energy Performance Buildings Directive (2010/31/EU).», 2017, Acedido: Mai. 02, 2021. [Em linha]. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/820291>
- [143] Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA), «We are a new independent research organisation focused on revealing the trends, causes, and health impacts, as well as the solutions to air pollution.», *Centre for Research on Energy and Clean Air*. <https://energyandcleanair.org/> (acedido Mai. 24, 2021).
- [144] Ambiente e Transição Energética, «Portaria 98/2019, 2019-04-02», *Diário da República Eletrónico*, 2019. <https://dre.pt/home/-/dre/121854639/details/maximized> (acedido Mai. 16, 2021).
- [145] ADENE - Agência para a Energia, «Programa de Eficiência Energética na Administração Pública “ECO.AP”», *EcoAP*, 2020. <https://www.ecoap.pt/> (acedido Mai. 20, 2021).
- [146] Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas (FEPICOP), «A FEPICOP é constituída pela AECOPS - Associação de Empresas de Construção Obras Públicas e Serviços e pela AICCOPN - Associação dos Industriais de Construção Civil e Obras Públicas.», 1996. <http://www.fepicop.pt/index.php> (acedido Jun. 12, 2021).

- [147] M. Bandeira, «Resgate a Portugal foi o terceiro maior de sempre na história do FMI», *O Jornal Económico*, 2019. <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/resgate-a-portugal-foi-o-terceiro-maior-de-sempre-na-historia-do-fmi-394182> (acedido Mai. 02, 2021).
- [148] Joint Research Centre (JRC), «As the European Commission's science and knowledge service, the Joint Research Centre (JRC) supports EU policies with independent scientific evidence throughout the whole policy cycle.», *EU Science Hub - European Commission*, 2012. <https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-in-brief> (acedido Jun. 12, 2021).
- [149] European Commission. Joint Research Centre., *MEErP preparatory study on taps and showers: final report*. LU: Publications Office, 2014. Acedido: Jun. 12, 2021. [Em linha]. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2791/539491>
- [150] X-tendo, «Ten features of the next generation of energy performance certificates, to provide public authorities with improved compliance, reliability, usability and convergence of next-generation energy performance assessment and certification.», 2020. <https://x-tendo.eu/> (acedido Jun. 12, 2021).
- [151] ADENE - Agência para a Energia, «A Classificação AQUA+ determina e comunica, numa escala de A+ (mais eficiente) a F (menos eficiente), o desempenho hídrico de imóveis. O nível de eficiência no uso da água é avaliado por empresas e auditores qualificados que também aconselham medidas de melhoria.», *AQUA+*, 2019. <https://www.aquamaais.pt/> (acedido Jun. 12, 2021).
- [152] DEEP - De-risk Energy Efficiency Platform, «DEEP is an open-source database for energy efficiency investments performance monitoring and benchmarking.», 2017. <https://deep.eefig.eu/> (acedido Jun. 12, 2021).
- [153] D. R. Landsberg, J. A. Shonder, K. A. Barker, C. R. L. Hall, e D. T. Reindl, «ASHRAE Guideline 14-2014». 2014.
- [154] G. R. Ruiz e C. F. Bandera, «Validation of calibrated energy models: Common errors», *Energies*, vol. 10, n. 10, 2017, doi: 10.3390/en10101587.
- [155] Efficiency Valuation Organization (EVO), «Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings, Volume I». 2009.
- [156] Efficiency Valuation Organization (EVO), «Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings, Volume I». 2010.
- [157] International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP), «Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings, Volume I». 2002.
- [158] Plan Bleu, «Assessment of the socio-economic value of the goods and services provided by Mediterranean forest ecosystems. Synthèse régionale», 2016. Acedido: Mai. 01, 2021. Disponível em: <https://planbleu.org/en/publications/assessment-of-the-socio-economic-value-of-the-goods-and-services-provided-by-mediterranean-forest-ecosystems-synthese-regionale/>