



BRUNO AMADEU LOPES MACHADO  
LEGISLAÇÃO E PROGRAMAS DE INCENTIVO PARA  
A GESTÃO DA PROCURA DE ENERGIA

UMinho | 2018



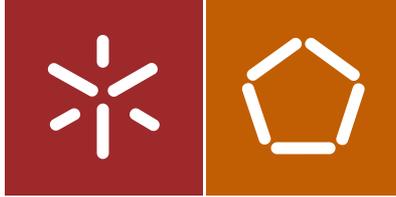
Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Bruno Amadeu Lopes Machado

LEGISLAÇÃO E PROGRAMAS DE INCENTIVO  
PARA A GESTÃO DA PROCURA DE ENERGIA

outubro de 2018





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Bruno Amadeu Lopes Machado

LEGISLAÇÃO E PROGRAMAS DE INCENTIVO  
PARA A GESTÃO DA PROCURA DE ENERGIA

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efectuado sob a orientação de  
Professor Doutor Luís Manuel Bragança de Miranda e  
Lopes  
Doutora Maria de Fátima Morais de Aguiar e Castro

*'As far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain, and as far as they are certain, they do not refer to reality.'*

[Albert Einstein]



## **AGRADECIMENTOS**

O meu apreço a todos os que fizeram, fazem e faram parte da minha viagem, pela amizade, companheirismo e diálogo que proporcionaram as nossas conotações e sinergias.

Ao Professor Luís Bragança e Arquiteta Fátima pela orientação, acompanhamento e conhecimentos transmitidos.

Mãe, Pai, grato por tudo, a experiência surge da vivência, e vocês são a parte integrante de todo o meu processo de desenvolvimento como cidadão.

À Família, inclusive os Amigos, a Família que surge ao longo da viagem.

A todos os meus professores, um especial apreço à Professora Maria do Carmo e ao Professor Rui Maciel.

A todos os que, por vezes, num mero acaso, ampliaram o que acredito até ao infinito, para a expressão das minhas ideias com palavras megalíticas.

Vocês serão perduravelmente parte do que sou, do conhecimento, da curiosidade e constante indagação de querer aprender mais e melhor, a educação.

São a minha fonte de energia, de vocês eu não consigo amenizar a minha necessidade energética, porém, a vossa energia é oriunda de uma fonte renovável, cíclica e sem intermitência.

Um bem-haja, a todos, vocês sabem quem são.



## RESUMO

A energia está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento tecnológico e social. Deste modo, não se justifica um crescimento irracional da sua procura e oferta. Assim, surge a necessidade de uma utilização racional dos recursos energéticos, promovendo, em todos os instantes, um pensamento crítico e construtivo do paradigma de utilização de energia.

Com o aumento populacional e o desenvolvimento industrial, é cada vez mais notório o aumento de utilização de energia e, dada a procura irresponsável, o aumento de gases com efeito de estufa lançados para a atmosfera. Na União Europeia, os edifícios são responsáveis por 40% da energia utilizada e 36% das emissões de gases com efeito de estufa. Deste modo, esta tem vindo a desenvolver políticas e regulamentos para a construção mais eficiente de edifícios, de forma a mitigar os impactes ambientais e reduzir as necessidades energéticas desde a fase de conceção até à de demolição.

O ambiente construído, sustentado nos princípios da economia circular, com edifícios concebidos de forma modular com materiais não tóxicos e transformando a energia de que necessitam, deve ser parte integrante das infraestruturas existentes. Assim, a gestão da procura de energia consiste na promoção da redução da procura em períodos de pico e da utilização racional da mesma, a eficiência energética e a procura responsável. Ou seja, pretende-se repensar a utilização da energia de acordo com a introdução de tarifas dinâmicas que trazem vantagens económicas para os utilizadores, promovendo as abordagens sociais e ambientais no longo caminho para a sustentabilidade. Contudo, os métodos de gestão da procura de energia são essencialmente focados na utilização de eletricidade.

Assim, a legislação e políticas públicas necessitam de ser bem articuladas com as tecnologias existentes, a fim de promoverem a mudança de paradigma por parte de toda a sociedade. Consequentemente, os edifícios devem correlacionar-se com a rede elétrica de forma a otimizar o conceito das redes inteligentes de energia e interagir com os seus ocupantes para uma gestão energética eficiente, minimizando desperdícios, promovendo a sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida, repensando toda a utilização de energia no setor da construção e edificado desde o ponto inicial de projeto.

Atualmente as regulamentações e políticas públicas que consideram abordagens sustentáveis, estão constantemente a ser revistas e reformuladas, tentando mitigar as alterações climáticas e impulsionar a eficiência energética. Simultaneamente verifica-se o contínuo desenvolvimento tecnológico, onde a procura de energia e recursos continua a crescer de forma insustentável para o ambiente e por conseguinte para toda a humanidade. A realização de uma análise interpretativa, construtiva e sinérgica de todos os conceitos, tendo em consideração uma abordagem holística é assim essencial, com o objetivo de se melhorar o ambiente e a forma como a sociedade se interessa pelo mesmo, melhorando assim o desenvolvimento sustentável da utilização de energia.

**Palavras-chave:** Gestão da Procura de Energia; Eficiência Energética; Procura Responsável; Políticas Públicas; Economia Circular.



## ABSTRACT

Energy is intrinsically linked to technological and social development. In this way it is not justified the constantly increasing and unreasonable demand. Therefore, it is necessary to promote the rational use of the energy resources, with critical constructivism thinking about the paradigms of consumption.

Nevertheless, given increasing energy consumption, growing global population and the industrial development the anthropogenic greenhouse gas emissions are consequentially increasing and obviously, the unsustainable demand. In the European Union, buildings are responsible for 40% of energy consumption and 36% of greenhouse gas emissions. Thus, it is constantly developing policies and legislation to sustainable buildings, to mitigate the environmental impacts, and reduce the energy demand during all the life cycle, increasing the energy performance of buildings.

The built environment builds around circular economy principles, with modular buildings with a cradle-to-cradle approach and nontoxic materials producing energy to their demand should be integrated into the infrastructures. Therefore, demand-side management is a concept to promote energy demand reduction in the peak periods, energy efficiency and demand response. In other words, rethinking energy utilization according to dynamic tariffs which give benefits to all stakeholders, reducing the costs to the consumers, and at the same time improving social and environmental performance in the pathway to sustainability. However, the demand-side management methods are mainly focus on electricity consumption.

Therefore, legislation and public policies should be well articulated with technologies to promote paradigm changes in all the society. Hence, buildings should relate to the electrical grid to maximize the concept of smart grids and interact with the occupants to the efficient energy management, minimizing waste, to promote sustainability during all the building lifecycle, rethinking all energy consumption in construction and building industry in first step process of projection.

Nowadays, legislation and public policies which consider sustainability approaches are constantly improving, trying to fix the pathways to avoid climate changes and achieve energy efficiency, but at the same time, the energy and resources demand still increasing in a non-sustainable way to the social and environmental aspects and consequently to the humanity. An interpretative, constructive, and synergetic analysis around all the concepts, with a holistic approach, is necessary, with the goal to make the environment healthier and the way that society sees the same, improving the sustainable development.

**Keywords:** Demand Side Management; Energy Efficiency; Demand Response; Public Policies; Circular Economy.



## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização.....	3
1.2	Objetivos da dissertação .....	7
1.3	Estrutura da dissertação .....	9
2	ESTADO DA ARTE .....	10
2.1	Enquadramento do capítulo 2 .....	10
2.2	O paradigma da eficiência no setor da construção.....	11
2.2.1	nZEB - edifícios com necessidades energéticas quase nulas .....	14
2.2.2	Reabilitação ou nova construção .....	17
2.3	Economia circular no setor da construção .....	18
2.4	Gestão da procura de energia e recursos.....	20
2.4.1	Procura responsável.....	28
2.4.2	Fator humano.....	31
2.4.3	Efeito de retorno .....	35
2.4.4	Gestão do portfólio de recursos .....	37
2.5	Armazenamento de energia e incorporação de energia proveniente de fontes renováveis.....	38
2.5.1	Armazenamento de energia térmica .....	41
2.6	Inteligência artificial, TIC e digitalização na construção .....	43
2.6.1	Impressão tridimensional.....	43
2.6.2	Internet das coisas.....	45
2.6.3	O futuro das transações energéticas.....	46
2.7	Métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios.....	47
2.7.1	BREEAM .....	50
2.7.2	LEED .....	51
2.7.3	SBTOOL.....	52

2.8	Análise SWOT .....	53
2.9	Conclusão do capítulo 2.....	55
3	LEGISLAÇÃO E PROGRAMAS DE INCENTIVO.....	55
3.1	Enquadramento do capítulo 3 .....	60
3.2	Diretivas da União Europeia.....	60
3.2.1	Promoção da cogeração .....	64
3.2.2	Eficiência energética.....	65
3.2.3	Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis .....	76
3.2.4	Desempenho energético dos edifícios .....	79
3.2.4.1	Diretiva 2002/91/CE e 2010/31/UE.....	80
3.2.4.2	Diretiva (UE) 2018/844.....	83
3.2.4.3	Decretos-lei portugueses .....	96
3.3	Programas e iniciativas de incentivo .....	96
3.3.1	FEIE e FEEI .....	100
3.3.2	Horizonte2020 .....	100
3.4	Conclusão do capítulo 3.....	106
4	BOAS PRÁTICAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO.....	108
4.1	Enquadramento do capítulo 4 .....	108
4.2	METI school .....	109
4.3	Casas em movimento .....	110
4.4	Dom.ai e Koda .....	113
4.5	Ras Abu Aboud stadium .....	114
4.6	The Edge office building .....	115
4.7	Garitage park e Park 20 20.....	119
4.8	iBRoad .....	120
4.9	InovGrid e InovCity.....	121
4.10	Conclusão do capítulo 4 .....	123

5	NOTAS FINAIS .....	124
5.1	Discussão .....	124
5.2	Conclusão.....	128
5.3	Desenvolvimentos futuros .....	132
	Referências bibliográficas .....	134



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos de desenvolvimento sustentável (Comissão Nacional da Unesco, 2018).....	1
Figura 2 – Suportes da sustentabilidade (adaptado de Thomsen & Van Der Flier, 2009). .....	3
Figura 3 – Aumento esperado da procura de energia a nível mundial, por recurso energético (adaptado de EIA, 2017). .....	4
Figura 4 – Percentagem de transformação de eletricidade, nos Estados Membros da UE, através de energia proveniente de fontes renováveis, durante uma década (Eurostat, 2015 em Iqtiyanillham et al., 2017).....	5
Figura 5 – Fronteiras do conceito DSM (adaptado de Warren, 2015). .....	6
Figura 6 – Introdução do fator humano conectado com a rede (adaptado de Palensky & Dietrich., 2011).....	7
Figura 7 – Influência das decisões de projeção nos impactes ambientais e custos de ciclo de vida (adaptado de Kohler & Moffatt, 2003 em Bragança et al., 2014). .....	11
Figura 8 – Desenvolvimento da definição de nZEB nos EM da UE (adaptado de UE, 2013).....	15
Figura 9 – Principais objetivos das políticas energéticas e climáticas até 2030 (adaptado de Jornal Oficial da UE, 2018). .....	24
Figura 10 – Benefícios da DSM (adaptado de Warren, 2015). .....	25
Figura 11 – Relação entre risco e remuneração para diferentes mecanismos de tarifa (adaptado de Thakur & Chakraborty, 2016).....	30
Figura 12 – Desafios para a DSM (adaptado de Warren, 2015). .....	35
Figura 13 – Energia primária e secundária (adaptado de Øvergaard, 2008 em Aneke & Wang, 2016). .....	39
Figura 14 – Conceito de armazenamento de energia (adaptado de Aneke & Wang, 2016). .....	40
Figura 15 – Classificação de conservação de energia (adaptado de Meyabadi & Deihimi, 2017).....	40

Figura 16 – Classificação dos sistemas de armazenamento de energia (adaptado de Gil et al., 2010).....	41
Figura 17 – Aplicações práticas de processos de impressão tridimensional do betão (adaptado de Lim et al., 2012).....	43
Figura 18 – Gráfico exemplificativo dos custos de manufaturaçã e por componente (adaptado de Hague et al., 2003 em Lim et al., 2012).....	44
Figura 19 – Processo de avaliação SBTTool <sup>PT</sup> (APEMETA, 2018). ....	53
Figura 20 – Cronograma relativo à legislação e políticas de incentivo relacionadas com a DSM (adaptado de Warren, 2015).....	58
Figura 21 – Representação de diferentes áreas nas zonas de sinergia (adaptado de Larsson et al., 2012).....	91
Figura 22 – METI school (Hörbst & Grill, 2017). ....	109
Figura 23 – Fase de construção com métodos autocéfalos (Hörbst & Grill, 2017). ....	110
Figura 24 – Casa em movimento (CEM, 2014).....	111
Figura 25 – Princípios bio miméticos no edifício (movimento de verão) (CEM, 2014). .....	112
Figura 26 – Princípios bio miméticos no edifício (movimento de inverno) (CEM, 2014). .....	112
Figura 27 – Módulo “ <i>dom.ai</i> ” (PASSIVDOM, 2017).....	113
Figura 28 – Pequena urbanização com módulos KODA (KODASEMA, 2017). ....	113
Figura 29 – “ <i>Ras Abu Aboud Stadium</i> ” (Fenwick Iribarren, 2018).....	114
Figura 30 – Componentes modulares para a construção do recinto (SBP, 2018). ....	115
Figura 31 – Edge Office Building (Tilleman, 2014). ....	116
Figura 32 – Evolução da geometria do edifício vs. análise do percurso solar (PLP/ARCHITECTURE, 2014). ....	117
Figura 33 – Ambiente interior do Edge Office Building (Tilleman, 2014).....	117
Figura 34 – Complexo “ <i>Garitage Park</i> ” (Garitage Park, 2018).....	119
Figura 35 – Park 20 20 (Delta Development Group, 2018). ....	120

Figura 36 – Projeto InovGrid, proposta de modernização da rede de baixa tensão (Messias, 2011).....	122
Figura 37 – Sinergias entre os diferentes casos de estudo.....	124



## ÍNDICE DE SIGLAS

+0EB - "*plus zero Energy Building*"

ARU - Áreas de Reabilitação Urbana

ASMP - "*Ancillary Services Market Programs*"

AVAC - Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

BEI - Banco Europeu de Investimento

BRE - "*Building Research Establishment*"

BREEAM - "*Building Research Establishment Environment Assessment Method*"

BSA - "*Building Sustainability Assessment Tools*"

CE - Comissão Europeia

CEN - Comité Europeu de Normalização

CPP - Preço Crítico em Períodos de Pico

DBBB - "*Demand Bidding and Buy Back*"

DL - Decreto de Lei

DLC - "*Direct Load Control*"

DSM - "*Demand Side Management*"

EC - Economia Circular

EDCPP - "*Extreme Day Critical Peak Pricing*"

EDRP - "*Energy Demand Response Programs*"

EE - Eficiência Energética

EED - "*Energy Efficiency Directive*" Diretiva 2012/27/UE

EM - Estados Membros

ENEA - Estratégia Nacional de Educação Ambiental

EPBD - "*Energy Performance of Buildings Directive*" Diretiva 2002/91/CE

EPBD-recast - Diretiva 2010/31/UE

FC - Fundo de Coesão

FEDER - Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional

FEEE - Fundo Europeu de Eficiência Energética

FEEI - Fundos Europeus Estruturais e de Investimento

FEIE - Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos

GEE - Gases com Efeito de Estufa

H2020 - Horizonte 2020

IC - Campanhas de Informação

IDP - "*Integrated Design Process*"

IFRRU - Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbana

iiSBE - "*international initiative for the Sustainable Built Environment*"

IL - "*Interruptible Load*"

IMI - Imposto Municipal sobre Imóveis

IoT - "*Internet of Things*"

IPBDR - Procura Responsável considerando o Pagamento de Incentivos

IR - Disponibilidade de Infraestruturas

ISO - "*International Organization for Standardization*"

LB - Rotulagem

LEED - "*Leadership in Energy & Environmental Design*"

LS - Empréstimos e Subsídios

MT - Transformação do Mercado

nZEB - "*nearly Zero Energy Building*"

ONG - Organização não Governamental

PBDR - Procura Responsável considerando o Preço das Tarifas

PCM - "*Phase Change Materials*"

PE - Parlamento Europeu

PME - Pequenas e Médias Empresas

PNAEE - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

POR - Programas Operacionais Regionais

POSEUR - Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

PP - Preço em Períodos de Pico

PS – “*Standards*” de Desempenho

PTR - “*Peak Time Rebate*”

RCCTE - Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios

RD - Programas de Desenvolvimento e Investigação

RECS - Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

RED - “*Renewable Energy Directive*” Diretiva 2009/20/CE

REH - Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RTP - Preço em Tempo Real

SBS - “*Sick Building Syndromes*”

SBTOOL - “*Sustainable Building Tool*”

SCE - Sistema Nacional de Certificação

SWOT - Pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

TOU - Preço por Tempo de Utilização

UBM - Esquemas e Modelos de Negócio

UE - União Europeia

UO - Esquemas de Obrigação

VP - Programas Voluntários



# 1 INTRODUÇÃO

Na hodiernidade, surge a necessidade de uma mudança de paradigma por parte de toda a sociedade, com o objetivo de proporcionar um mundo saudável para as gerações ulteriores, num futuro onde as necessidades humanas são suprimidas em harmonia com a natureza (Barreto et al., 2003).

A “*World Wildlife Fund*” (WWF, 2014) menciona que, se todo o planeta vivesse como a média europeia, seriam necessários 2,6 planetas para sustentar a procura.

Assim, o conceito de desenvolvimento global sustentável (Figura 1) pode propiciar novos elementos em pensamentos utópicos, a desintegração de território fixo e uma história sem fim. Estes pensamentos utópicos podem possuir a capacidade de transformação, para que as políticas públicas e seus decisores logrem enfrentar os desafios globais contemporâneos para o respeito pelo meio ambiente e por todos os que nele coabitam (Hedrén & Linnér, 2009).



Figura 1 – Objetivos de desenvolvimento sustentável (Comissão Nacional da Unesco, 2018).

Os edifícios na União Europeia (UE) são responsáveis pela extração de elevadas quantidades de materiais naturais a par da elevada necessidade energética, ao que se soma a água utilizada e desperdícios produzidos, desde a extração de materiais ao seu processo de fabrico, os métodos de construção, utilização, manutenção e demolição, sendo que a sociedade em 90% do seu tempo, utiliza o ambiente interior dos edifícios (BPIE, 2018).

Por outro lado, o setor dos edifícios possui elevada relevância a nível ambiental, social e económico (Mateus & Bragança, 2011).

As políticas energéticas podem ser debatidas por metodologias empíricas e contribuição concetual para a investigação com implicações eficientes para as políticas (Warren, 2015).

Posto isto, a indústria ecológica aborda o fluxo de materiais e energia resultantes das atividades humanas, promovendo bases para o desenvolvimento de abordagens em ciclos fechados e por conseguinte a redução de impactes ambientais das atividades procedentes da construção (Mont & Heiskanen, 2015).

Assim, tornam-se relevantes as sugestões de reformas industriais que promovem a reutilização, gestão e procura responsáveis, aumentando a responsabilidade dos produtores e a informação dos consumidores, por intermédio de Organizações não Governamentais (ONG) e Organizações sem fins Lucrativos, através da abordagem disruptiva dos processos (Lazarevic & Valve, 2017).

Deste modo, uma completa abordagem do ciclo de vida deve ser sustentada por métodos que promovam o balanço entre o desempenho social, o ambiente construído e o ambiente natural (Lazarevic et al., 2012).

Concludentemente, os métodos dinâmicos, educacionais e sociais devem ser abordados de modo a promover a redução da utilização de recursos e energia, e a procura responsável, numa tentativa de mitigar os impactes ambientais, proporcionando um ambiente confortável a toda a sociedade, e saudável para as gerações seguintes. Considerar a redução dos “*sick building syndromes*” (SBS), torna-se assim uma responsabilidade que passa ao lado da maioria dos intervenientes nos processos de construção e até mesmo dos utilizadores, devido à incurial utilização do ambiente interior (Amin et al., 2015).

Assim, a sustentabilidade (Figura 2) do ambiente construído será uma realidade para as gerações futuras.

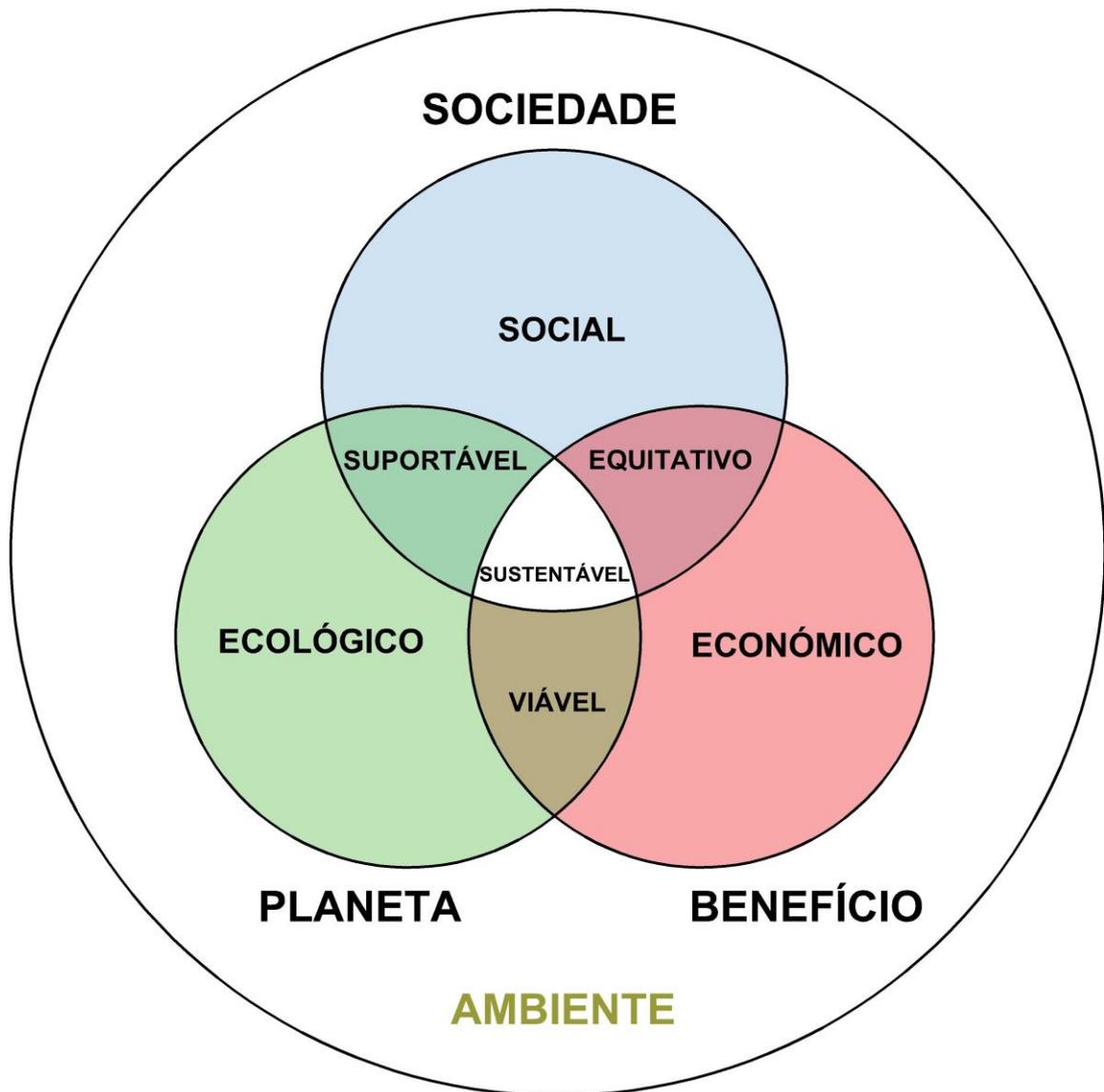


Figura 2 – Suportes da sustentabilidade (adaptado de Thomsen & Van Der Flier, 2009).

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O conceito de gestão possui uma vasta aplicação em toda a sociedade, estando adjacente a diversos outros conceitos, planos, hipóteses e ideias (Brundtland, 1987).

O aumento populacional e o desenvolvimento contínuo da industrialização, fazem com que seja cada vez mais notório um aumento da utilização de energia (28% de 2015 a 2040) (Figura 3), e conseqüentemente da procura irresponsável desta que, por conseguinte, resulta no aumento de gases com efeito de estufa (GEE) lançados para a atmosfera (EIA, 2017). O autor Beck

(1997) argumenta que a humanidade testemunha a mudança de uma sociedade industrial para uma sociedade de risco.

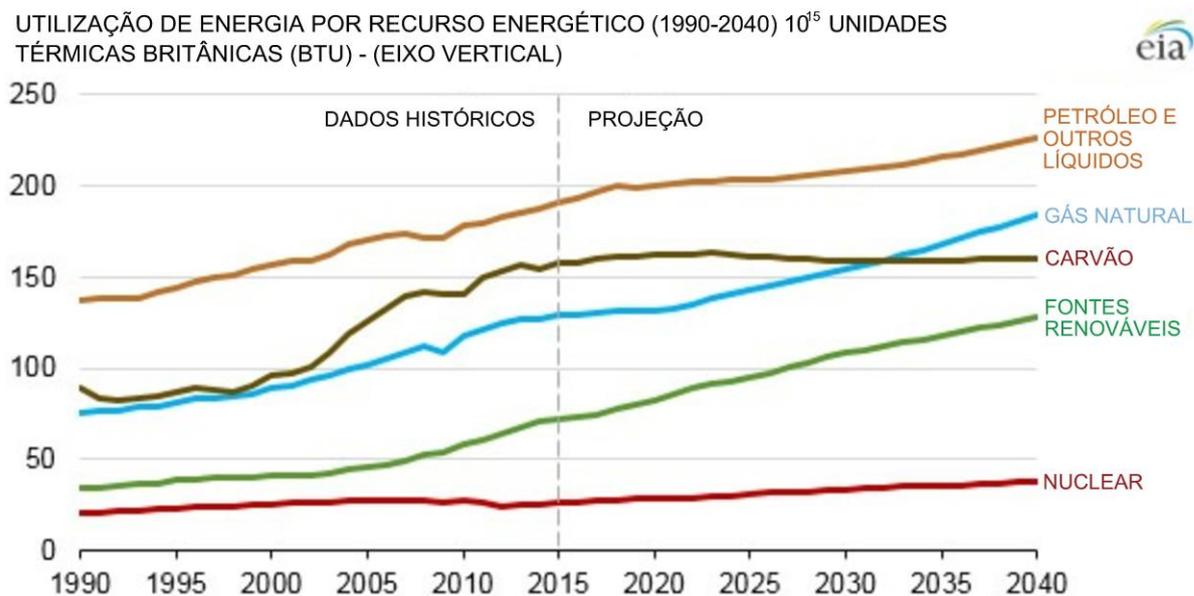


Figura 3 – Aumento esperado da procura de energia a nível mundial, por recurso energético (adaptado de EIA, 2017).

A energia, encontra-se atualmente intrinsecamente conexas ao processo de desenvolvimento tecnológico, sendo a fonte de alimentação da maior parte dos sistemas. Deste modo, não se justifica o crescimento irracional da procura e oferta da mesma (Manoli et al., 2016).

A utilização de combustíveis fósseis pode ser entendida como um problema de saúde global para o meio ambiente e para os seres vivos que nele coabitam, com isto surge a necessidade de uma utilização racional dos recursos explorando os biocombustíveis e a utilização eficiente de energia, desde a necessidade de procura da mesma até a integração desta quando proveniente de fontes renováveis, promovendo, em todos os instantes, um pensamento crítico construtivo e evoluído acerca da temática (Valdez-Vazquez et al., 2017). Consequentemente, surge a clara preocupação de que possam surgir impactos irreversíveis no meio ambiente assim como a escassez de determinados recursos.

Deste modo, a necessidade de suprimir o abastecimento energético maioritariamente ou totalmente através de energia proveniente de fontes renováveis e o recurso a tecnologias que melhorem a sustentabilidade e eficiência desses mesmos recursos, torna-se uma preocupação crescente de modo a se atingir um balanço energético quase nulo ou o conceito de "net zero". Este último defende que a produção de energia recorrendo a fontes renováveis tem de ser igual

ou superior às necessidades energéticas requeridas por um edifício. Com o mesmo intuito e definição surgiu o conceito “*nearly Zero Energy Building*” (nZEB) (Hall et al., 2014).

De certa forma, todas as utilizações de energia e recursos deveriam ser otimizadas, de modo a que toda a energia utilizada fosse transformada através de fontes renováveis, contando com o aumento da disponibilidade de energia proveniente de fontes renováveis (Figura 4), a conservação e o seu armazenamento (IqtiyaniIlham et al., 2017).

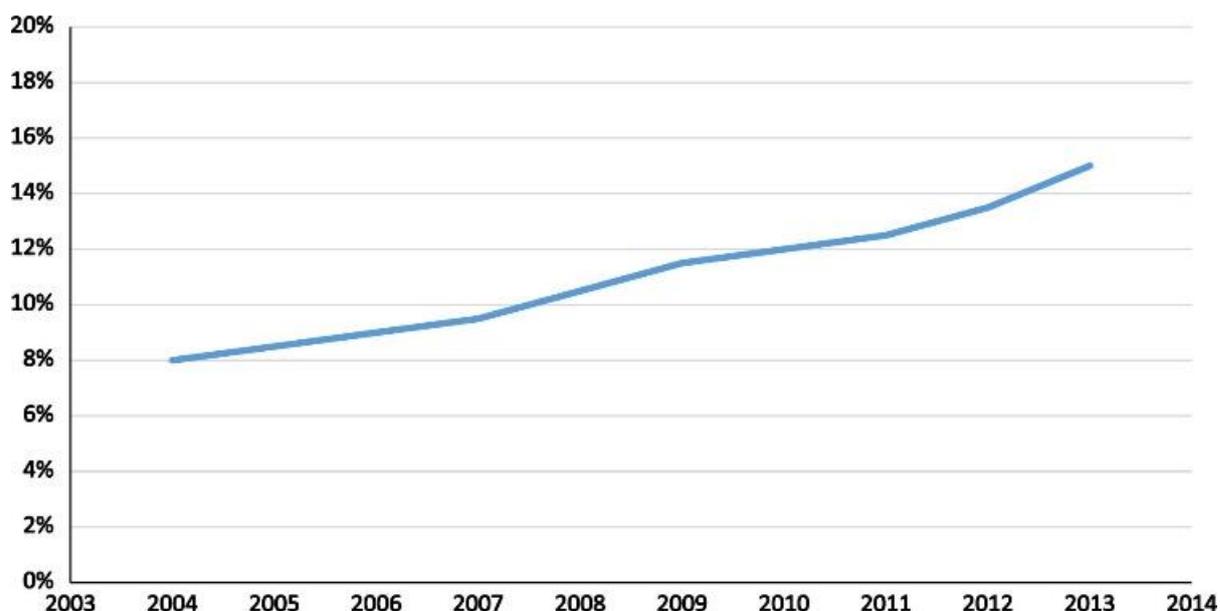


Figura 4 – Percentagem de transformação de eletricidade, nos Estados Membros da UE, através de energia proveniente de fontes renováveis, durante uma década (Eurostat, 2015 em Iqtiyanillham et al., 2017).

O termo Gestão da Procura de Energia, conhecido por DSM (“*Demand Side Management*”) surgiu no século XX, na década de setenta, após a primeira crise energética mundial, com o desígnio de reduzir os picos da procura e a utilização de energia (Figura 5) (Dabur et al., 2012). Consequentemente, o potencial observado na redução do desperdício energético prende-se com o desígnio específico de se repensar a sua utilização final. Posto isto, surgiu a possibilidade de emergirem abordagens, legislação e políticas públicas com a finalidade de se modificar os paradigmas de utilização, concebendo-se mercados mais liberais, com a otimização da interconectividade por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação” (TIC), monitorização e automatização. Estas iniciativas, originam benefícios como a redução dos encargos da produção de energia devido à sua utilização racional (Strbac, 2008).

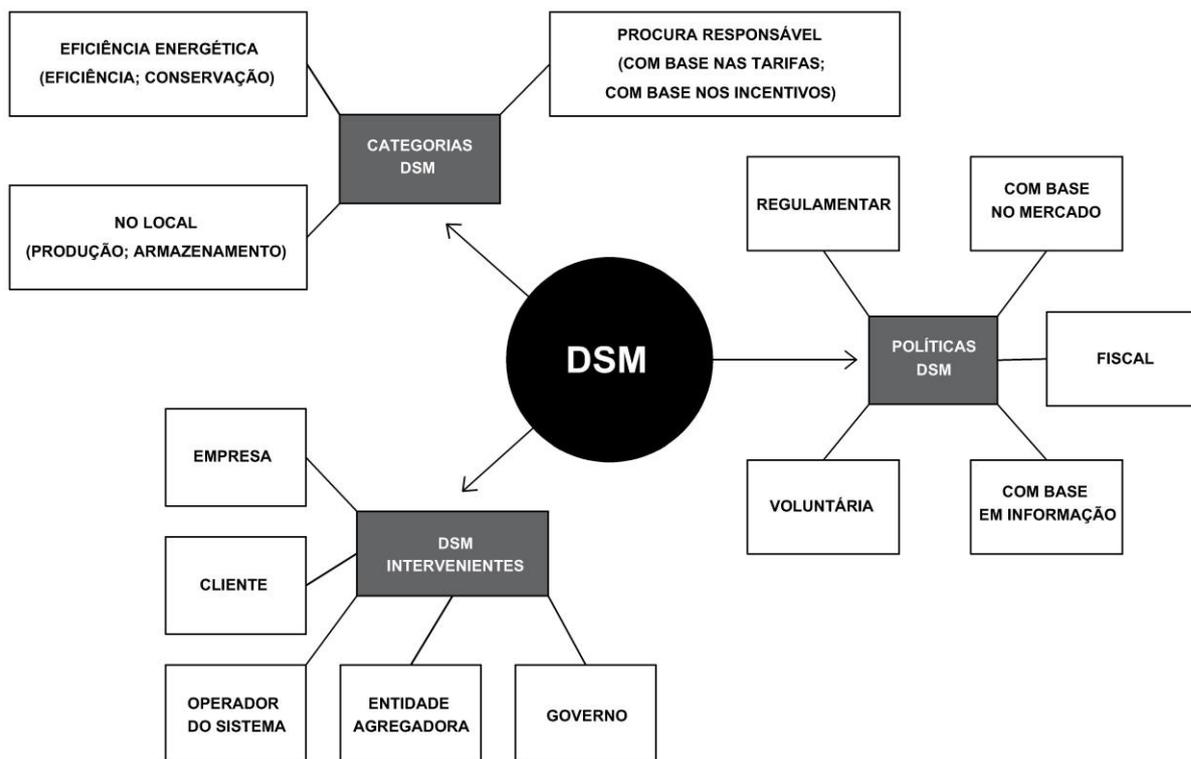


Figura 5 – Fronteiras do conceito DSM (adaptado de Warren, 2015).

Assim, modificam-se paradigmas ligados aos períodos de utilização de energia, tornando o mercado mais competitivo. Tenta-se combater a ineficiência e tarifas inadequadas para os utilizadores, promovendo a utilização eficiente de energia, a conservação e o armazenamento de energia durante os períodos de baixa utilização para a sua utilização nos períodos de pico, existindo várias abordagens, métodos construtivos, legislações, políticas públicas e programas de incentivo financeiros e educacionais que promovem a eficiência da utilização de energia e recursos (Ugarte et al., 2015).

A DSM apresenta-se como um novo pensamento evolutivo no caminho da sustentabilidade, evitando assim grandes infraestruturas para dar resposta aos momentos onde se atinge o pico de procura (Bergaentzlé et al., 2014). A mudança de comportamentos sociais (Figura 6), que se prende com a racionalização da utilização de energia, tentando promover os períodos de menor utilização, tem um impacte direto nos gráficos de utilização, reduzindo assim os períodos de pico da utilização e ajustando os padrões de utilização que se tornam mais fáceis de sustentar com as infraestruturas já existentes. Contudo, não significa diretamente a redução da utilização de energia (Palensky & Dietrich, 2011).

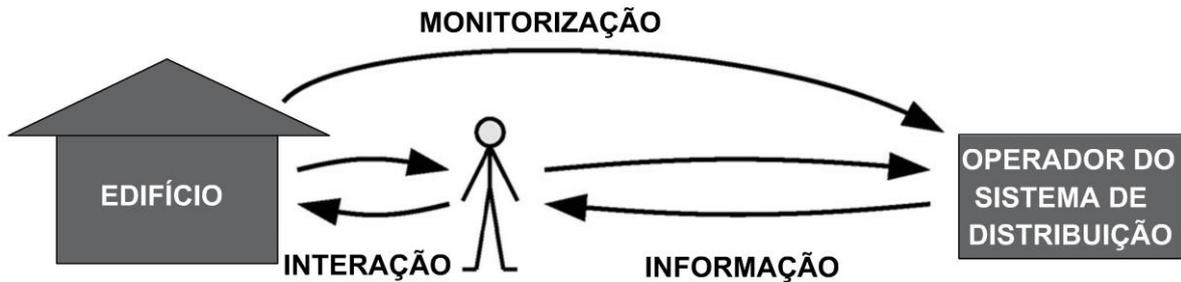


Figura 6 – Introdução do fator humano conectado com a rede (adaptado de Palensky & Dietrich., 2011).

## 1.2 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas um processo de mudança onde a exploração de recursos, direção dos investimentos, orientação do desenvolvimento, alterações institucionais, legislação e políticas públicas são abordadas de forma consistente e de acordo com as necessidades contemporâneas e futuras. Não se trata de conjecturar o futuro, mas sim de uma advertência sustentada em evidências científicas. Assim, atualmente é impreterível assegurar a sustentabilidade dos recursos e tomar deliberações necessárias para sustentar as gerações subsequentes de forma responsável, ou seja um caminho no qual toda a sociedade pode ampliar as suas esferas de cooperação (Brundtland, 1987).

Previamente a investigar as respostas corretas, deve-se construir as perguntas certas (Foster, 2003).

Assim, surgiu a tomada de decisão, para a realização de uma dissertação expositiva e argumentativa, onde o processo de trabalho se inicia com a investigação bibliográfica seletiva de forma idiossincrática acerca dos conceitos abordados, construindo um panorama global dos conceitos adjacentes ao desenvolvimento sustentável da utilização de energia na construção e suas implicações no modo de vida de toda a sociedade.

Pretende-se elaborar uma lista abrangente de documentos científicos, legislação da UE e programas e iniciativas de incentivo acerca de todo o paradigma da procura e utilização de energia, no setor da construção e no edificado construído (procura responsável, nZEB, conforto térmico, armazenamento e conservação de energia, reabilitação e nova construção, DSM, Economia Circular (EC), materiais e processos de construção, Eficiência Energética (EE), transformação do sistema energético, desempenho energético dos edifícios ao longo do ciclo

de vida, ferramentas de apoio à sustentabilidade e redes inteligentes de energia). Esta possibilitará a consulta futura por parte de diferentes intervenientes com influência em todo o processo de utilização de energia, desde o ponto inicial de produção até à utilização final através da construção de um pensamento crítico, construtivo e reflexivo.

Com isto, uma abordagem exploratória aos conceitos adjacentes à utilização de energia no edificado construído e às políticas da UE, serão sugeridas soluções de melhoria suscetíveis de serem adotadas, identificando pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades na legislação, bem como futuras abordagens a ter em conta para investigadores e políticas públicas no âmbito da sustentabilidade do ambiente construído.

Consequentemente, foi adotada uma abordagem não vertical, onde o foco não se encontra apenas na vertente tecnológica e económica. Assim, considerou-se com elevado ênfase, aspetos sociais e ambientais, através de uma abordagem integrada e horizontal e da identificação de novas oportunidades que podem ser abordadas para a investigação e inovação, como o aumento da flexibilidade e resiliência do sistema e processos de desenvolvimento, para assegurar a transparência, responsabilidade e monitorização do progresso atingido e a atingir no futuro de todo o paradigma da utilização de energia no setor da construção (CE, 2015a).

Nesta dissertação pretende-se investigar o Estado da Arte no âmbito da gestão da procura de energia e recursos e respetivos conceitos adjacentes no âmbito da construção sustentável. Analisar a legislação e políticas existentes, identificar as principais formas de intervenção existentes e possibilidades de melhoria, levando a uma reflexão de como devem estas ser aplicadas e quais são e serão as suas bases. Pretende-se apontar formas de melhorar os resultados esperados e torná-las mais eficientes e sustentáveis, preambulando de como pode ser o futuro da flexibilidade legislativa e da evolução normativa, apoiando a gestão temporal do regime jurídico.

Com isto, pretende-se enquadrar evolutivamente os métodos educacionais, desde a forma de transformação de energia e recursos utilizados pelas atividades humanas, passando pela sua procura e utilização final, no longo caminho da circularidade em ciclos fechados.

Posto isto, os objetivos desta dissertação são:

- Analisar e sumarizar o Estado da Arte para consulta futura, conjugando diferentes conceitos para a mudança de paradigma que regenere a otimização da gestão responsável da procura de energia e recursos no setor da construção e para o edificado construído;

- Estudar e analisar Diretivas da UE. Elaborar uma listagem e devidas justificações para as Diretivas abordadas, sugerindo melhorias quer nas políticas existentes quer nos seus futuros desenvolvimentos no contexto do Estado da Arte construído, para apoiar a revisão futura das Diretivas;
- Elaborar uma listagem dos programas, iniciativas de incentivo e fundos de investimento de contexto público, público-privado e privado;
- Analisar de forma sinérgica casos de estudo do setor da construção de reconhecido mérito, realizando uma análise de sensibilidade ressaltando boas práticas em diversos contextos que buscam a sustentabilidade;
- Levantar questões, criar análises interpretativas, reflexivas e construtivas, acerca de todo o processo da procura de energia no setor da construção desde o ponto inicial de projeção até à utilização final ao longo de todo o ciclo de vida;
- Impulsionar futuros trabalhos de investigação e políticas públicas, não tendo como objetivo ciência e política económica, dando elevada importância aos aspetos sociais e ambientais que promovam as bases da EC, equidade e a ciência livre no que diz respeito ao setor da construção.

### **1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

O documento está organizado em cinco capítulos, cada um referente a uma parte do processo, mas com objetivos integrados ao longo do desenvolvimento de toda a dissertação.

O capítulo 1, introdução e contextualização, aborda a importância de vários conceitos adjacentes no desenvolvimento futuro da inovação e investigação no âmbito da gestão da procura de energia e recursos, bem como a sua importância para a otimização da sustentabilidade do setor da construção e dos edifícios.

O capítulo 2, Estado da Arte, apresenta conceitos primordiais, para a legislação e políticas públicas, apoiando a compreensão e discussão ao longo da dissertação.

No capítulo 3 é realizado o levantamento de Diretivas da UE, programas e iniciativas de incentivo e fundos de investimento, bem como a tomada de decisão e respetivas justificações para as quais será realizada uma abordagem reflexiva e construtiva. São discutidas soluções de melhoria e abordagens de conteúdo para o apoio a futuras revisões, desde a forma de

comunicação e análise de dados até à respetiva implementação, com objetivo da revisão temporal e flexível do regime jurídico.

O capítulo 4 consiste em apresentar exemplos de construções e infraestruturas que impulsionam o setor da construção, inovação, projeção e investigação, tendo como base princípios e conceitos abordados nos capítulos anteriores, na procura constante de como melhorar o ambiente construído.

No capítulo 5 são apresentadas as notas finais, as discussões construtivas globais, não esquecendo as diferentes variáveis, bem como os diferentes intervenientes em todos os processos e conceitos abordados. As conclusões, que finda com a sugestão de trabalhos e desenvolvimentos futuros que visam a mudança de paradigma no setor da construção e edificado construído, no longo caminho para a sustentabilidade e gestão responsável da procura de energia, visando alargar o conceito DSM a todo o sistema energético de uma construção.

## **2 ESTADO DA ARTE**

### **2.1 ENQUADRAMENTO DO CAPÍTULO 2**

Este capítulo tem como objetivo construir uma base de dados de diversos conceitos adjacentes à gestão da procura de energia e recursos no setor da construção e do edificado construído, repensando a procura e utilização de energia desde a fase inicial de projeto até ao final do ciclo de vida das infraestruturas (Figura 7), conjugando a arquitetura vernacular com o crescimento exponencial da tecnologia e a sua aplicação na construção, possibilitando uma perceção de diversos conceitos fundamentais para o desenvolvimento sustentável da utilização de energia.

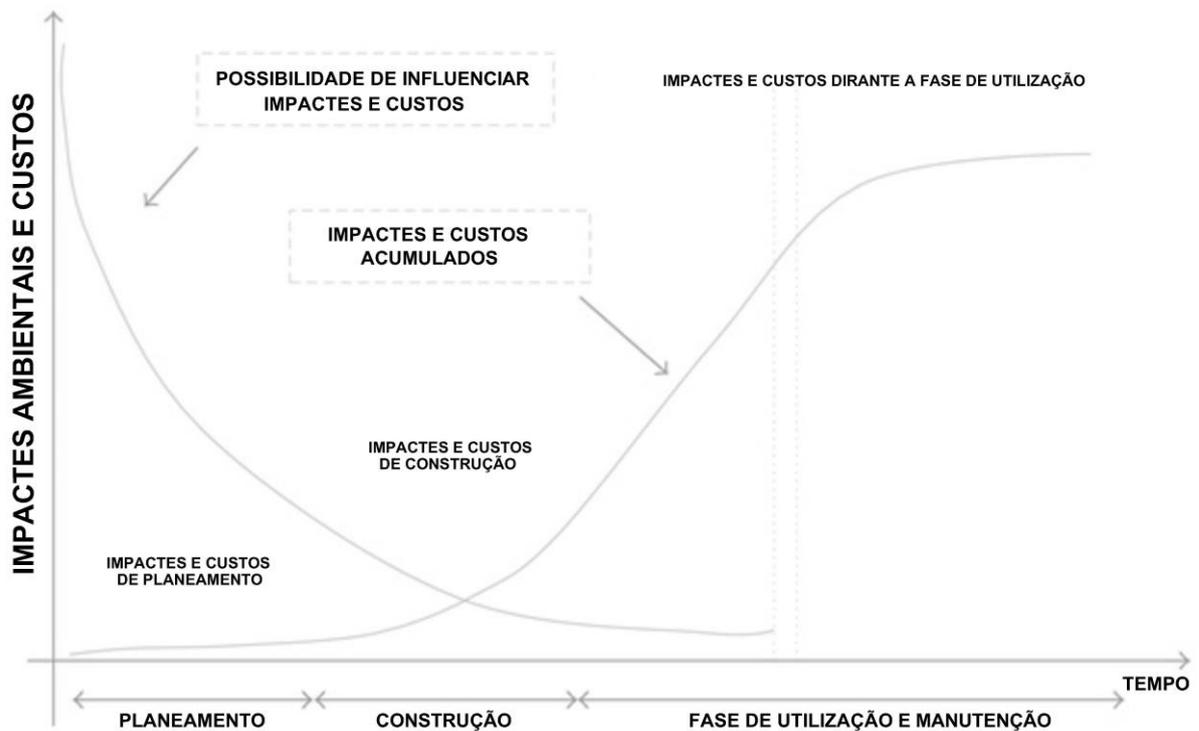


Figura 7 – Influência das decisões de projeção nos impactes ambientais e custos de ciclo de vida (adaptado de Kohler & Moffatt, 2003 em Bragança et al., 2014).

## 2.2 O PARADIGMA DA EFICIÊNCIA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

Na UE, os edifícios são responsáveis por parte considerável da energia total utilizada e das emissões de CO<sub>2</sub>, de acordo com a Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu (PE) relativo ao desempenho energético dos edifícios “*Energy Performance of Buildings Directive recast*” (EPBD-recast). Assim sendo, a UE está constantemente a fortalecer a legislação e programas de incentivo no sentido de promover o desenvolvimento sustentável no parque imobiliário.

De acordo com a Diretiva para a Eficiência Energética (EED, a Diretiva 2012/27/UE), somente 2% dos edifícios estão concebidos de forma a promover a procura responsável por parte de todos os participantes, ao longo de todo o seu ciclo de vida (UE, 2012). Na UE, 75% dos edifícios atuais e 50% dos edifícios construídos antes de 1975 irão continuar a ser utilizados em 2050 (BPIE, 2014).

Aproximadamente 60% dos espaços com necessidades de aquecimento continuam ineficientes e aproximadamente 40% dos envidraçados permanecem com a utilização de vidro simples. De acordo com a diretiva EED, estas carências necessitam de ser suprimidas através da melhoria

não somente por intermédio dos edifícios novos, mas também da reabilitação de edifícios existentes.

Para se atingirem os objetivos do edificado ser constituído maioritariamente por edifícios de elevado desempenho, e a posterior descarbonização do ambiente construído até 2050, cerca de 97,5% dos edifícios requerem uma reabilitação sustentável (BPIE, 2011). Assim, a disseminação e promoção do conceito nZEB, introduzido pela Diretiva EPBD-recast, é essencial para garantir a educação de todos os partícipes e para a otimização da sustentabilidade do ambiente construído, fazendo destes, parte integrante das infraestruturas existentes.

A procura responsável vai progredindo lentamente no setor da construção, particularmente no setor residencial e nas pequenas e médias empresas (PME) (CE, 2013). Assim, tendo em consideração que mais de 90% das empresas do setor da construção são PME e sendo os edifícios de habitação parte significativa do ambiente construído, é imprescindível o desenvolvimento de políticas públicas que promovam a eficiência de forma responsável e suprimam a pobreza energética na UE.

Na UE entre 50 e 125 milhões de cidadãos estão expostos à pobreza energética, o que significa entre 10% a 25% da sua população (BPIE, 2014). A pobreza energética tornou-se comum nas habitações mais pobres. Na definição do Reino Unido, se um agregado familiar utiliza mais de 10% dos seus ganhos para manter um nível adequado de calor, esse é um caso considerado como pobreza energética (ODYSSEE-MURE, 2014). Em Portugal 93% do parque imobiliário é composto por edifícios de habitação, dentro dos quais 87% são habitações unifamiliares, sendo estas as mais vulneráveis à pobreza energética (INE, 2011).

Porém, o contexto atual onde se inserem as empresas envolvidas na construção, durante as diferentes fases de projeto e construção, não é o mais favorável para levar a cabo a implementação do conceito de desenvolvimento sustentável, uma vez que se focam primeiramente na maximização do seu próprio progresso e retorno económico imediato, explorando modelos contínuos de economia linear para atingirem benefícios económicos no menor tempo possível (Din & Brotas, 2016). Contudo, existem métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios que permitem que todos os intervenientes ao longo de ciclo de vida possam otimizar a gestão e procura de recursos e energia, quantificando as necessidades de procura e a possibilidade da reutilização de matérias-primas e recursos energéticos. Por seu lado, o conceito de EC, ostenta um cenário “win-win”, que favorece o ambiente e a sociedade, estimulando a economia (Lazarevic & Valve, 2017).

A EC forma um sistema regenerativo, considerando a abordagem de projeto com processos integrados em todas as fases do ciclo de vida, sustentando a economia de baixo carbono e o desenvolvimento sustentável, maximizando os benefícios e diminuindo os custos e impactos pensando na posterior reutilização.

Deste modo, torna-se exequível a promoção de métodos dinâmicos e interativos, permitindo a assistência e coordenação temporal, fomentando a aprendizagem e partilha de experiências e conhecimentos para progredir com a educação da sustentabilidade a toda a sociedade de forma constante e flexível, a fim de se poder readaptar ao desenvolvimento tecnológico e social. Isto traduzir-se-á na redução do erro humano, estimulando as abordagens em ciclos fechados (Bergaentzlé et al., 2014).

Atualmente existem diversas práticas e tecnologias que podem ser aplicadas para melhorar a EE (cuja definição é, segundo a EED, rácio de desempenho do abastecimento, serviços, bens ou energia na quantidade de energia a fornecer), através da contribuição de reduzir as necessidades energéticas, conservação e armazenamento de energia, permitindo a incorporação de energia proveniente de fontes renováveis por intermédio do sol, vento e energia geotérmica, transformada no local, fora do local ou nas proximidades, e da gestão da procura de energia de forma responsável, aumentando a fiabilidade dos sistemas (Karunanithi et al., 2017).

Uma modificação de paradigma promovendo a investigação, inovação e educação para a sustentabilidade, contribui para a eficiência global, de modo a se atingir uma economia de carbono zero, caminhando-se assim para o cumprimento das metas ambientais da UE (Bragança et al., 2014). Por outro lado, uma ampla investigação do “*Europe’s Building Stock*” (BPIE, 2011), indica que a disponibilização de informação adequada para os utilizadores, responsáveis pelas tomadas de decisão, serviços do setor energético, arquitetos, engenheiros, entre outros, pode assegurar que o potencial de EE é abordado otimizando a rentabilidade económica.

Aquando da definição dos indicadores de sustentabilidade, é imprescindível identificar potenciais efeitos antagónicos, como por exemplo na utilização de madeira para o aquecimento do ambiente interior, a qual, embora reduza a utilização de recursos não renováveis, deteriora a qualidade do ar local. Assim, surge a necessidade de se identificarem os efeitos colaterais das soluções adotadas (Bragança, 2017).

A UE lidera a investigação nas bombas de calor, caldeiras de condensação e sistemas de arrefecimento, mas adicionalmente é necessária investigação e inovação no âmbito de novos materiais, processos e métodos construtivos, para se atingir o potencial da poupança de energia

e recursos na sua completude, ultrapassando as barreiras do desempenho energético dos edifícios (obstáculos técnicos, financeiros, informação e comportamentos) (Waide et al., 2013).

### **2.2.1 nZEB - edifícios com necessidades energéticas quase nulas**

Na procura por uma maior EE em todo o mundo e, em particular na UE, os edifícios pertencem a um dos três setores de maior relevância a serem tidos em ponderação. Processos de construção e utilização de edifícios mais eficientes podem resultar em significativas poupanças de recursos, energia e, por conseguinte, elevado desempenho ambiental, com a redução de 42% da energia final utilizada, 35% das emissões de carbono, 50% dos materiais extraídos e 30% da utilização de água e desperdícios produzidos (Herczeg et al., 2014).

Assim, a viabilização do desenho ecológico, fundamentado no conceito de “*PassivHaus*”, realça o incentivo para a utilização de recursos locais e a eficaz orientação das construções, otimizando-se estas, em função do percurso solar, iluminação e ventilação naturais. Através da incorporação de aberturas eficientes e moldáveis e de materiais sustentáveis reduz-se a necessidade da procura de energia, considerando as condições climáticas locais para se atingir a sustentabilidade do ambiente construído. Seguindo o princípio de EE como primeira obrigação, o conforto e a funcionalidade dos edifícios são impulsionados de forma saudável e natural, favorecendo os utilizadores e o ambiente (Kylili & Fokaides, 2017).

A EPBD-recast em 2010, introduziu o conceito de nZEB e níveis ótimos de rentabilidade. Sendo que em Portugal a introdução destes dois conceitos e consequente revisão da legislação existente, ocorreu através do Decreto de Lei (DL), nº 118/2013, estabelecendo requisitos mínimos de desempenho energético para edifícios, sistemas técnicos e elementos construtivos. Este DL foi revisto em 2015, através do DL nº 251/2015, tendo sido ajustados os requisitos mínimos, considerando os níveis ótimos de rentabilidade.

A EPBD-recast introduziu o conceito de nZEB, definindo-o como um edifício com elevado desempenho energético, onde a quantidade de energia necessária para aquecimento e arrefecimento é quase nula ou muito reduzida, sendo obtida por intermédio de energia proveniente de fontes renováveis. Concludentemente, o conceito de nZEB passa a ser obrigatório na UE a partir de janeiro de 2019 para os edifícios públicos e de janeiro de 2021 para todos os edifícios e reabilitações consideráveis. A cada Estado Membro (EM) da UE cabe o trabalho de definir este conceito, tendo em conta as variáveis locais e as metas mínimas

obrigatórias para se atingir a totalidade dos objetivos adjacentes. Contudo o desenvolvimento deste conceito está ainda longe de ser uma realidade atual, uma vez que mais de metade dos EM se encontram ainda num processo inicial de desenvolvimento da definição nacional de nZEB (Figura 8) (UE, 2013).

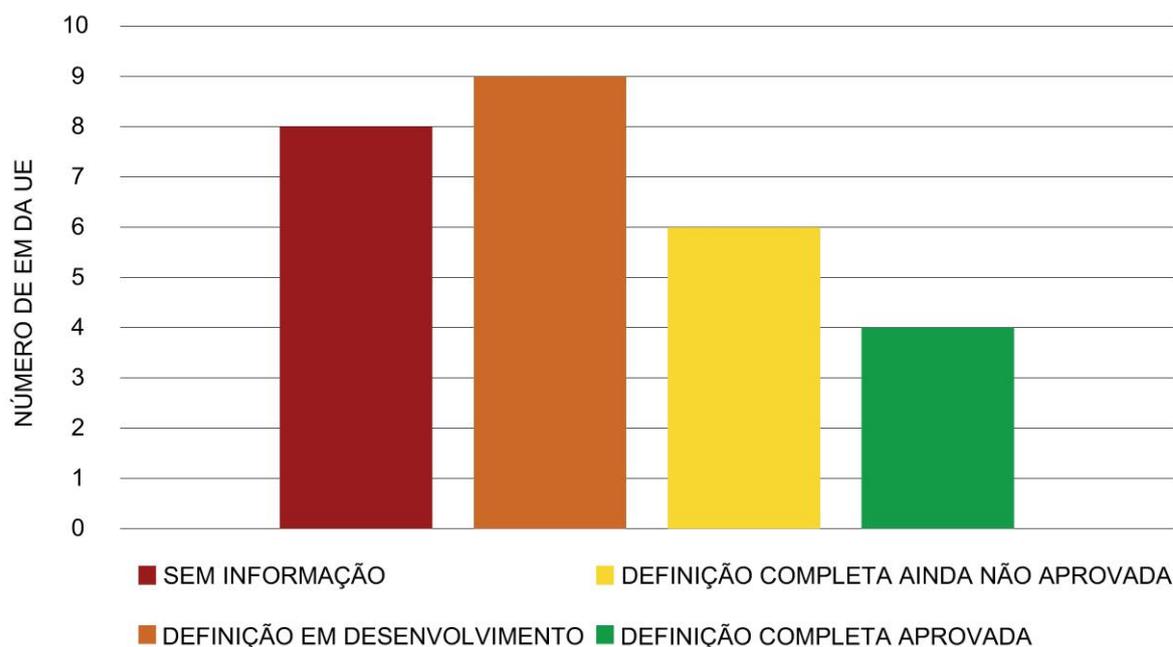


Figura 8 – Desenvolvimento da definição de nZEB nos EM da UE (adaptado de UE, 2013).

Os nZEB são definidos pela sua componente eficiente, sustentados em estudos de rentabilidade económica e pelo contributo que têm de energia proveniente de fontes renováveis, disponíveis no local ou nas suas imediações, a qual deve responder a grande parte das necessidades energéticas.

A energia considerada proveniente de fontes renováveis é a solar térmica, solar fotovoltaica, eólica, biomassa, biogás, biocombustível, geotérmica, hídrica e das marés, apesar de nem todas estarem disponíveis no local de implementação do edifício ou na sua imediação (Almeida et al., 2016).

Considerando as disposições legislativas e o tempo de projeção, autorização e construção de um edifício, que pela experiência do setor da construção, pode ser incerto, os cidadãos que em 2021 adquiram um edifício novo, teriam o direito que o mercado tivesse evoluído em consonância com os objetivos nZEB (CE, 2016).

A EPBD-recast estabeleceu também um sistema de “*Benchmarking*” sobre o princípio de rentabilidade económica ao longo do ciclo de vida, para auxiliar os EM nas tarefas de definição

dos requisitos de desempenho energético e da monitorização contínua para as novas construções e reabilitações (estes requisitos devem ser revistos e reforçados em períodos de cinco anos) (UE, 2010). Porém, a situação de referência é a utilização corrente na grande parte das soluções escolhidas, resolvendo apenas, muitas vezes, os problemas estéticos e funcionais do edifício. No entanto, existem medidas que vão para além desta solução, melhorando o desempenho com custos globais que podem inclusive ser inferiores (Almeida et al., 2016).

O objetivo complementar da implementação do conceito nZEB é a integração de energia proveniente de fontes renováveis. A Diretiva relativa à promoção de utilização de energia proveniente de fontes renováveis, a Diretiva 2009/28/CE (RED), requer que os EM introduzam, nos seus edifícios, normas e códigos apropriados para aumentar a incorporação de energia proveniente de fontes renováveis no edificado construído, sendo que deste modo a necessidade de energia primária associada é significativamente reduzida.

Atuar só na envolvente ou nos sistemas técnicos não é suficiente para reduzir de forma significativa as necessidades de energia primária e as emissões de carbono, pelo menos de forma a rentabilizar os investimentos. Assim, a definição normativa de valores numéricos para todo um conjunto de edifícios existentes levará a situações em que serão perdidas oportunidades de otimização, uma vez que os valores regulamentares são menos ambiciosos que o nível ótimo. Contudo, subsistem por vezes situações onde o nível regulamentar é excessivo e a reabilitação eficiente não pode ser cumprida devido a constrangimentos técnicos do edifício, os quais tornam a intervenção não exequível, indo por vezes contra a rentabilidade económica. Posto isto, a flexibilidade dos requisitos torna-se essencial (Almeida et al., 2016).

A UE estabeleceu diversos objetivos a serem gradualmente alcançados ao longo das próximas décadas, de entre os quais se destacam a redução das emissões de GEE, a disponibilidade de oferta por intermédio da energia proveniente de fontes renováveis, o armazenamento de energia e mobilidade elétrica. Assim, a definição de nZEB é clara quanto às soluções a implementar na envolvente dos edifícios. Porém, no âmbito da utilização de energia proveniente de fontes renováveis no edifício ou nas suas imediações, não é tão explícita (Almeida et al., 2016).

Os desafios para a implementação do conceito nZEB são essencialmente: i) o desenho dos edifícios; ii) a procura por soluções eficientes, não somente do ponto de vista climático, mas também no desenho urbano; iii) as soluções de elevado desempenho dos componentes; iv) sistemas técnicos; e v) otimização da rentabilidade. Deste modo, a formação é fundamental,

através do reforço da capacitação técnica de todos os intervenientes no processo construtivo e otimização dos métodos de construção e acompanhamento de obra.

A necessidade de introduzir monitorização e automatização que promova a fiabilidade dos sistemas ao longo de todo o ciclo de vida surge como uma das prioridades, considerando-se o desenvolvimento social e tecnológico. Estes sistemas são compostos por dispositivos de leitura em tempo real, monitorização e automatização com características importantes que estão em falta nos equipamentos existentes na atualidade. Considerando esta necessidade, a mais recente Diretiva (UE) 2018/844 do PE e do Conselho de 30 de maio de 2018, estabeleceu como um dos primordiais objetivos a introdução de novos sistemas de controlo e automatização dos edifícios (UE, 2018a).

### **2.2.2 Reabilitação ou nova construção**

Na Europa, 75% do parque imobiliário é considerado ineficiente a nível energético. Assim, ao nível atual de 1% de renovação anual, será necessário cerca de um século para a descarbonização dos edifícios (CE, 2016b).

Desde o final do século XX, que as discussões acerca da reabilitação ou nova construção, têm aumentado de forma constante, especialmente acerca da necessidade de reabilitação dos centros urbanos, devido ao constante aumento populacional no ambiente urbano. Por vezes, a reabilitação não é a solução mais económica, a demolição e posterior nova construção, podem integrar melhores decisões considerando o ciclo de vida dos edifícios (Alba-Rodríguez et al., 2017). Porém, espera-se que a reabilitação de edifícios passe a ser a atividade preponderante no setor da construção (Kohler & Hassler, 2002). Os aspetos financeiros imediatos, tendem a equilibrar as vantagens da reabilitação em detrimento da nova construção, exceto em casos em que o edifício atinge níveis de desempenho que ficam muito aquém e os custos de reabilitação atingem os de uma nova construção (Itard & Klunder, 2007).

Na UE, regiões inteiras foram reconstruídas de forma limitada após a 2ª Guerra Mundial. Essas, hoje em dia, apresentam um desempenho que fica muito aquém das necessidades e requisitos exigidos (instalações e isolamentos insuficientes, equipamentos obsoletos entre muitos outros fatores) o que torna inexecutável a sua reabilitação eficiente, estando assim diversos edifícios em constante ameaça de demolição (A. Power, 2010; Anne Power, 2008).

As análises realizadas ao nível da reabilitação dos edifícios, abordam fundamentalmente os potenciais de poupanças energéticas (cuja definição é, segundo a EED, quantidade determinada de energia primária medida e/ou estimada antes das necessidades de utilização e após a implementação de medidas de melhoria de EE, enquanto assegura a normalização das condições externas que afetam as utilizações energéticas) (Goldstein et al., 2013). No entanto, outras opções surgem para a avaliação destas poupanças, concomitantemente com diversos fatores como as melhorias das condições de conforto e utilização e os componentes dos edifícios (Martinaitis et al., 2004; Zavadskas et al., 2008). Assim, surgem análises com abordagens pormenorizadas, que lidam com os preços da energia, as conjecturas de aumentar a utilização e disponibilização de energia e recursos provenientes de fontes renováveis, abordando de forma integrada todo o ciclo de vida dos edifícios, encargos de manutenção e taxas de interesses financeiros (Morelli et al., 2014).

Para os métodos de apoio à tomada de decisão, existem três critérios primordiais que auxiliam a escolha entre a reabilitação e a nova construção: i) investimento; ii) condições do edifício; e iii) legislação. Contudo, fatores como os princípios económicos, sociais e ambientais são, muitas vezes, relegados para segundo plano (Bullen & Love, 2010; Bullen & Love, 2011)

A otimização da utilização de recursos pode ser conseguida, quando é necessário uma nova construção ou reabilitação, através da reutilização maximizada dos trabalhos de demolição, desde que os trabalhos sejam previamente considerados dentro dos princípios da circularidade e da possível absorção por parte do mercado, dando origem a um novo ciclo de utilização (Alba-Rodríguez et al., 2017).

Como solução recorrente na construção e reabilitação surge o aumento da aplicação de materiais com elevada inércia térmica, todavia alguns destes materiais entram em antagonismo com a mitigação da poluição, devido à sua elevada pegada ecológica que por intermédio da sua estrutura e seus processos de fabrico, pois causam elevadas emissões de carbono (Rahimpour et al., 2017).

### **2.3 ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR DA CONSTRUÇÃO**

Diversas teorias sustentam que o conceito de EC está presente desde a década de 1960. Contudo, as ideologias que o compõem apenas se encontram na agenda política desde a década de 1990. No entanto, apenas recentemente surgiu o interesse dos decisores políticos e dos

responsáveis pela tomada de decisões no setor da construção (Mont & Heiskanen, 2015; CE, 2014). Assim, as abordagens e pensamentos que promovem a circularidade podem propiciar mudanças necessárias na sociedade para o desenvolvimento de processos em ciclos fechados, e conseguinte sustentabilidade do ambiente construído (Habermas, 1981).

As ideias adjacentes ao conceito de EC têm fundamento em diversas disciplinas, incluindo a economia ecológica e ambiental (Ghisellini et al., 2016). Dois dos seus fundadores, focam-se nos metabolismos em ciclos fechados dos sistemas biológicos, enfatizando a analogia entre a forma como os desperdícios dos sistemas biológicos se tornam em alimento para outros organismos e a forma como os sistemas industriais devem ser repensados (Frosch & Gallopoulos, 1989).

Um ambiente construído sustentado nos princípios da EC, incorporando as infraestruturas verdes com múltiplas funções, a construção modular com ciclos fechados de materiais, água, energia e utilização de materiais não tóxicos, e as técnicas de construção passivas, surgirá como a construção de um novo paradigma para o setor da construção, alargando os horizontes dos métodos de construção convencionais (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Em Portugal estima-se que a construções segundo o conceito de “*Passivhaus*”, corretamente concebidas, reduzam a utilização de energia térmica em 90% (Gonçalves & Brotas, 2007).

A EC é uma conformação do comportamento social, que vai muito para além do foco nos materiais, na perspetiva ecológica e na industrial. Os objetivos da EC, para a indústria ecológica, estão em otimizar os caminhos metabólicos dos procedimentos industriais e utilização de materiais e recursos, minimizando a utilização destes e consequentes desperdícios e sistematizando comportamentos de utilização de energia, criando módulos de coordenação para combater os métodos lineares industriais que colocam em risco o ambiente (Ehrenfeld, 1997). O conceito de vivermos num ciclo fechado, numa sociedade onde o planeta, os seus recursos, e a atividade humana irão proporcionar que todas as necessidades de utilização e procura sejam constantemente recicladas e reutilizadas, poderá ser uma realidade ulterior (Boulding, 2011).

Assim, torna-se essencial considerar as interconexões entre diferentes fatores e comunidades e estabelecer rotinas metacognitivas para encaminhar e monitorizar boas práticas, providenciando estruturas legítimas que afetem positivamente a aquiescência social e a inserção no mercado (Baker & Standeven, 1996; Borup et al., 2006)

As perspetivas da EC abordam similarmente valores políticos, éticos, de equidade e participação, que são por vezes vistos como utopias e distopias, criando grupos de prós e contras que se organizam em volta de dialetos e que fazem parte de uma estratégia de comunicação, levando os partícipes a colocar os seus interesses económicos e lineares em primeiro plano (Bakker & Budde, 2012; Berkhout, 2006). Deste modo, a multiplicidade dos métodos empíricos surge não só de argumentos específicos mas também de raciocínios construídos por vários pareceres com respetivos contra-argumentos, os que serão inevitavelmente reinterpretados e assimilados apropriadamente para a multiplicidade dos métodos empíricos (Borup et al., 2006; van Lente, 2012).

Os defensores da EC argumentam que, ciclos fechados de utilização de materiais e recursos não só são possíveis de atingir, como também são a solução para a atual insustentabilidade. A natureza linear dos sistemas de produção e utilização torna-se assim insustentável devido à quantidade de recursos não renováveis que são necessários para suprimir a procura (Lazarevic & Valve, 2017). Assim, conceitos como dissociação, alongar a vida dos produtos, ciclos fechados, design ecológico e planos de negócios, fazem parte de uma adaptação e mudança constante nas políticas e regulamentações, as quais já foram propostas previamente (Heiskanen & Jalas, 2000).

É expectável que a EC promova a minimização de desperdícios e redução das necessidades de recursos entre 17% e 24% na UE até 2030, segundo a comunicação da Comissão Europeia (CE) para o PE, a qual promove uma economia de zero desperdício (CE, 2014). Concludentemente, a EC preconiza o “*crescimento alternativo e não uma alternativa ao crescimento*” (Charonis, 2013, p. 5).

## **2.4 GESTÃO DA PROCURA DE ENERGIA E RECURSOS**

O conceito de DSM é largamente estudado por diversos autores, sendo os principais temas abordados: i) Eficiência Energética; ii) Eletricidade; iii) Política e Economia Energética; iv) Edifícios e Energia; v) Economia de Recursos e Energia; e vi) Sistemas Elétricos. Assim, os principais objetivos da DSM são reduzir as emissões de carbono e assegurar a segurança energética (Warren, 2015).

O conceito de DSM divide-se em várias categorias (Warren, 2015):

- Procura responsável considerando o pagamento de incentivos (IPBDR);

- Procura responsável considerando o preço das tarifas (PBDR);
- Transformações do mercado (MT);
- Disponibilidade de infraestruturas (IR);
- Esquemas de obrigação (UO);
- Rotulagem (LB);
- Campanhas de informação (IC);
- Programas voluntários (VP);
- “Standards” de desempenho (PS);
- Empréstimos e Subsídios (L&S);
- Esquemas de modelos de negócio (UBM);
- Programas de desenvolvimento e investigação (R&D).

A IPBDR refere-se a tarifas que encorajam a redução ou mudança de cargas, essencialmente durante os períodos de pico. Por seu lado, a PBDR refere-se a tarifas que variam o preço da eletricidade ou do gás considerando diferentes períodos do dia ou ano. Estas políticas visam aumentar os custos da utilização de energia durante os períodos de pico acima da taxa normal e reduzir os preços dos períodos de não pico abaixo da taxa normal (Warren, 2015). O principal foco da PBDR é reduzir ou alterar as cargas da utilização de energia por intermédio da variação dos preços. Por sua vez, o foco da IPBDR é reduzir ou alterar as cargas da utilização de energia por intermédio de incentivos financeiros diretos (Albadi & El-Saadany, 2008).

As MT referem-se a amplas políticas de longo prazo, que se destinam ultrapassar as barreiras do mercado com o primeiro objetivo de desenvolvimento da EE. A IR refere-se primeiramente aos contadores inteligentes (com ou sem dispositivos de leitura da utilização de energia) (Warren, 2015). Sendo que, os UO referem-se a obrigações (por vezes voluntárias) para os utilizadores, proprietários dos edifícios, entidades públicas, distribuidores e fornecedores (Azevedo & Glachant, 2012).

A LB refere-se a políticas que pretendem melhorar a comunicação e educação do desempenho de EE dos produtos, essencialmente focados em aplicações, equipamentos e edifícios, para poupanças de energia e redução das emissões. Os PS referem-se a políticas que pretendem melhorar a EE das aplicações, equipamentos e edifícios nos processos de construção e manufatura (Warren, 2015).

Os L&S referem-se a políticas que providenciam subsídios para tecnologias DSM, como as medidas de EE e produção de energia local. Por seu lado, os UBM referem-se a políticas

alternativas e modelos de negócio para os intervenientes no mercado energético, considerando de igual forma o lado da procura e o da oferta (Warren, 2015).

Os R&D referem-se a políticas que pretendem criar programas que melhorem a investigação das tecnologias DSM e desenvolver estas a larga escala, envolvendo projetos pilotos de pequena a grande escala. Sendo que, as IC referem-se a políticas para estimular a educação, qualificação, serviços adicionais e campanhas de marketing para as partes relevantes. Por último, os VP referem-se às políticas não obrigatórias, que apesar de não se inserirem em nenhuma das categorias, envolvem a sobreposição de diversas (Warren, 2015).

As políticas DSM podem ser implementadas de forma individual ou como um pacote de políticas como os exemplos (Warren, 2015): i) IPBDR/PBDR; ii) UBM/MT; iii) IC/L&S; iv) PS/LB; v) VP/L&S; vi) PS/IC; vii) IC/L&S/MT; viii) PS/LB/IC; e ix) PS/LB/UO/L&S.

A união energética é uma estratégia adotada pela UE com o objetivo de atingir uma transformação fundamental do sistema energético europeu, através de uma abordagem que considera a rentabilidade económica. Para atingir os objetivos adjacentes, surge a clara necessidade de se modificarem os procedimentos da distribuição de energia para os utilizadores, modificando os padrões da utilização através de uma abordagem inteligente, flexível, descentralizada, integrada, sustentável, segura e competitiva. Esta abordagem promove a liberalização do mercado, fazendo repensar a gestão da energia desde o ponto inicial de produção até à utilização final (CE, 2015a).

Assim, o conceito de EE tornou-se uma oportunidade de negócio, nomeadamente no setor da construção (CE, 2014a), sendo que os apoios financeiros para aquecimento do ambiente interior e de água são relativamente superiores às medidas políticas e apoios que promovem a EE das aplicações elétricas (ODYSSEE-MURE, 2014).

Enquanto os programas de procura responsável tendem a focar-se na redução da procura nos períodos de pico ou durante períodos específicos, as medidas de EE (cuja definição é, segundo a EED, as medidas que proporcionam o aumento da EE como resultado do comportamento humano, tecnológico ou alterações económicas), são as mais abrangentes e focam-se na redução da utilização de energia no contexto global.

As infraestruturas são construídas para sustentarem a máxima procura. Contudo, existe uma grande disparidade entre a máxima procura e a procura média, a qual consiste em elevados preços de produção e encargos superiores para os utilizadores finais, assim como maiores

desperdícios. As ferramentas e métodos DSM permitem assim o ajuste das curvas de utilização promovendo a sustentabilidade e a segurança dos fluxos energéticos (Dabur et al., 2012).

A otimização da integração da procura responsável nos ciclos de distribuição de energia e recursos é essencial para garantir a sustentabilidade, minimizar os desperdícios e reduzir as emissões de GEE, controlando assim os impactos negativos que podem afetar a qualidade da rede de energia e o aumento do investimento. Isto é imprescindível para sustentar os períodos de pico da procura hodierna, bem como dos custos operacionais e respetivos encargos para os utilizadores. Assim, numa fase prévia de planeamento devem ser considerados multiobjectivos das distintas necessidades da procura ou distribuição, a fim de se estimar a pegada ecológica de todas as diferentes fases do ciclo de vida dos edifícios, para que se possam otimizar soluções, processos construtivos e comportamentos antropológicos.

Estes processos fundamentados numa programação não-linear, permitem uma análise estocástica da procura responsável e promovem a conservação, transformação e armazenamento de energia, diminuindo e reaproveitando os desperdícios de forma eficiente em vez de aumentar a capacidade das infraestruturas (Alarcon-Rodriguez et al., 2010).

Assim, a redução da procura nos períodos de pico, promovendo a conservação de energia durante os períodos de menor procura, armazenando-a para a utilizar ou transacionar com a rede durante os períodos de pico, são um bom caminho para a EE, podendo os utilizadores tornarem-se independentes. Contudo, ademais, não significa por si só a redução da utilização de energia (Strbac, 2008). Por outro lado, a indústria dos combustíveis fósseis contrapõe-se à da energia proveniente de fontes renováveis e a todos os métodos inerentes a estas, tendo como finalidade a exploração do método económico linear que assenta na extração de recursos de energia primária com elevado impacto nas emissões de GEE. Consequentemente, os principais obstáculos que se afiguram à implementação dos processos e métodos DSM são o investimento irresponsável e a desinformação na área por parte de todos os partícipes ao longo do processo da gestão de energia, o que dificulta a partilha de benefícios e a compreensão dos problemas futuros. Deste modo, surge uma maior necessidade de proporcionar um estímulo para a investigação e trabalhos experimentais em comunidades sustentáveis.

Os governos, são o principal meio de promoção da gestão da procura de recursos e energia, uma vez que esta reformula os paradigmas de utilização, otimizando e promovendo a EE, diminuindo a procura de forma sustentada e promovendo consequentemente uma melhoria do desempenho ambiental reduzindo a utilização de recursos e as necessidades energéticas (Strbac,

2008). Posto isto, as políticas DSM com mais sucesso atualmente são os UO, PS e UBM. Por outro lado, as políticas com menos sucesso são as LB, IC e L&S (Warren, 2015).

Através da gestão da procura de recursos e energia, a EE pode melhorar significativamente e atingir as metas ambientais propostas pela UE (Figura 9), através do controlo da utilização de energia. Ainda assim, subsistem diversos estudos que indicam que os programas necessitam de ser aprimorados, para que sejam nomeadas explicitamente todas as conjunturas (Bergaentzle et al., 2014).



Figura 9 – Principais objetivos das políticas energéticas e climáticas até 2030 (adaptado de Jornal Oficial da UE, 2018).

Embora as vantagens não possam ser exatamente estimadas, é certo que existem vários benefícios na adoção das ferramentas DSM (Figura 10). Posto isto, surge a possibilidade de emergirem abordagens e políticas disruptivas, com a finalidade de se modificarem os paradigmas de utilização, concebendo mercados preferencialmente liberais com a otimização da interconectividade, através da utilização das TIC.

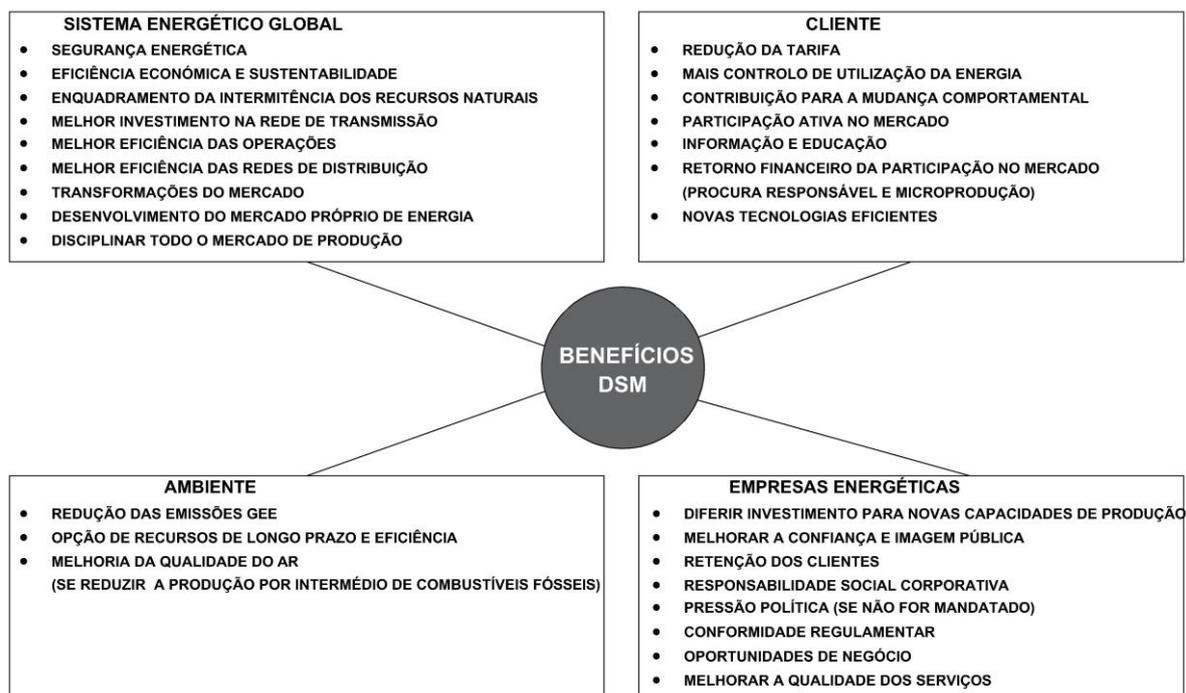


Figura 10 – Benefícios da DSM (adaptado de Warren, 2015).

A EE, a conservação de energia, a procura responsável, a micro produção e as tecnologias adjacentes aliadas às atividades comportamentais, são extremamente importantes para a otimização da DSM (Eissa, 2011). Por sua vez, a disponibilidade de energia proveniente de fontes renováveis está dependente da sua origem e respetiva estação. Assim, dada a intermitência destas fontes, quando a energia provém de fontes renováveis, a intermitência destas deve ser tida em apreciação quando se encorajam os utilizadores para a utilização, conservação, transformação e armazenamento de energia (Thakur & Chakraborty, 2016).

Estima-se que todas as ferramentas DSM, articuladas com as suas respetivas estratégias, podem provocar uma redução de 20% a 40% nos períodos de pico da utilização, possibilitando o ajuste das curvas de utilização e facilitando o abastecimento nos períodos de pico através das infraestruturas existentes (Dabur et al., 2012). Deste modo, as vantagens da DSM são (Bergaentzlé et al., 2014): i) evitar novas construções para a produção, transmissão e distribuição de energia; ii) minorar as falhas dos sistemas; iii) diminuir a poluição e GEE emitidos; iv) promover preços mais baixos e competitivos; v) menores necessidades de manutenção; vi) reduzir a dependência da utilização de combustíveis fósseis; e vii) inovação e tecnologia futuristas. Relativamente às desvantagens de implementação da DSM, subsistem nas (Bergaentzlé et al., 2014): i) as políticas públicas e legislação; ii) investimento irrefletido e educação dos intervenientes para a repartição de benefícios; iii) entendimento dos problemas

futuros; e iv) fundos de investimento, a necessidade da legislação e incentivo para a investigação de trabalhos experimentais.

Existem diversas formas de promover a implementação de programas DSM (Bergaentzlé et al., 2014): i) através dos governos, uma vez que estes são a principal força de motivação e promoção da DSM, pois esta depende de políticas efetivas; ii) consciencialização e motivação do mercado; iii) promoção de subsídios diretos para a aplicação de políticas de EE; iv) formas não convencionais da procura de energia; e v) motivar a investigação e trabalhos experimentais.

A DSM tem por objetivo ajustar o abastecimento de energia com a procura da mesma, evitando a produção em excesso e por conseguinte a redução de desperdícios. Assim a estratégia passa pela redução da utilização de energia e melhoria da eficiência, através de métodos estáticos (conservação estratégica; utilização estimulada; diminuição de carga para alterar os padrões de utilização; e flexibilidade e segurança de utilização) e dinâmicos (redução do período de pico com a diminuição de carga em determinados períodos “*Valley Filling*”, permitindo o ajuste das curvas de utilização com a alteração de cargas de utilização dos períodos de pico para os remanescentes períodos, e o crescimento de carga estratégico de forma estimulada) (Meyabadi & Deihimi, 2017).

Uma rede inteligente de energia é, por sua vez, uma automatização dos sistemas elétricos através da integração das TIC, com a função de promover uma gestão eficiente e responsável. Esta estimula os utilizadores através de tarifas dinâmicas tendo em consideração a forma e períodos de utilização, e motiva projetos que induzam utilizações de energia inferiores sem comprometer a funcionalidade dos sistemas (Thakur & Chakraborty, 2016).

As infraestruturas de comunicação são compostas por sensores e dispositivos inteligentes que viabilizam mecanismos de suporte otimizados para as atividades inerentes. Estas contribuem assim para a eficiência da DSM, permitindo uma avaliação em tempo real dos benefícios e o aumento da flexibilidade por parte de todos os intervenientes. Incentivados pela dinâmica de preços, os utilizadores podem procurar e gerir a utilização de energia de forma responsável, explorando ainda a conservação e o armazenamento da mesma, o que facilita a integração da energia proveniente de fontes renováveis (Meyabadi & Deihimi, 2017).

Enquanto que o setor industrial é largamente orientado por razões económicas, quando se trata de habitações familiares estes termos não são assim tão lineares, sendo que fatores como a educação e as normas sociais e culturais, geralmente prevalecem. Contudo, é difícil para a sociedade ter noção da quantidade de energia que se necessita para diferentes propósitos, o que

por sua vez torna difícil a modificação de hábitos diários para a redução da procura de energia, opção por uma procura responsável ou investimento em medidas de EE.

O “*feedback*” torna-se assim essencial, uma vez que a sociedade se torna mais consciente das suas utilizações energéticas, seja de forma direta (medidores inteligentes e “*displays in-home*”) ou indireta (minorar os encargos e definir objetivos individuais). Assim, os utilizadores podem monitorizar e otimizar a sua própria eficiência. Para tal, o potencial para poupanças por intermédio de mudanças comportamentais são a melhor abordagem em ambiente doméstico, atuando-se diretamente no controlo da utilização de energia (Darby, 2006). Contudo, existem outras medidas eficientes que não se encontram diretamente relacionadas com as mudanças comportamentais (certificação dos edifícios e rotulagem energética; compromisso público; esquemas de financiamento e subsidiação; e desenho ecológico). Deste modo, a sabedoria convencional deve adotar caminhos mais sustentáveis, emancipar a difusão de boas práticas e ações para e através da sociedade (Shove, 2003).

A implicação das descobertas recentes, no âmbito da investigação das ciências sociais, nos decisores políticos, legislação e políticas públicas são significativas considerando a interação complexa entre os utilizadores e as novas tecnologias. Assim, é igualmente necessário um melhor entendimento das condições mais favoráveis para a sustentabilidade do desenvolvimento tecnológico (AEA, 2013).

A EE e suas iniciativas adjacentes, usam amplos tipos de intervenção, como por exemplo (AEA, 2013):

- Comunicação e compromisso - informação e promoção, educação e pareceres individuais, demonstrações, “*Benchmarking*”, compromissos, definição de objetivos, rótulos de sustentabilidade, modelação de processos e “*feedback*”;
- Incentivos e desincentivos económicos - subsídios, impostos, sobretaxas, tarifas, bónus, tarifas diferenciadoras, tarifas de reembolso, instrumentos financeiros como empréstimos sem juros ou com melhores condições do que as existentes no mercado, recompensas, penalizações e coimas;
- Regulamentações - leis e regras gerais, exceções específicas, tratados e acordos;

### **2.4.1 Procura responsável**

A procura responsável, capacita multiobjectivos no âmbito da sustentabilidade. Posto isto, surgem novas políticas com o intuito de modificar os paradigmas da utilização de energia, através da modificação do mercado e otimização de tecnologias das redes inteligentes de energia e dos modelos da procura responsável. Por sua vez, estes surgem assim com o propósito de auxiliar os operadores de sistemas individuais a identificar e colocar em prática iniciativas de incentivo para a procura responsável (Aalami et al., 2010).

A DSM refere-se às atividades do lado da procura de energia que procuram atingir os objetivos da legislação relativos à segurança energética e redução das emissões de carbono. Contudo, uma das principais limitações das redes inteligentes de energia é que essencialmente se focam na energia elétrica, não repensando a totalidade do sistema energético, inclusive a utilização de recursos (Warren, 2015).

A procura responsável pode assim ser difundida com base no preço das tarifas e em incentivos para os utilizadores do setor residencial. Esta é abordada tendo em consideração as aplicações típicas nos edifícios de habitação para minimizar os custos de energia e maximizar os incentivos. Os esquemas consensuais utilizam informações locais, que são empregues no plano de trabalhos das redes de distribuição, considerando coordenações e produções de energia descentralizadas bem como o controlo dos fluxos energéticos. Assim, a utilização de energia e respetivos encargos são os objetivos a minimizar. Sempre que incorporam programas de procura responsável, os utilizadores podem ajustar a sua aplicação e utilização, ou até prescindir de determinado conforto para auferir incentivos relevantes (Setlhaolo et al., 2014).

Segundo a Agência Europeia do Ambiente, as estruturas de preços dinâmicos devem consentir as seguintes abordagens de tarifários (AEA, 2013):

- Preço em tempo real (RTP), onde os preços refletem os custos do sistema em tempo real;
- Preço por tempo de utilização (TOU), onde diferentes preços são definidos para diferentes períodos temporais;
- Preço em períodos de pico (PP), onde diferentes preços são definidos para os períodos de pico, com variações que distinguem as situações de pico e pico crítico;

Assim, a procura responsável com base no tarifário, pode ser abordada considerando as seguintes tarifas e devida relação de risco e remuneração (Figura 11) (PricewaterhouseCoopers, 2010; US Department of Energy, 2006):

- Tarifas TOU (preço por tempo de utilização) - Neste mecanismo as tarifas são alteradas com base no período de utilização (“*on-peak; off peak; shoulder peak (mid peak ou partial peak)*”) e os perfis de utilização tendem a ser estáveis. As tarifas de eletricidade alteram de acordo com o período podendo ser diferentes nas estações quentes e frias, dias de semana ou fins de semana;
- RTP (preço em tempo real) - O preço da eletricidade varia normalmente de hora a hora, contudo, dependendo da variação do mercado, o preço pode variar de forma mais frequente, sendo que os utilizadores são informados no dia ou hora anterior;
- Preço crítico em períodos de pico (CPP) - Elevada ascensão de preço para um período em particular, devido à quantidade de energia utilizada ou determinada emergência durante um declarado período de pico;
- “*Virtual peak pricing*” (VPP) - Tarifa para um número específico de horas. Em circunstâncias específicas, os preços são superiores comparativamente com o período normal de pico ou condições em tempo real;
- “*Extreme Day Pricing*” (EDP) - As tarifas são similares ao CPP, exceto em dias críticos particulares, onde o preço se mantém elevado ao longo de todo o dia. Estes dias são, por norma, notificados aos utilizadores no dia anterior;
- “*Extreme Day Critical Peak Pricing*” (EDCPP) - As tarifas são similares ao CPP em dias críticos, contudo, para o restante período do dia, as tarifas com base em intervalos de tempo não existem;
- “*Peak Time Rebate*” (PTR) - É delimitada uma utilização base. Para os utilizadores com menor utilização, o preço mantém-se, para os restantes aumenta.

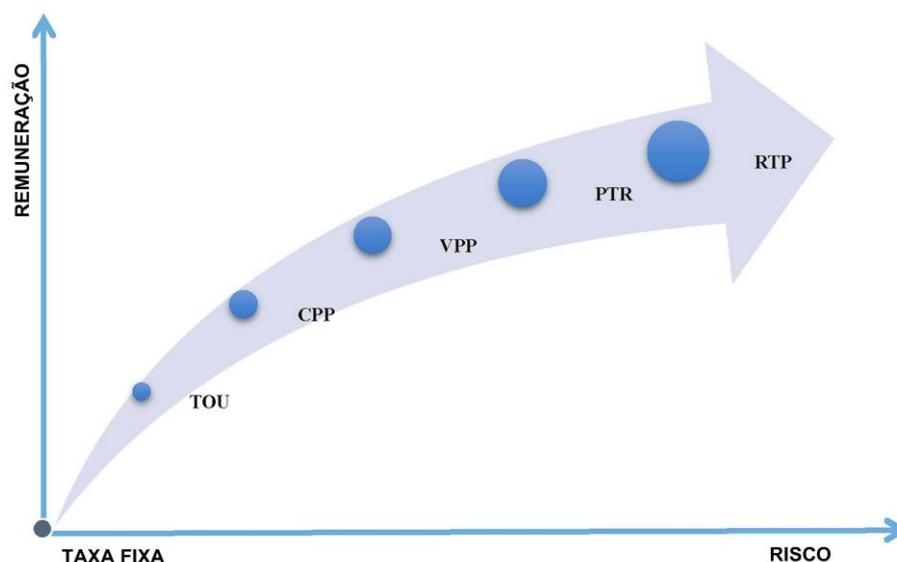


Figura 11 – Relação entre risco e remuneração para diferentes mecanismos de tarifa (adaptado de Thakur & Chakraborty, 2016).

Os utilizadores, respondendo a variações no preço da eletricidade com base nos distintos períodos ao longo do dia, modificam os seus padrões de utilização através da redução dos seus encargos com a utilização de eletricidade e da modificação voluntária dos seus padrões de utilização. Estas alterações são fomentadas por incentivos e programas públicos, onde os utilizadores são incentivados a reduzir a carga (US Department of Energy, 2006).

A procura responsável com base em incentivos para os utilizadores, considera as seguintes abordagens (Thakur & Chakraborty, 2016):

- “*Direct Load Control*” (DLC) - Programa de gestão da procura, onde a entidade monitoriza e controla o equipamento do cliente de forma remota (inicialmente concebidos para o controlo residencial e pequenos comércios);
- “*Interruptible Load*” (IL) - Acordo entre o cliente e a entidade, onde o cliente se compromete a atingir a sua procura de energia em períodos temporais particulares por intermédio de “*Combined Heat and Power*” (CHP), armazenamento, energia solar entre outras. O cliente recebe taxas de desconto, créditos de conta ou outros privilégios concedidos por parte da entidade. Em resposta a uma notificação dos sistemas operativos, o cliente mobiliza os períodos de utilização e armazena energia;
- “*Energy Demand Response Programs*” (EDRP) - Os clientes são incentivados a reduzir a procura durante uma emergência declarada pela entidade reguladora (quando existe uma quebra nas reservas);

- “*Capacity Market Programs*” (CMP) - Os clientes comprometem-se a reduzir a sua carga a um nível especificado previamente (aquando da ocorrência de contingências no sistema). Estes são penalizados se a redução acordada previamente não for conseguida;
- “*Demand Bidding and Buy Back*” (DBBB) - Os clientes podem sugerir a redução de carga num contexto geral e revender no mercado de energia elétrica (geralmente para utilizadores de grande dimensão);
- “*Ancillary Services Market Programs*” (ASMP) - Os clientes podem propor a redução de cargas nos mercados dos operadores de sistemas independentes e organizações de transmissão regional. Em caso de a proposta ser aceite, os clientes são incentivados ao preço do mercado, para a obrigação de estarem disponíveis sempre que for necessário a redução de cargas.

Compreender as conexões entre as medidas de “*feedback*”, programas de procura responsável e medidas de EE é extremamente importante para evitar potenciais conflitos, que elevem o potencial negativo do efeito de retorno e atingir todo o potencial disponível para a redução da necessidade energética e conseguinte minoração dos impactes ambientais, sociais e económicos. Sinergias entre diversas medidas podem também gerar possíveis antagonismos. Concludentemente, a gestão da energia terá uma importância vital para o fornecimento da energia de forma sustentável e para a mitigação da pegada ecológica.

#### **2.4.2 Fator humano**

Na atualidade, subsistem vários fatores que contribuem para que os utilizadores não consigam otimizar a sua procura, considerando as variações de preço oferecidas pelo mercado da energia elétrica. Assim, o conceito de DSM pode também ser abordado como a introdução do fator humano conectado com a rede, estimulando um caminho mais sustentável para a gestão da rede de abastecimento de energia (Chao, 2011).

Todos os partícipes ao longo do ciclo de vida dos edifícios devem ser instruídos para o caminho da sustentabilidade e saúde global, através da promoção do conceito de EC com ciclos fechados entre recursos e tendo-se perfeita consciência dos benefícios e das implicações a considerar, a fim de se atingirem as metas ambientais que promovem um futuro saudável para as gerações seguintes.

Os modelos comportamentais são imprescindíveis para entender o que os utilizadores fazem e porque o fazem, sendo que estes modelos tendem a variar amplamente pela teoria, conceito e aplicação (Axsen & Kurani, 2011). Por exemplo, Shove (2003) defende que é evidente que a utilização comum é controlada por uma larga extensão de normas sociais e é profundamente moldada por fatores económicos e culturais. Por sua vez, os autores Kim e Shcherbakova (2011), defendem que as principais barreiras e, por conseguinte, os principais desafios, são nomeadamente sociais, políticos e económicos ao invés de técnicos.

Assim, considerando que os ocupantes dos edifícios com métodos de construção passivos e possibilidade de controlo individual se sentem geralmente mais confortáveis, e que tradicionalmente na investigação do conforto térmico (parâmetro subjetivo), as avaliações utilizam métodos de classificação por escala, sendo que os resultados refletem predominantemente a temperatura do ar (parâmetro objetivo) (McIntyre, 1978). Estes métodos abordam, ainda, os ocupantes como destinatários passivos do ambiente construído e o conforto como um atributo. Por outro lado, o autor Rybczynski (1987) sugere que o conforto está dependente do contexto social, cultural e histórico. Assim, surgiu o princípio de que os edifícios devem ser resistentes ao clima o máximo possível, e de que os ocupantes devem ser separados do ambiente exterior (Shove, 2003).

Adindo, os edifícios verdes conseguem um certo impacto na consciência ambiental dos ocupantes, os quais tendem a melhorar o seu comportamento para com o ambiente, através de um melhor controlo e consciência da sua utilização de energia e recursos. Estas descobertas confirmam que os processos adaptativos e os seus efeitos têm elevada importância na avaliação do conforto (Zalejska-Jonsson, 2012).

Uma redução considerável na quantidade de energia utilizada é conseguida não só com o desenho passivo e bem concebido dos edifícios, como também com a mudança de comportamentos residenciais e dos métodos de utilização convencionais, devido às novas aplicações tecnológicas que surgem no mercado e por vezes requerem e estimulam superiores necessidades energéticas e consequentes desperdícios de energia (subsistindo riscos inerentes para comportamentos imprevisíveis por parte dos utilizadores) (Ding et al., 2015). Posto isto, surgem mecanismos que providenciam informação prévia, revelando a quantidade de energia que irá ser necessária para abastecer os utilizadores sem a necessidade de armazenamento, conseguindo assim um balanço energético de forma eficiente.

Deste modo, os riscos associados a comportamentos irracionais e imprevisíveis reduzem-se de forma significativa, uma vez que os utilizadores se tornam mais conscientes da sua procura e utilização de energia. Assim, as decisões são otimizadas e as oportunidades de EE são facilmente identificadas por parte de todos os intervenientes ao longo do processo de gestão energética. Assim sendo, o passo mais importante está em adquirir a confiança dos utilizadores para aderir e participar em programas de DSM. Deste modo, a necessidade de um estímulo de informação, para rever a legislação e políticas públicas de forma a estas serem integradas na sociedade com transparência e equidade, é extremamente relevante para fomentar ações públicas efetivas (Thakur & Chakraborty, 2016).

O relatório da Agência Europeia do Ambiente de 2013, argumenta que na otimização das interfaces entre a elaboração da legislação e os comportamentos humanos, está a chave para se atingirem reduções sustentadas da utilização de energia, diferenciando o comportamento dos utilizadores e as práticas de utilização (AEA, 2013). Da perspetiva da legislação da EE, é relevante que todos os partícipes estejam envolvidos desde o processo inicial do enquadramento legislativo.

Assim, otimizar a conexão entre os comportamentos e as medidas de eficiência é extremamente importante, uma vez que subsistem claras evidências que as intervenções técnicas, por si só, provocam um baixo impacto e requerem maior custo de implementação se realizadas sem o acompanhamento de programas concebidos para encorajar as mudanças comportamentais (Shove, 2010).

Os decisores políticos e todos os responsáveis pela implementação das medidas de EE, estão fundamentalmente focados nos instrumentos de forma isolada e não na conexão destes com os comportamentos sociais, práticas e padrões de utilização que devem ser otimizados. Tal como referido anteriormente, o “*feedback*” é um elemento essencial na aprendizagem efetiva tanto do setor doméstico como do não-doméstico. Diferentes abordagens e metodologias, que promovem o “*feedback*” dos utilizadores de energia, são vistos como uma forma de aprendizagem por parte de toda a sociedade, com base na observação e experimentação de resultados (Darby, 2006).

Curiosamente, o nível de poupanças energéticas por intermédio de programas de “*feedback*”, foi superior durante a “era da crise energética” (1974-1995) relativamente à “era das alterações climáticas” (1995-2010) (AEA, 2013).

Assim, a introdução de esquemas de preços dinâmicos deve ser abordada com cuidado, particularmente para os utilizadores vulneráveis, e deve ser feita de forma gradual, de modo a atingir todos os intervenientes do sistema energético. Estes esquemas devem ainda ser flexíveis o suficiente para se adaptarem a novas circunstâncias temporais, considerando o desenvolvimento contínuo. Assim, diversos modelos têm vindo a ser desenvolvidos para descrever os paradigmas e mudanças adjacentes (AEA, 2013):

- Teoria da escolha racional;
- Teoria da ação fundamentada;
- Teoria do comportamento planeado;
- Teoria do valor ecológico e norma de crença nos valores;
- Modelo de atitude-comportamento-contexto;
- Persuasão e teorias de educação social;

Construir um ecossistema inovador vai para além de proporcionar o acesso ao mercado, é necessária ação pública que sustente a investigação de novos produtos e processos para que estes beneficiem de sinergias entre todas as partes envolvidas no sistema energético. Dada a clara necessidade de se identificarem lacunas, duplicações e sinergias ao nível da UE e dos seus EM nas suas respetivas legislações, surge a necessidade de explorar as oportunidades de harmonizar o mundo digital e físico no domínio da energia, e, paralelamente, endereçar a cooperação internacional a todos os EM para os desafios globais, dada a necessidade de se promoverem novos investimentos em todas as fases de inovação e investigação para se atingirem todos os objetivos da UE (CE, 2015a)

Deste modo, os principais desafios para a implementação do desenvolvimento da DSM são apresentados na Figura 12.

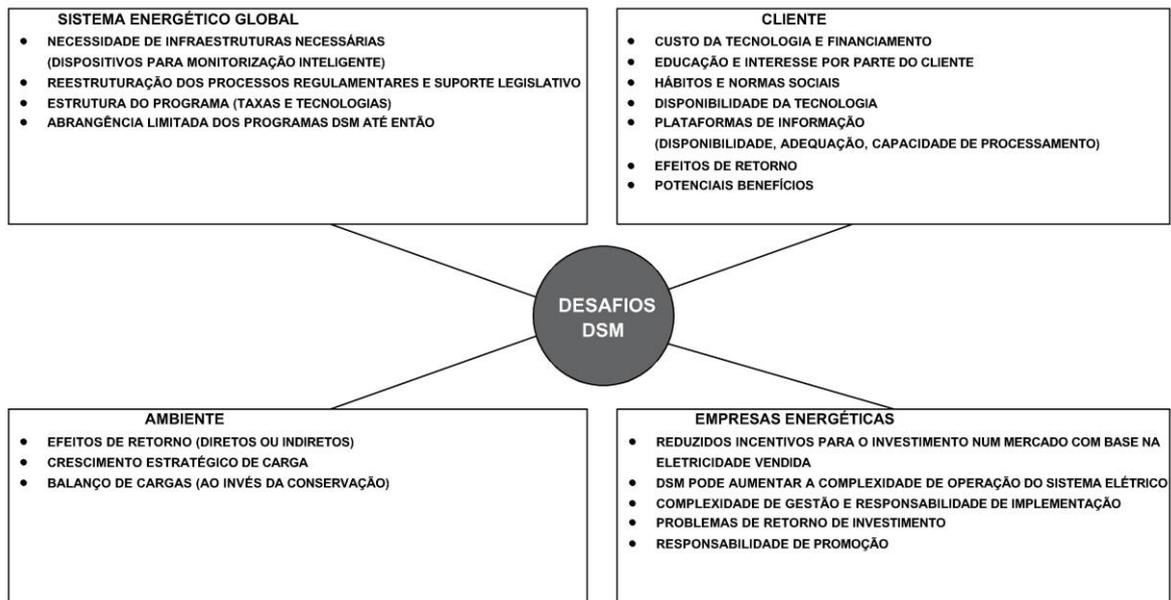


Figura 12 – Desafios para a DSM (adaptado de Warren, 2015).

### 2.4.3 Efeito de retorno

O efeito de retorno foi primeiramente consolidado por Jevons em 1865 (*Jevons Paradox*). Este termo serve para explicar o quão as medidas de EE podem levar ao aumento da utilização de energia, minimizando assim o impacto esperado das poupanças iniciais.

O efeito de retorno, é o termo utilizado para descrever o impacto de baixo custo dos serviços de energia, devido ao aumento da EE e seus reflexos no comportamento dos utilizadores ao nível individual, local, regional, nacional e global. Posto isto o efeito de retorno pode surgir de forma direta e indireta, dependendo de diversas variáveis por parte de todos os intervenientes.

O efeito de retorno direto, surge sempre que o aumento da eficiência e a associada redução de custos de um produto ou serviço resulta no aumento de utilização porque o encargo total é inferior. Este é importante, pois tem o potencial de reduzir a magnitude das poupanças atribuídas às medidas de EE, pois os utilizadores ficam tentados a aumentar a sua utilização para além do necessário. A existência deste efeito não está em causa, mas existe desacordo quanto às proporções do seu efeito, sendo assim necessário distinguir os efeitos de curto e longo prazo. O efeito de retorno indireto, surge sempre que as poupanças na redução de custos devido a eficiência, viabilizam o aumento de investimento em diversos produtos ou serviços de forma irresponsável (AEA, 2013).

Num contexto económico, o efeito de retorno a nível global surge quando o aumento da eficiência conduz ao aumento da produtividade económica global, resultando no crescimento económico e conseqüentemente no consumo adicional ao nível macroeconómico de forma irresponsável (AEA, 2013).

A pressão sobre os preços de energia reduzindo a procura, preservando os recursos naturais, contribuindo para a segurança energética e o reforçando a coesão da comunidade onde os programas são disponibilizados ao nível comunitário, amplia os valores de qualificação e efeitos positivos macroeconomicamente, incluindo a melhoria da competitividade do mercado e a otimização do desenvolvimento sustentável (Ryan & Campbell, 2012).

O efeito de retorno é normalmente retratado como uma consequência negativa da EE, mas será necessário em última análise para avaliar os efeitos positivos ao nível social, ambiental e económico, sendo importante tomar medidas que minorem o efeito contraproducente do efeito de retorno. As descobertas da “*Energy Efficiency Watch Analysis*” observam que a contínua predição de informação de boa qualidade é expectável que aumente a eficácia e o impacte de longo prazo dos instrumentos legislativos, minorando assim o efeito contraproducente do efeito de retorno (Schule et al., 2011).

Os autores Wallenborn et al. (2009) realçam que existem efeitos transformacionais, enquanto que o programa de “*EcoDesign*” sugere uma quarta categoria de efeito de retorno, o efeito transformacional “*transformational effect*”. Todavia, é difícil diferenciar se estes efeitos são positivos ou negativos na utilização de energia.

O efeito de retorno não inclui dois efeitos adicionais, que devem ser considerados aquando da implementação de medidas de EE (AEA, 2013):

- “*The drawback effect*” – o qual é observado sempre que as pessoas caem em hábitos antigos, ultrapassado o período de experimentação das novidades.
- “*The Hawthorne effect*” – o qual descreve uma situação em que os objetivos atingidos não são consequência direta da experimentação em progresso, mas sim porque as pessoas estão cientes de que estão a ser observadas.

Estes efeitos devem ser também tidos em ponderação na avaliação da efetividade dos programas de mudanças comportamentais para a EE, particularmente nas fases iniciais de aplicação dos mesmos. Assim, é necessário um trabalho complementar, para providenciar estimativas adequadas da dimensão destes dois efeitos (AEA, 2013). No entanto, estimar a dimensão do efeito de retorno permanece um desafio significativo. A literatura aborda o dilema do efeito de

retorno, principalmente no que diz respeito a medidas de EE, envolvendo intervenções tecnológicas, no entanto não necessariamente através da introdução de medidas e objetivos para a mudança de paradigma e práticas da utilização de energia e recursos. Isto surge, pois em grande parte dos casos, não existe monitorização e continuação das medidas por um longo prazo, o que por sua vez leva a que não exista evidência empírica da persistência das medidas de EE.

A diferença entre o setor residencial e não residencial, no que diz respeito à dimensão do efeito de retorno, surge devido a diferentes fatores nos padrões da utilização de energia relativos aos diferentes utilizadores. Assim, a revisão da literatura, sugere que a existência do efeito de retorno não é suficiente para justificar o adiamento do investimento em medidas de EE. Ou seja, o aumento estimado de poupanças, depende das características arquitetónicas do projeto, da dimensão do mesmo, extensão, dos métodos de seleção dos participantes para projetos piloto e dos fatores demográficos, entre outros (AEA, 2013).

Por sua vez, diferenças entre o setor residencial e o setor industrial, referentes ao impacto das medidas de mudança de paradigma são fáceis de identificar. Ainda assim, é extremamente difícil de distinguir as diferentes abordagens a considerar, no que diz respeito à utilização de eletricidade e à utilização de energia para aquecimento e arrefecimento. Adindo, o setor da habitação familiar é geralmente mal equipado e informado, para se proteger contra a volatilidade dos preços, a qual resulta da introdução de tarifas dinâmicas e da negociação dos termos com os fornecedores de energia. O efeito de retorno é expectável aquando da implementação de medidas de EE, porém, uma adequada quantificação do seu impacto continua difícil de se atingir (AEA, 2013).

#### **2.4.4 Gestão do portfólio de recursos**

A DSM, que enquadra a EE, pretende atingir a procura, distribuição e transformação de energia responsáveis, através da otimização e da segurança e fiabilidade da utilização de eletricidade, procurando modificar os padrões da utilização de forma responsável. Contudo, um portfólio relativo às opções de gestão destes, torna-se imprescindível para se atingir uma maior eficiência, com abordagens de investigação sistemáticas e compreensivas, considerando o constante desenvolvimento social e tecnológico, e todo o sistema energético para além da eletricidade (Wu & Xia, 2017).

Autores como Wu e Xia (2017), sugerem uma base de trabalhos otimizada para a DSM com a otimização de recursos na base e a otimização do portfólio no topo das prioridades. Assim, os resultados mostram que, uma abordagem de portfólio é essencial para abranger o potencial total da DSM, otimizando recursos e encargos.

Comparativamente com os métodos e infraestruturas convencionais de transformação e abastecimento de energia, os relativos à DSM requerem reduzidos investimentos para satisfazer as necessidades da procura. Os recursos DSM são capazes de otimizar a fiabilidade dos sistemas de operação, com a capacidade paralela relativa a poupanças energéticas (Keane et al., 2011).

A otimização de um portfólio relativo à gestão de recursos e procura de energia, consiste em determinar a combinação ótima de recursos, para satisfazer as necessidades e atividades anexas, de forma a atingir os objetivos a nível funcional e financeiro, considerando as restrições dos fornecedores, utilizadores ou diversos fatores externos e promovendo planos e políticas para o desenvolvimento regional e a descentralização e liberalização dos recursos. Uma análise sistemática de todo o panorama de gestão da procura de energia e recursos torna-se assim urgente para se alcançar a eficiência (Wu & Xia, 2017).

## **2.5 ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E INCORPORAÇÃO DE ENERGIA PROVENIENTE DE FONTES RENOVÁVEIS**

O armazenamento de energia está adjacente a toda a sociedade humana e seres vivos. Por exemplo, nas plantas através do processo fundamental da fotossíntese, no qual estas convertem a energia solar em energia química e a armazenam nas suas células para sua futura utilização (Aneke & Wang, 2016).

Atualmente, o armazenamento de energia é considerado um elemento chave nos métodos de abastecimento inovadores, com a finalidade de se reduzir a utilização de energia primária geralmente extraída da natureza, onde cerca de 80% provém de combustíveis fósseis. Por sua vez, estes últimos são responsáveis pela emissão de GEE, estando identificados como o maior problema ambiental a nível global. Além disso, o armazenamento de energia, proporciona o aumento da eficiência na utilização de energia secundária (Figura 13) (IEA, 2014).

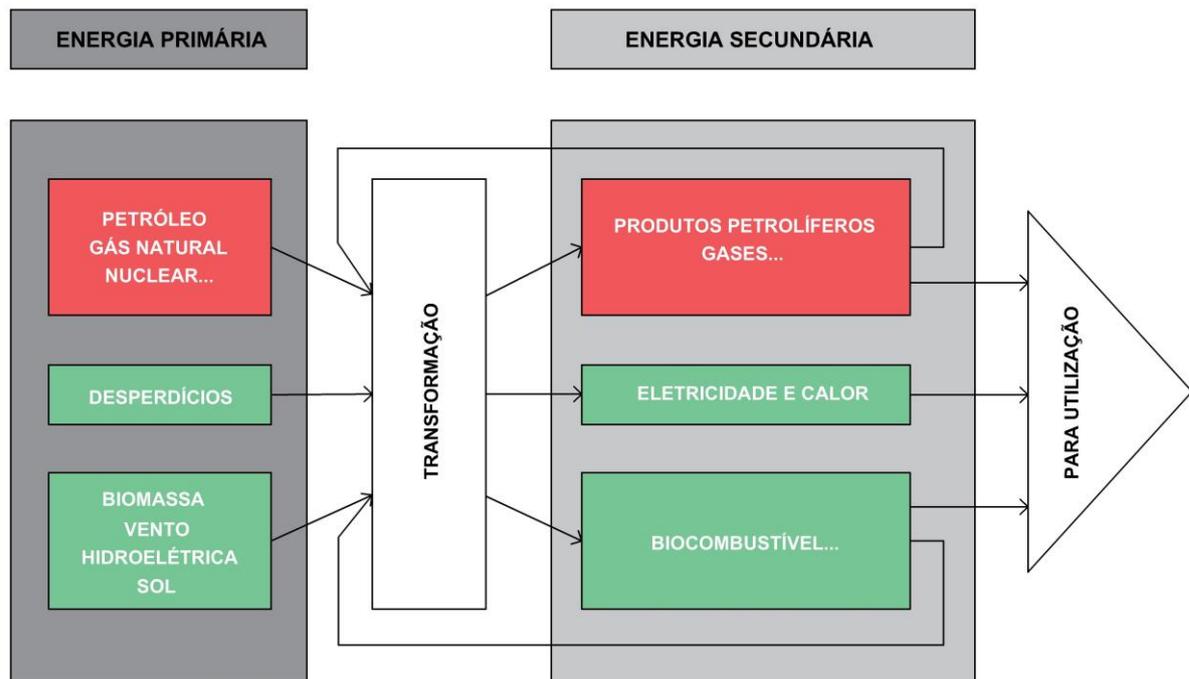


Figura 13 – Energia primária e secundária (adaptado de Øvergaard, 2008 em Aneke & Wang, 2016).

Sendo um facto que não existem sistemas de armazenamento 100% eficientes termodinamicamente, sabe-se que a generalidade das perdas provém do aquecimento que pode ser conseguido recorrendo a energia proveniente de fontes renováveis, sendo que um dos maiores desafios destas, especialmente do sol e vento, são a sua ocorrência de forma intermitente. Deste modo, o armazenamento de energia (Figura 14) procedente destes recursos, torna-os fontes seguras que agilizam a flexibilidade dos sistemas, podendo a mesma ser atingida através do armazenamento do excesso de energia transformada quando as fontes renováveis estão disponíveis, para uma utilização posterior quando estas não estão disponíveis. Consequentemente, os utilizadores de menor dimensão podem de forma voluntária optar por não utilizar a rede de abastecimento de energia, utilizando Unidades de Produção e Autoconsumo (UPAC) e tornarem-se produtores. Assim, poderão sustentar, quando necessário, os períodos de pico, se previamente acordado com os reguladores do mercado energético (Aneke & Wang, 2016).



Figura 14 – Conceito de armazenamento de energia (adaptado de Aneke & Wang, 2016).

Por conseguinte, existem diversas tecnologias que se adaptam a variações momentâneas ou de longo período, para atingir o abastecimento necessário quando o sistema linear falha. Contudo, existem vários métodos para armazenamento de energia térmica, bem como métodos eficientes de projeção, que recorrem a mudanças na temperatura dos materiais, como os “*Phase Change Materials*” (PCM) e o armazenamento de calor por mudanças térmicas induzidas na composição química dos materiais (Ibrahim et al., 2008).

Assim, a conservação (Figura 15) e o armazenamento de energia contribuem para a flexibilidade do planeamento e operacionalidade dos sistemas, mantendo-os estáveis ao longo de todos os períodos de utilização, através do ajuste da procura, da oferta e da gestão do abastecimento (Tan et al., 2013).

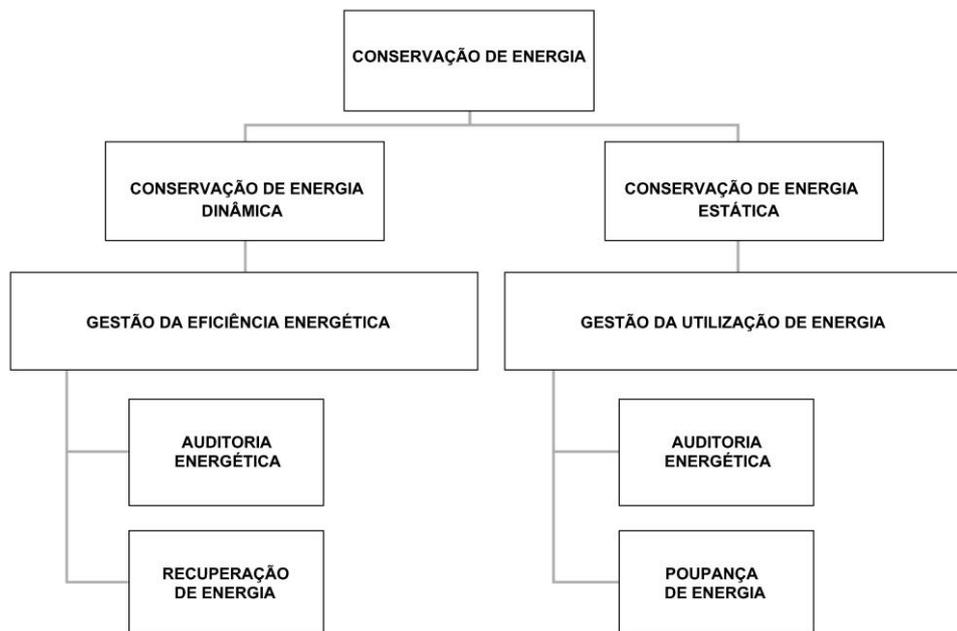


Figura 15 – Classificação de conservação de energia (adaptado de Meyabadi & Deihimi, 2017).

Não existem dúvidas que o armazenamento de energia ajuda a diminuir as perdas e desperdícios, as emissões de GEE e simultaneamente o aumento considerável da incorporação de energia proveniente de fontes renováveis. Por sua vez, o custo das baterias está a baixar rapidamente, sendo os EUA, Japão e Coreia, atualmente os líderes neste setor em expansão (CE, 2015a).

## 2.5.1 Armazenamento de energia térmica

Os sistemas de armazenamento de energia no setor da construção são classificados como sistemas passivos e ativos (Figura 16).



Figura 16 – Classificação dos sistemas de armazenamento de energia (adaptado de Gil et al., 2010).

Os sistemas passivos de armazenamento promovem a eficiência dos recursos naturais disponíveis, promovendo o conforto e reduzindo a utilização de sistemas mecânicos de aquecimento e arrefecimento (De Gracia & Cabeza, 2015). Posto isto, existem métodos eficientes de projeto que podem ser considerados: i) aglomeração e orientação dos edifícios; ii) possibilitação de ganhos solares; iii) iluminação natural; iv) isolamento; v) impermeabilidade; e vi) ventilação natural. Estes métodos de projeto, realçam as vantagens dos sistemas passivos: i) investimento, apenas custo inicial; ii) custos fixos que são calculados com elevado grau de certeza; iii) benefícios previsíveis; e iv) tipicamente requerem pequena ou nenhuma manutenção, nem trabalhos mecânicos contínuos. Contudo, surgem desvantagens na utilização de sistemas passivos: i) aumento do custo inicial; e ii) não podem ser facilmente atualizados e melhorados. Todavia, para se alcançar a rentabilidade económica, surge a necessidade de se combinarem sistemas passivos com sistemas ativos, nomeadamente: i) Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado (AVAC); ii) controlo de iluminação e ocupação; iii) gestão da procura; e iv) ajuste das curvas de utilização (De Gracia & Cabeza, 2015).

Os sistemas ativos, surgem assim como uma necessidade inequívoca na atualidade e exibem algumas vantagens, nomeadamente: i) elevado desempenho sempre que as operações de manutenção são adequadas; ii) integração de múltiplos sistemas num só; iii) análises avançadas e RTP; e iv) bom desempenho e monitorização. Como desvantagens, é importante apontar os: i) elevados custos iniciais; ii) elevados custos de manutenção e de difícil previsão; e iii) softwares complexos, que requerem melhorias periódicas (De Gracia & Cabeza, 2015).

A necessidade de se instruir os utilizadores, torna-se assim fundamental, para que estes sejam hábeis de entender que os meios que utilizam não são adequados à sua procura por motivos de desatualização ou utilização incorreta. Apesar de, edifícios com envolventes projetadas para um elevado desempenho, diminuírem drasticamente as necessidades de aquecimento e arrefecimento, todavia serão sempre necessários sistemas mecânicos para o condicionamento do ar em determinadas condições (Pisello et al., 2016).

Num edifício, por exemplo, o armazenamento de calor pode ser utilizado para o aquecimento do espaço ou da água, existindo formalidades específicas que se aplicam a ambas as situações. Relativamente ao fornecimento de calor, um dos problemas é que os utilizadores necessitam deste maioritariamente em períodos de máxima procura, sendo que este deixa assim de estar disponível a um custo eficiente nesses períodos, para além de existir sobrecarga na rede em períodos de pico. Posto isto, é necessário armazenar o excesso de calor e, para otimização dos processos, calcular a quantidade de calor e os períodos em que este necessita de ser armazenado (curto, médio ou longo prazo) (De Gracia & Cabeza, 2015).

Os requisitos para o armazenamento de energia térmica nos edifícios residenciais, dependem de diversos fatores: i) ano de construção; ii) área útil de aquecimento; iii) a procura de energia base (depende do comportamento do utilizador); e iv) sistemas técnicos e material utilizado para o armazenamento de energia térmica. Assim, para se obter um período curto de retorno do investimento, os sistemas de armazenamento devem: i) possibilitar obter a quantidade de calor necessária; ii) permitir uma elevada taxa de utilização; iii) alta densidade de armazenamento de energia; iv) elevada capacidade de carga e descarga; v) pequenas perdas; vi) estabilidade de ciclos e compatibilidade ambiental; e vii) os materiais e seus componentes não devem ser tóxicos e estar disponíveis a um custo efetivo (De Gracia & Cabeza, 2015).

Em média as habitações unifamiliares têm maior necessidade de aquecimento do que as habitações multifamiliares, uma vez que, as habitações unifamiliares estão livremente posicionadas e têm perdas de energia por todas as paredes do edifício. Assim, a eficiência dos sistemas de armazenamento de energia depende de diversos fatores como: i) incorporação dos PCM; ii) orientação da parede; iii) condições climáticas; iv) exposição direta a ganhos solares; v) quantidade de ganhos internos; vi) cor da superfície; vii) taxa de ventilação; e viii) propriedades de energia térmica dos PCM utilizados (De Gracia & Cabeza, 2015).

## 2.6 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, TIC E DIGITALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Sustentar a competitividade da indústria e reforçar o caminho da tecnologia nas soluções de EE, investigação e inovação, otimizando a eficiência surge como prioridade. Esta deve ser introduzida nos processos e métodos de construção, explorando os avanços das TIC para otimização da recuperação de calor, a qual pode progredir com a inclusão de sistemas de automatização autorregulados pelos edifícios (CE, 2015a). Deste modo, torna-se relevante proporcionar tarifas de energia com base na utilização em tempo real e providenciar informação complementar do histórico de utilização energética a todos os utilizadores.

Os resultados mostram que 3,7% das poupanças de eletricidade deve-se à introdução de medidores inteligentes, sendo que adicionalmente 6,1% das poupanças é devida à introdução de esquemas de preço TOU (PE, 2012). Adindo, registam-se já diversos movimentos que visam a inserção da digitalização no setor da construção (Lim et al., 2012).

### 2.6.1 Impressão tridimensional

O desenvolvimento de processos de impressão tridimensional, fazem com que a sua aplicação se torne cada vez mais vasta (Figura 17).

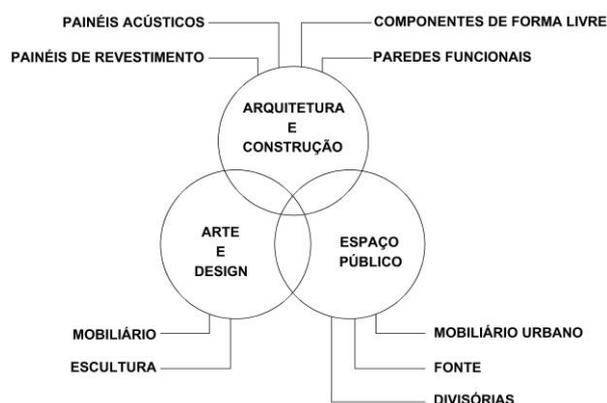


Figura 17 – Aplicações práticas de processos de impressão tridimensional do betão (adaptado de Lim et al., 2012).

O principal objetivo nem sempre é a impressão no local, mas a utilização de processos inovadores para a produção de componentes do edifício de forma modular (Figura 18), os quais posteriormente possam ser integrados durante a fase de construção. Estes podem ajudar na redução da utilização de materiais e consequentes desperdícios, como por exemplo para a melhoria do comportamento acústico e o isolamento térmico (Lim et al., 2012). Também no

projeto de paredes multifuncionais, que simultaneamente melhoram o desempenho estrutural e permitem uma considerável redução da condutividade térmica, este processo pode ser favorável, uma vez que estas, se devidamente projetadas e concebidas, podem reduzir consideravelmente a necessidade da procura de energia (Gosselin et al., 2016).

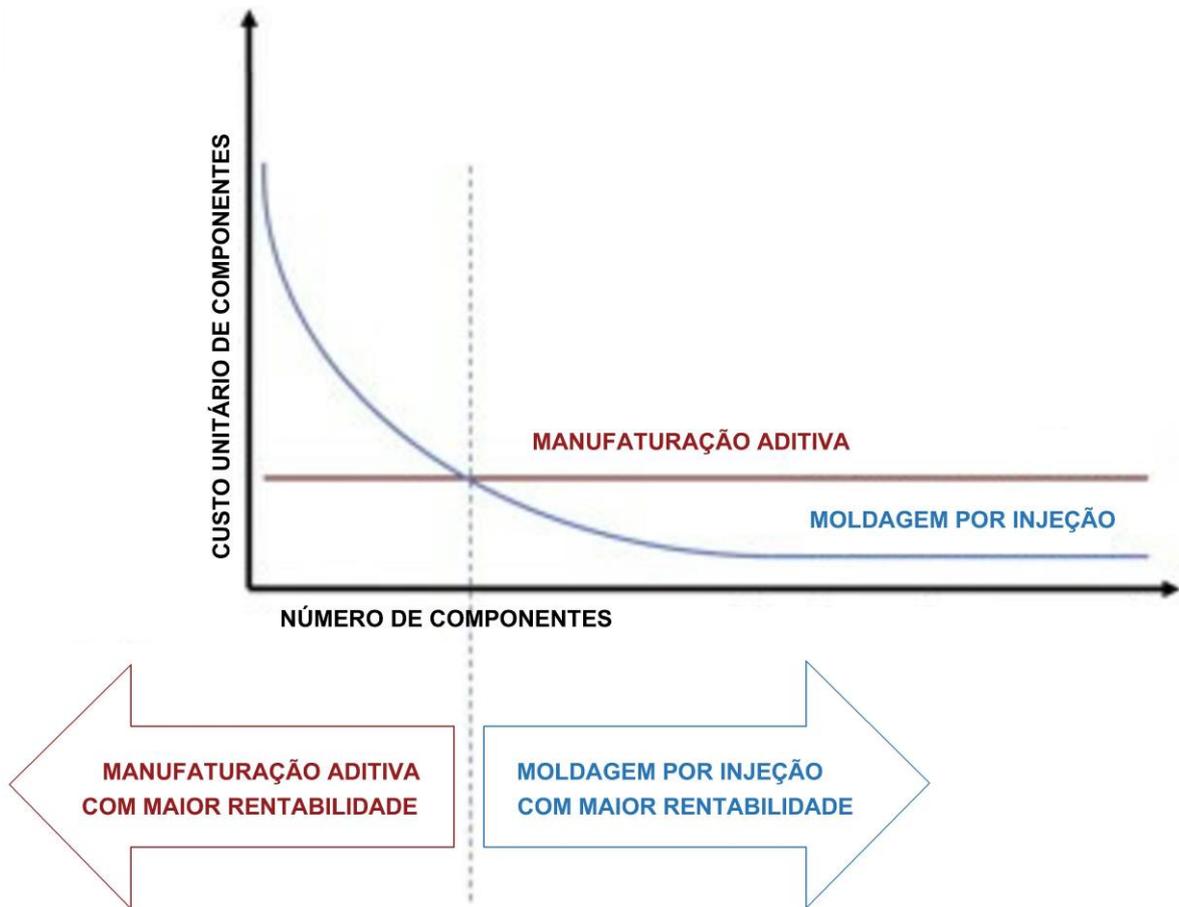


Figura 18 – Gráfico exemplificativo dos custos de manufaturação e por componente (adaptado de Hague et al., 2003 em Lim et al., 2012).

A máxima automatização reduz a necessidade de intervenção humana. Neste sentido, os processos de desenvolvimento tecnológico fazem parte do movimento global para a automatização dos sistemas. Consequentemente, qualquer intervenção humana na execução consiste em manusear e interligar elementos construtivos simples e de pequena dimensão (Duballet et al., 2017).

Os processos de impressão na construção realçam assim diversos fatores que devem ser considerados nas ambições atuais de mercado e desenvolvimento. Este desafio, que surge na hodiernidade, prende-se com a constante criação e desenvolvimento de novos métodos, processos e elementos de construção que permitam melhor o desempenho global e não só a

diminuição do tempo dos processos de construção (Duballet et al., 2017). Por outro lado, as construções concebidas por processos de impressão tridimensional visam trazer um movimento inovador ao setor da construção, impulsionando a construção modular bem como as abordagens “*cradle-to-cradle*” (utilização de recursos de forma circular desde a criação até à reutilização) (McDonough & Braungart, 2002). O processo de construção pode ser maioritariamente executado no local, reduzindo assim prontamente a necessidade de transporte de materiais, de recursos e minimizando os desperdícios.

Concludentemente, a maior parte dos recursos podem ser reutilizados em ciclos fechados por todos os partícipes no setor da construção, promovendo a circularidade, aumentando a EE e reduzindo os impactos ambientais e consequente estímulo social (Duballet et al., 2017).

### **2.6.2 Internet das coisas**

O conceito “Internet das Coisas” (IoT – “*Internet of Things*”) serve para relatar a conexão entre bilhões de coisas, através da exploração de sensores e da automatização, e da monitorização dos hábitos dos utilizadores do edifício ao longo do ciclo de vida. Este explora as vantagens da eficiência durante cada fase de conceção e utilização, permitindo antecipar necessidades energéticas e obter análises consistentes e em tempo real. Abre-se assim caminho para a conexão entre a inteligência artificial e a eficiência de recursos, através da automatização da procura e da conectividade entre utilizadores, tecnologias e os edifícios (Vermesan & Friess, 2013).

Por conseguinte, este conceito promove o “*feedback*” direto, através da extensão de sistemas concebidos para obterem acesso em tempo real sobre a utilização de energia e referente informação numa base contínua e frequente.

Os sistemas são compostos por dispositivos de leitura em tempo real e pela monitorização inteligente com características importantes que estão em falta nos equipamentos existentes na atualidade (AEA, 2013):

- Comunicação bilateral entre utilizadores e fornecedores, possibilitando preços dinâmicos e leitores de monitorização automáticos;
- “Medidores de Exportação”, que permitem exportar os dados monitorizados;
- Dispositivos de aplicação no interior dos edifícios para comunicação e análise de dados (utilização de energia, preços, entre outros);

- Monitorização da utilização de energia para diferentes fins;

Atualmente, a integração destes dispositivos no interior dos edifícios torna-se importante para se atingirem alterações nos hábitos dos utilizadores, sendo que ainda assim, a maioria dos contadores instalados são inacessíveis aos utilizadores e requerem uma leitura manual.

Os sensores de monitorização, podem identificar quais os períodos mais económicos e sustentáveis para a utilização de determinados equipamentos ao longo do dia, proporcionando a redução da procura nos períodos de pico. Isto leva ao ajuste das curvas da utilização de energia e permite a regularização dos sistemas de abastecimento e produção e consequentes custos associados (AEA, 2013).

Os principais desafios dos sistemas de comunicação e monitorização são a gestão de dados da utilização de energia e problemas de “*cyber*” segurança, onde o conceito de “*data mining*” poderá tornar-se essencial, desde que, devidamente utilizado (Depuru et al., 2011).

### **2.6.3 O futuro das transações energéticas**

Atualmente, diversos modelos de negócio, coletam e guardam dados gerados por eventos, utilizando a internet e diferentes sensores que contribuem para uma monitorização efetiva recorrendo a tecnologia IoT. Isto permite que diversas formas da procura de energia possam estar conectadas com vários utilizadores e fornecedores, possibilitando a melhoria da EE e analisando padrões de utilização de energia (Hwang et al., 2017).

A título de exemplo, Hwang et al. (2017) propõe um modelo de transação energética que coleta, utiliza e processa os dados de forma eficiente com a combinação de diversas tecnologias. Defende que é necessário combinar vários modelos de negócio para maximizar o seu valor e gerar lucros ao longo do processo, onde várias entidades convergem num sistema de processos com trocas eletrónicas. Até ao momento, apenas a implementação de serviços de automatização consoante as necessidades tem vindo a emergir no mercado. Com isto, surge a necessidade de se considerarem sistemas de segurança que garantam a transparência e fiabilidade deste modelo de serviços.

A eficiência económica é assim atingida reduzindo a utilização de energia e produzindo mais energia do que a necessária, para posterior venda da mesma. Assim, esta serve de apoio à flexibilidade necessária na rede de energia, podendo também contribuir, se necessário, para suportar os períodos de pico (El Rahi, et al. 2016).

O modelo proposto por Hwang et al. (2017) é fundamentado na coleta de dados, sendo assim possível estimarem-se as taxas de eletricidade por períodos diários ou mensais e proceder-se à transação (por via de sistemas de pagamento) após o seu armazenamento em “*blockchain*”, o protocolo da confiança, sendo uma tecnologia que permite uma base de dados entre múltiplos dispositivos, conectados numa rede descentralizada, que tem como medida de segurança precisamente a descentralização.

Conectados pela IoT, os dispositivos energéticos (de aquecimento, arrefecimento, ventilação, veículos elétricos, instalações solares e até mesmo as baterias) podem interagir entre si e otimizar os seus desempenhos a nível económico e energético. Com isto, surge o conceito de flexibilidade na construção de novos modelos de negócio no setor dos serviços energéticos, sabendo-se que no futuro tais métodos poderão providenciar informação acerca da utilização de eletricidade em tempo real. Um mercado “*energy-prosumers*” pode ser assim formulado através de eletricidade segura e transparente para todos os cidadãos (Hwang et al., 2017).

Existem duas razões principais pelas quais os “*energy-prosumers*” estão a atrair atenções. Em primeiro lugar, porque podem resolver os problemas de estabilidade e degradação dos sistemas, causados pela produção para abastecimento de energia proveniente de fontes renováveis no futuro. Em segundo lugar, porque a proliferação dos “*energy-prosumers*” viabiliza o aumento da competitividade dos preços, bem como a distribuição de poderes de transformação de energia proveniente de fontes renováveis e a redução de preços. A tecnologia “*blockchain*”, pode ser o caminho para aumentar a fiabilidade e reduzir significativamente os custos, por intermédio do sistema criptográfico “*hashing*”, que consiste na transformação de determinada informação, utilizando uma função matemática para a codificação, com o objetivo de proteger os dados, aumentando a segurança de transmissão dos mesmos. Com isto, poderá ser possível a realização da permuta de energia, sem a necessidade de garantias por parte de terceiros, o que poderá resultar no aumento da oferta para os utilizadores (Hwang et al., 2017). De acordo com Hwang et al. (2017), todos podemos ser uma infraestrutura virtual, não só a EE será otimizada como a humanidade irá interessar-se pela energia.

## **2.7 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS**

A principal razão do desenvolvimento dos sistemas de suporte ao desempenho ambiental dos edifícios, surge com a incapacidade de os EM definirem o quão sustentável um edifício era.

Esta dificuldade surgiu também nas equipas de projeto, as quais são responsáveis pela investigação e inovação neste contexto (Castro et al., 2015).

As diferenças de critérios entre as diversas ferramentas e métodos de sustentabilidade definem a construção sustentável como uma análise subjetiva e tornam mais complexos os processos de avaliação comparativa dos resultados obtidos por cada ferramenta (Mateus & Bragança, 2011). Existem assim, vários estudos que demonstram que as principais decisões relacionadas com o desempenho dos edifícios surgem durante as fases iniciais de projeto (Kohler & Moffatt, 2003; Son & Kim, 2015). Assim, o método de cálculo deve ser, preferencialmente, otimizado desde as fases preliminares de projeto, onde as soluções podem ser exploradas e selecionadas de forma a se diminuïrem os impactes ambientais durante o ciclo de vida das construções (Attia, et al., 2012).

Consequentemente, as ferramentas de avaliação da sustentabilidade dos edifícios (*Building Sustainability Assessment (BSA) tools*) existentes, focam-se, principalmente, nas fases iniciais de projeto ou após a construção, uma vez que os métodos de avaliação exigem geralmente uma infinidade de dados detalhados. Isto descreve a importância do planeamento de elevado desempenho e a necessidade de se criarem métodos flexíveis que permitam às equipas de projeto verificar e auxiliar as suas tomadas de decisão, considerando os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Estes métodos processuais, permitem a quantificação e comparação do desempenho de cada solução, no que diz respeito à sustentabilidade e a cada um dos seus indicadores. Neste contexto, a “*International Organization for Standardization*” (ISO) e o Comité Europeu de Normalização (CEN) estão extremamente ativos na produção de normas que abrangem a sustentabilidade do ambiente construído.

Um projeto sustentável requer assim um método de processo integrado IDP, mais abrangente do que o convencional (Trumpf, 2007). Assim, o IDP tem como objetivo principal auxiliar as equipas de projeto, incentivando a utilização de soluções ótimas (Larsson, 2009).

Nos IDP, os objetivos e metas do projeto são definidos desde o início, tornando mais simples a integração económica no âmbito do desenvolvimento sustentável. Todos os partícipes devem trabalhar em conjunto para se considerarem os objetivos da sustentabilidade, sendo que devem ser flexíveis para se adaptarem à evolução e alterações temporais. Isto poderá ser conseguido através da monitorização contínua dos projetos e da criação de “*feedback loops*” entre todos os partícipes do projeto.

As fases iniciais de projeto surgem quando as folhas de projeto ainda estão em branco, sendo que diferentes soluções e métodos podem ser abordados e explorados, com a finalidade de se otimizar o desempenho ambiental e social do edifício sem se comprometer o fator económico (Bragança et al., 2014).

Neste contexto, os objetivos mais importantes devem ser estabelecidos no início do projeto, definindo-se metas onde as alternativas de projeto e soluções a adotar devem ser comparadas com soluções de requisitos mínimos e de rentabilidade económica. Assim sendo, a identificação de critérios de avaliação capazes de auxiliar as equipas de projeto nos processos de avaliação através do menor erro possível, permite o alcance de objetivos com metas definidas, reduzindo custos e minimizando impactos ambientais (Son & Kim, 2015). Além disso, se os objetivos não são facilmente compreensíveis e flexíveis o suficiente, para se adaptarem a uma procura responsável de energia e recursos, a eficiência da sua concretização diminui consideravelmente (Deru & Torcellini, 2004).

Posto isto, os BSA devem ser desenvolvidos para apoiarem equipas de projeto desde a fase inicial, promovendo a educação para a sustentabilidade e realçando a conexão desta com todos os critérios, decisões e restrições do projeto, permitindo a comparação de soluções em busca constante da sustentabilidade do ambiente construído. Concludentemente, diversos países têm desenvolvido os seus próprios sistemas, métodos e ferramentas para o desenvolvimento sustentável, os quais são flexíveis o suficiente para se adaptarem a diferentes realidades do setor da construção.

Estas ferramentas são importantes para a DSM, uma vez que incluem nos critérios de avaliação a importância da inclusão destes princípios. Estas incluem geralmente um conjunto alargado de critérios que analisam para além da utilização exclusiva de energia de elétrica nos edifícios, possibilitando uma análise abrangente do conceito de DSM no contexto mais amplo da sustentabilidade do ambiente construído. Assim, estas permitem a comparação de diversas opções de projeto e possibilitam a perceção antecipada das necessidades de utilização de energia ao longo de todo o ciclo de vida dos edifícios.

Entre todos os sistemas e ferramentas, atualmente existentes no mercado, é possível referenciar alguns de elevado potencial para o desenvolvimento sustentável: BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*); CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*); DGNB (*Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*); Green Star; HQE (*Association pour la Haute Qualité Environmentale*);

LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*); NABERS (*National Environmental Australian Building Rating System*); e SBTool (*Sustainable Building Tool*).

Posto isto as ferramentas BSA e DSM, podem ser um apoio circular e cíclico entre si, uma vez que, a premeditação e monitorização do edificado surge como âmbito de implementação das medidas que visam a EE.

Torna-se assim importante definir uma nova forma de classificação energética, a qual impulse a arquitetura bioclimática na construção, uma vez que atualmente, construções não desenhadas de forma passiva conseguem obter classificações elevadas (Ferreira & Pinheiro, 2011).

### **2.7.1 BREEAM**

O BREEAM é um método de avaliação da sustentabilidade para projetos de grande dimensão, infraestruturas ou edifícios. Este, reconhece e reflete o valor do elevado desempenho do ambiente construído ao longo do ciclo de vida. Aplica-se a construções novas e reabilitações, bem como construções em fase de utilização.

Este método consiste numa certificação, por parte de terceiros, do desempenho sustentável ao nível ambiental, social e económico, utilizando modelos “*standard*” desenvolvidos pelo “*Building Research Establishment*” (BRE). Assim, o BREEAM avalia o desenvolvimento de ambientes sustentáveis, os quais possibilitam o conforto e saúde de todos os utilizadores, protegem os recursos naturais e proporcionam investimentos atrativos, considerando o mercado e a análise de ciclo de vida (planificação, projeto, construção, operações de manutenção e reabilitação, demolição e reutilização).

Aprovisiona acompanhamento aos clientes, na gestão e mitigação dos riscos de determinadas opções e soluções, adotando uma abordagem que sustém o desempenho sustentável ao longo das diversas fases do ciclo de vida e assegurando a eficiência através de profissionais qualificados para a monitorização, acompanhamento e auditorias imparciais. Para o desenvolvimento destes processos, são extremamente relevantes as articulações de todos os partícipes com as entidades de certificação e o beneplácito dos governos, criando creditações nacionais para certificar produtos, sistemas e serviços.

O principal objetivo desta ferramenta é a classificação através da avaliação, a qual reflete o desempenho atingido por determinado projeto, considerando as medidas “*standard*” e os

“*Benchmarks*” definidos, os quais permitem a comparação entre projetos e diferentes soluções, auxiliando a tomada de decisão.

Este método avalia a sustentabilidade em diversas categorias desde a energia à ecologia. Cada uma das categorias possui os seus fatores influentes, incluindo o projeto de baixo impacto associado, redução de emissões de carbono, durabilidade, resiliência, valor ecológico e proteção da biodiversidade. Cada uma destas categorias é subdividida em diferentes fatores de apreciação, cada um com o seu objetivo, considerando diferentes pesos. O desempenho final é definido pelo somatório dos pesos de cada categoria (BREEAM, 2017a).

### **2.7.2 LEED**

O LEED, é um sistema de avaliação de edifícios verdes, concebido pelo “*The United States Green Building Council*” (USGBC). Encontra-se disponível para qualquer edifício em qualquer fase do ciclo de vida e providencia um plano de trabalhos para conceber edifícios saudáveis, de custo ótimo e de elevada eficiência. Sendo esta uma certificação globalmente creditada, apresenta objetivos relacionados com a sustentabilidade do ambiente construído.

O LEEDv4 (versão atual), é concebido para ser flexível e permitir o realce de aspetos únicos a cada projeto. Pretende melhorar a experiência global do projeto e considera os benefícios da abordagem de redes inteligentes de energia, onde os retornos são mais curtos para os investimentos de projeto, através da participação em programas da procura responsável (USGBC, 2017).

Os projetos que obtêm a certificação LEED, somam pontos nas diversas categorias que compõem esta ferramenta. O procedimento é concebido de forma a inspirar as equipas de projeto a desenvolverem soluções inovadoras que suportem a saúde pública e o ambiente, paralelamente com a rentabilidade económica ao longo do ciclo de vida do projeto.

O LEED disponibiliza vários guias de certificação (USGBC, 2017): i) desenho e construção; ii) operações de manutenção; iii) desenho interior; e iv) desenvolvimento das imediações e conjuntos de edifícios, abordando especificamente: i) construções novas; ii) reabilitações; iii) centros de dados; iv) edifícios de saúde; v) serviços; vi) escolas; vii) armazéns e centros de distribuição; viii) habitação; e ix) edifícios multifamiliares ou com diversas funções.

### 2.7.3 SBTOOL

O SBTool é uma ferramenta para apoiar a construção sustentável e o desempenho da sustentabilidade dos edifícios e projetos de construção, proporcionado a terceiros a possibilidade de adaptarem o mesmo a sistemas de avaliação em diferentes realidades e conceitos. Foi desenvolvido pela Associação Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído (*International Initiative for the Sustainable Built Environment - iiSBE*) e surgiu da colaboração em consórcio entre equipas de mais de vinte países (da Europa, Ásia e América). Os projetistas podem utilizar a ferramenta SBTool para fundamentar de forma detalhada as suas opções. Deste modo, esta auxilia as equipas de projeto para que possam projetar de forma eficiente todo o ciclo de vida do edifício, considerando os materiais utilizados e todas as distintas implicações a nível de impactes ambientais. O SBTool pode ainda fomentar um instrumento educacional, desenvolvendo avaliações comparativas entre diversos fatores, o que torna a ferramenta interativa e promove uma experiência letiva a todos os estudantes e investigadores no âmbito da sustentabilidade (Mateus & Bragança, 2009)

Assim, em Portugal foi feita uma adaptação deste método, a qual considera o contexto nacional. Assim, surgiu a versão SBTool<sup>PT</sup>-H com intuito de apoiar as equipas de projeto, empresas de construção e instituições públicas a avaliarem o desempenho sustentável dos edifícios de habitação. Este método foi desenvolvido pela Associação iiSBE Portugal, em colaboração com o Laboratório de Física e Tecnologias das Construções da Universidade do Minho e a empresa “Ecochoice” (Bragança, 2017).

Após este, outros Guias de Avaliação têm sido desenvolvidos, focados em diferentes tipologias de edifícios (serviços e edifícios de turismo). Adicionalmente, encontra-se em fase de desenvolvimento um método de avaliação e análise comparativa para a avaliação da sustentabilidade de áreas urbanas.

A DSM está adjacente a diversos indicadores de sustentabilidade considerados no SBTool, como o planeamento solar passivo e o potencial de ventilação na redução das necessidades energéticas. A DSM encontra-se intrinsecamente ligada com os indicadores relacionados com a energia proveniente de fontes renováveis e a gestão centralizada de energia para a sua utilização ao longo do ciclo de vida do edifício. No indicador “Inovação”, que entra na ferramenta SBTool como pontos extra, inserem-se ainda as TIC (Bragança, 2017).

O processo de avaliação e emissão do Certificado de Sustentabilidade representa-se esquematicamente na Figura 19.



Figura 19 – Processo de avaliação SBTool<sup>PT</sup> (APEMETA, 2018).

Assim, as principais vantagens do sistema SBTool são (iiSBE, 2018; APEMETA, 2018):

- Permite a avaliação e a certificação da sustentabilidade de edifícios;
- A avaliação dos edifícios engloba os aspetos ambientais, sociais e económicos;
- Imparcialidade e objetividade da avaliação;
- O software de apoio auxilia os utilizadores no processo de recolha, análise e sistematização de dados, reduzindo a probabilidade do erro humano ao longo do processo;
- Inclui processos de design integrados “*Integrated Design Process*” (IDP);
- Aquando da sua utilização em fases preliminares de conceção, permite que os projetistas possam analisar o desempenho do projeto e identificar os aspetos onde são necessárias melhorias.

## 2.8 ANÁLISE SWOT

Os multiobjectivos de planeamento devem considerar em simultâneo as diferentes partes técnicas e teóricas, ambientais, sociais e económicas, assim como o compromisso com

diferentes perspetivas, a fim de permitirem uma análise estocástica ao longo de todo o processo de gestão (Alarcon-Rodriguez et al., 2010).

A análise SWOT, consiste na identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças, relativamente a determinado assunto que necessita de ser desenvolvido. Paradoxalmente, em vez de se simplificarem soluções, o progresso da sociedade leva cada vez mais à origem de novos desafios para as nações, organizações e todos os partícipes. Estes surgem através de sistemas e padrões dinâmicos, não-lineares e complexos, inovadores e interativos, sendo que os caminhos para a formulação de soluções devem demonstrar maior flexibilidade e considerar o contexto da sua aplicação (Brad & Brad, 2015).

O autor Smith (2006), apresenta um modelo interessante para a correta compreensão de um plano de trabalhos SWOT, o qual se apresenta da seguinte forma: os pontos fortes neutralizam os fracos e criam oportunidades; os pontos fracos neutralizam as oportunidades e criam ameaças, as quais por sua vez neutralizam as oportunidades.

Uma consideração mais profunda dos elementos SWOT, durante a identificação, pode ser feita através do aumento das hipóteses de se conjugarem todos os aspetos essenciais dos sistemas analisados, com a finalidade de se otimizar o plano de trabalhos e a formulação do problema (o aspeto mais importante para a produção de uma solução otimizada). Do ponto de vista científico, o desafio é aumentar a flexibilidade deste tipo de análises, sem se aumentar a complexidade, tornando-as mais consistentes e completas, simplificando a facilidade de compreensão, bem como a otimização da conectividade com as etapas seguintes do processo de design sem que haja necessidade de formalismos suplementares.

O desenvolvimento de um projeto deve começar com uma visão de toda a formulação, a qual reflete o resultado ideal de um determinado sistema previsto em determinado horizonte temporal (Brad & Brad, 2015). Por exemplo, se o sistema consiste no desenvolvimento económico regional, as medidas devem descrever a visão do ponto de vista operacional, considerando todos os fatores da sustentabilidade e otimização da qualidade de vida global dos cidadãos. Estas medidas devem ser analisadas caso a caso, para que seja possível providenciarem-se decisões balanceadas, dependendo das limitações de recursos e considerando as limitações espaciais e temporais (Angiz et al., 2012).

A mudança de perspetiva quando analisamos um sistema relativo a um edifício, torna-se imprescindível, no sentido em que se limitam as perspetivas da circularidade, uma vez que se trata de um sistema finito (destruição/demolição) (Kosse & Mathew, 2000). Estas mudanças do

vetor de inércia psicológica, promovem resultados inesperados e otimizados, abrindo caminhos à descoberta de pontos fracos dissimulados nos sistemas (Brad & Brad, 2015).

Assim, tendo em consideração os pontos fracos e ameaças, as seguintes questões são geralmente formuladas (Brad & Brad, 2015): “*Quão determinado ponto fraco ou ameaça pode aumentar a influência negativa de um outro ponto fraco ou ameaça?*”; e “*Quão determinado ponto forte ou oportunidade, pode diminuir a influência negativa de determinado ponto fraco ou ameaça?*”

No que respeita aos pontos fortes ou oportunidades, as seguintes questões são geralmente formuladas (Brad & Brad, 2015): “*Quão determinado ponto fraco ou ameaça, pode bloquear ou diminuir o efeito benéfico de determinado ponto forte ou oportunidade?*”; e “*Quão determinado ponto forte ou oportunidade, pode suportar o desenvolvimento de um outro ponto forte ou oportunidade?*”.

## **2.9 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 2**

Na hodiernidade, o setor da construção evolui a um nível de progressão nunca anteriormente observado. Assim, as sinergias entre diversos conceitos tornam-se essenciais para o desenvolvimento sustentável deste setor.

Deste modo, aquando da projeção de uma nova infraestrutura é possível avaliarem-se globalmente as hipóteses de projeto, sendo que no caso de uma reabilitação, na maioria das situações as hipóteses de projeto são reduzidas, surgindo assim a necessidade de se repensarem os processos de forma diferente. Numa fase preliminar de um novo projeto, a procura de energia encontra-se num “ponto zero”, enquanto que numa reabilitação já existe uma necessidade da procura de energia. Assim, apesar de existirem algumas contrapartidas, é necessário repensar as novas construções e os projetos de reabilitação individualmente.

## **3 LEGISLAÇÃO E PROGRAMAS DE INCENTIVO**

Aplicar o desafio da sustentabilidade, requer uma perspetiva de longo prazo e a integração de diversos elementos, sendo a energia um deles. Assim, a orientação do sistema energético global para um caminho sustentável tem progressivamente aumentado, sendo enfoque legislativo no que diz respeito aos edifícios (Riahi et al., 2001).

Consequentemente, existem publicações capazes de apelar aos órgãos governamentais para uma ação inovadora e pró-ativa no âmbito de se viabilizarem abordagens disruptivas para uma mudança de paradigma no desempenho social e ambiental (Fine & O'Neill, 2010). Todavia, a integração da flexibilidade legislativa deve ser ponderada, uma vez que permite uma abordagem não vertical aos desafios sociais e ambientais, dado o constante desenvolvimento da inovação, investigação e tecnologia, que são cada vez mais parte integrante da sociedade. Assim, uma íntegra combinação de processos que contribuam para a regeneração da construção, repensando necessidades e conformações de gestão da procura de energia e de recursos em busca da sustentabilidade do ambiente construído, devem ser abordados com o desígnio de recuar similarmente o desempenho ao nível social e ambiental (Bragança et al., 2014).

Para o estabelecimento da União de Energia, a primeira prioridade é a plena implementação da legislação e controlo do cumprimento da regulamentação no domínio da energia. A distinção entre o setor público e privado para a aplicação dos nZEB (obrigação para os edifícios públicos a partir de 31 de dezembro de 2018), permite criar um quadro jurídico nacional transparente para os operadores económicos no que diz respeito ao desempenho energético dos novos edifícios a partir de 31 de dezembro de 2020, sendo que os edifícios públicos devem ser exemplo para o futuro do parque imobiliário (CE, 2016). No entanto, apesar de se registarem progressos, estes surgem a um ritmo lento, necessitando estes de serem acelerados, apesar das medidas de apoio por parte dos EM serem cada vez mais numerosas e objetivas.

Os edifícios são parte integrante da estratégia de eficiência da UE, sendo abordados indiretamente em diversas Diretivas, quando se fala de desenho ecológico, rotulagem energética, energia proveniente de fontes renováveis e da EE. No entanto, estes são diretamente abordados na EPBD, EPBD-recast, e mais recentemente na Diretiva (UE) 2018/844 de 30 de maio de 2018. Não menos importante é a necessidade de se ter em consideração a energia operacional e energia incorporada ao longo das diferentes fases do ciclo de vida destas construções. Esta diferenciação tem a ver com a extração de materiais, com os processos de manufatura e manutenção, iluminação, sistemas AVAC, assim como com os de demolição/reutilização na fase final do ciclo de vida (Muñoz, et al., 2017).

A energia operacional consiste na energia necessária desde a fase de conceção até à de demolição, não incluindo a manutenção e renovação. Por sua vez, a energia incorporada consiste na energia necessária para a construção e manutenção, incluindo as necessidades de transporte e a reutilização no final do ciclo de vida. Assim sendo, é necessário projetar uma gestão responsável desde a extração de matérias-primas, ao processo de construção,

manutenção e reabilitação e por fim de demolição e posterior reutilização, considerando os transporte e respetiva reutilização de recursos e desperdícios obtidos (Din & Brotas, 2016).

Os processos de construção industrializados, são cenários passíveis do desenvolvimento sustentável, mas onde devem ser consideradas as necessidades de modelação e monitorização repensadas e ajustadas, por exemplo, através de métodos “*Building Information Modeling*” (BIM) (Ford et al., 2017). Consequentemente, materiais inteligentes devem ser incluídos nas soluções construtivas da envolvente, assim como devem ser considerados os princípios de desenho passivo que se presenteiem com o estudo da orientação dos edifícios, aberturas para iluminação e ventilação natural, incentivando a redução de todas as necessidades energéticas, promovendo uma qualidade de ar interior e exterior saudável, e conseguinte aumento do bem-estar dos ocupantes dos edifícios, bem como das imediações da sua envolvente exterior.

Deste modo, o desenho passivo é um conceito que aquando complementado pela tecnologia existente, aumenta a flexibilidade da rede de energia e a racionalização e utilização de recursos, minorando a necessidade da procura de energia elétrica, uma vez que esta não pode ser armazenada de forma eficiente, assim sendo, deve ser distribuída e utilizada da forma mais sustentável possível, minimizando desperdícios (Smale et al., 2017; Dabur et al., 2012).

Consequentemente, os utilizadores necessitam de ser parte integrante do processo, para que possam compreender os valores e as condições da aplicação de certas medidas, para melhoria da evolução normativa e fomentação dos programas de incentivo, promovendo a liberalização e a descentralização do mercado e permitindo o cruzamento e partilha de informação e a análise de dados com maior frequência (Smale et al., 2017).

A legislação e políticas relacionadas com a DSM na UE surgiram apenas na década de 1990 (Figura 20).

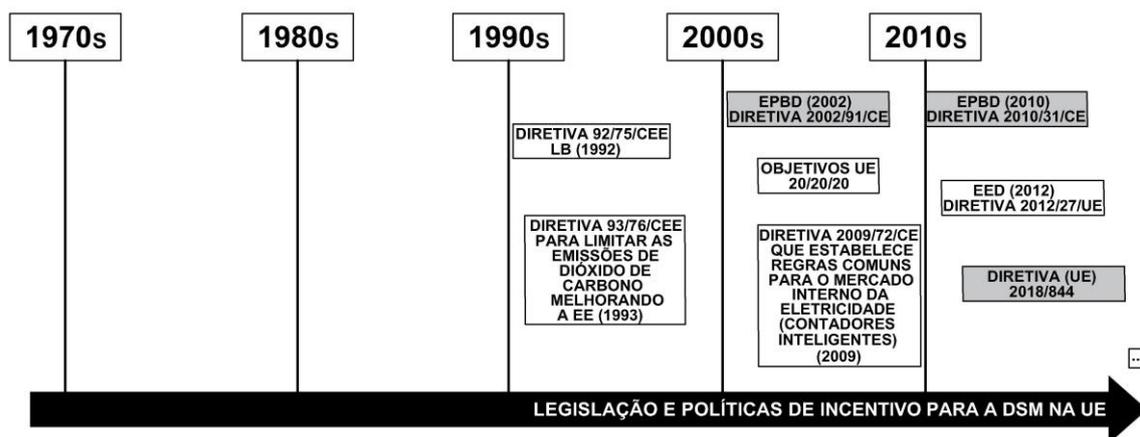


Figura 20 – Cronograma relativo à legislação e políticas de incentivo relacionadas com a DSM (adaptado de Warren, 2015).

A implementação prática dos modelos políticos e de negócio dependem dos contextos individuais do País ou região onde estão a ser introduzidos, tendo ainda de se ter em consideração a descentralização e liberalização do mercado, a regionalização das políticas energéticas. Assim, os aspetos políticos da DSM, não têm sido explorados de forma concisa, uma vez que as avaliações que têm sido elaboradas focam-se, essencialmente, nos impactes específicos das políticas e não nos fatores essenciais que determinam o sucesso ou insucesso destas (Warren, 2015).

Com a rápida evolução das tecnologias e o seu conseqüente desenvolvimento no setor da construção, torna-se importante a adoção de medidas otimizadas, promovendo a eficiência, modularização e capacidade de readaptação e reutilização, consoante as necessidades, ao longo do ciclo de vida dos edifícios. Assim surge a necessidade de se modificarem métodos e processos convencionais (Lehmann, 2013).

As avaliações geralmente feitas às políticas DSM são “*ex-ante*” ou “*ex-post*”, ou ambas (Warren, 2015). As “*ex-ante*” consideram os efeitos esperados da legislação (por exemplo estimativa das poupanças energéticas), sendo que esta abordagem apenas pode estimar em avanço o potencial de eficácia das políticas, necessitando de recursos menos intensivos para análise. Por sua vez, as avaliações “*ex-post*” requerem a medição e monitorização dos impactes da legislação. Isto aumenta a credibilidade dos impactes estimados, mas requer recursos mais intensivos, através da consideração de resultados empíricos da legislação (por exemplo medição de impactes atuais dos estudos de monitorização). Por sua vez, a combinação destas duas abordagens faz com que, ciclicamente, estas se tornem mais eficientes, uma vez que as

avaliações “*ex-post*” melhoram as ferramentas de modelação e premeditação nas avaliações “*ex-ante*”, as quais melhoram a monitorização e automatização (Fischer, 1995; Mundaca & Neij, 2010).

Na fase preliminar de projeto, devem ser contempladas as relações entre os diferentes intervenientes e processos ao longo do ciclo de vida do edifício. A implementação de funcionalidades bem explícitas e articuladas, capazes de se adaptarem a todas as circunstâncias, possibilitam uma melhor análise dos requisitos e de todos os custos e impactos durante as diferentes fases do ciclo de vida. Por seu lado, a monitorização contínua e a coordenação temporal, promovem a otimização da gestão da procura de recursos e energia de forma sustentável ao longo de todo o ciclo de vida.

Assim, aplicando soluções eficientes de monitorização, através da utilização da inteligência artificial com sensores automatizados e conectados em rede, os edifícios e os seus ocupantes beneficiam de uma base de análise de dados que cruza informações, abrindo caminho à coordenação temporal e promovendo equilíbrio entre o edificado, a natureza e seus partícipes (Georgievski et al., 2017).

Assim, o principal objetivo é reduzir não só a necessidade da procura de energia, mas também a utilização de energia ao longo do ciclo de vida dos edifícios e, por conseguinte, reduzir a pegada ecológica. Esta última atinge-se através da exploração de métodos de baixo custo, através da aplicação de tecnologias com índices reduzidos de carbono, como por exemplo painéis fotovoltaicos, energia eólica, hidroelétrica, energia geotérmica e a conservação e armazenamento de energia. Contudo, a procura responsável é crucial para se atingirem as metas estipuladas pela UE no setor da energia e recursos com as mínimas necessidades de transmissão para suprimir a procura, contribuindo para um sistema eficiente e seguro, introduzindo o fator humano conectado com a rede, propulsionando o desempenho social e reduzindo a pobreza energética (Karunanithi et al., 2017). Assim, a necessidade imediata de novas políticas de procura responsável e EE existe, para racionalizar os investimentos paralelamente à modernização das redes de energia (Thakur & Chakraborty, 2016).

Deste modo, as prioridades políticas para a investigação e inovação definidas na estratégia da união energética necessitam de ser traduzidas em políticas de ação efetiva. Surgindo assim, a necessidade de se construírem sinergias entre os programas de investigação e inovação nacionais e europeus, com legislação e políticas públicas existentes. Posto isto, surge a necessidade de (CE, 2015a):

- Reforçar a implementação de ações por detrás dos projetos de financiamento da UE;
- Fortalecer os compromissos financeiros entre os EM e o setor privado;
- Ampliar a participação de todos os intervenientes ao longo da inovação contínua e constante nas diversas estruturas de desenvolvimento;
- Otimizar o relatório dos EM nas prioridades e investimentos em inovação e investigação nacional;

Consequentemente, uma abordagem teórica e concetual é essencial, permitindo a liberdade de pensamento, interpretação e reinterpretação das políticas públicas e Diretivas da UE, através da promoção de uma abordagem não vertical da sustentabilidade através de uma análise crítica e construtiva. O objetivo é assim auxiliar a sociedade, os intervenientes nas decisões políticas, engenheiros, arquitetos e investigadores na transição para uma sociedade mais sustentável. (Limleamthong & Guillén-Gosálbez, 2017).

### **3.1 ENQUADRAMENTO DO CAPÍTULO 3**

Este capítulo consiste em realizar o levantamento de diversas Diretivas e políticas públicas no âmbito da DSM, realizando uma análise interpretativa e crítica construtiva das mesmas com base no Estado da Arte apresentado. Esta pretende identificar os pontos fortes e fracos que possam constituir mais valias ou barreiras para o desenvolvimento e implementação das melhorias que se pretendem alcançar.

Adindo, propõem-se realizar o levantamento de diversos programas de incentivo e fundos de investimento da UE, e respetivos desmembramentos a nível nacional, direcionados para a construção, reabilitação e todo o paradigma da utilização de energia.

### **3.2 DIRETIVAS DA UNIÃO EUROPEIA**

Existem na UE um vasto conjunto de Diretivas disponíveis para consulta pública na plataforma “EUR-Lex”. De seguida, serão enumeradas algumas Diretivas de relevo para a divulgação de informação e esquemas de obrigação no caminho para a sustentabilidade, correlacionadas com energia, ambiente, poluição e desperdício, conservação da natureza, TIC, ruído e segurança. Contudo, apesar do objeto de estudo serem as políticas DSM, conceitos adjacentes a outras

Diretivas, foram também abordados, uma vez que se encontram intrinsecamente ligados com o conceito da DSM.

Dada a diversidade da legislação e programas de incentivo existentes, o objetivo foi atingir uma lista abrangente que permita a consulta futura das principais diretivas por parte de diversos intervenientes e interessados nos processos legislativos e no setor da construção. Assim, foram seguidas as diretrizes de diversos autores para a seleção e estudo desta lista.

O autor Warren (2015) enumera os principais fatores de sucesso e insucesso para as políticas DSM. Fatores de sucesso: i) suporte legislativo; ii) planos de trabalho regulares; iii) não sobreposição de políticas; iv) incentivos apropriados; v) objetivos e horizonte temporal claros; vi) definição clara das regras; vii) facilidade de implementação; viii) avaliação completa; e ix) rentabilidade económica. Fatores de insucesso i) sobreposição política; ii) falta de transparência; iii) complexidade; iv) falta de monitorização; v) objetivos e horizonte temporal não adequados; vi) falta de fundos sustentáveis; vii) falta de continuidade política; viii) problemas de execução; ix) não rentáveis economicamente; x) incentivos não adequados para os utilizadores; xi) fraco compromisso dos utilizadores; e xii) problemas da divisão de incentivos.

A investigação política pode ser estudada através dos processos legislativos, da projeção da legislação, da implementação da legislação e da avaliação da legislação (Hill, 2009; Nagel 2002). Nagel (2002) realça diversos termos para a otimização da legislação: i) eficácia; ii) eficiência; iii) participação pública; iv) processo adequado; e v) fiabilidade política.

A avaliação de políticas públicas alternativas, a descrição da legislação e os motivos de porque surgiram, repensando estas de forma individual, mas com sinergias em comum, poderá contribuir de forma eficiente para a evolução normativa e avaliação da legislação (Nagel, 2002). Nagel (2002) destaca ainda diversos critérios para a avaliação de políticas públicas governamentais: i) equidade; ii) fundamentação; iii) grau de importância; iv) utilidade; e v) viabilidade. Por sua vez, a combinação entre as abordagens “*ex-ante*” e “*ex-post*”, que abranja um maior número de fatores, identifica-se como crucial para o sucesso futuro das políticas DSM, ao invés da abordagem “*ex-ante*” mais escolhida pelas avaliações europeias levadas a cabo (Warren, 2015).

No que diz respeito aos edifícios, têm sido publicadas diferentes normas e diretivas, de entre as quais é de salientar:

- Materiais utilizados nos edifícios (ISO/EN 15804);

- Desperdícios e resíduos de construção e demolição (Diretiva 2008/98/CE);
- Qualidade do ar interior (EN 15251).

Relativamente ao conceito de desenvolvimento sustentável e o seu enquadramento no setor dos edifícios, as diretivas existentes são fundamentalmente dirigidas para as preocupações energéticas, com a materialização das Diretivas EPBD e EED.

No que respeita às preocupações energéticas, salientam-se as seguintes Diretivas:

- Diretiva 2009/28/CE do PE e do Conselho, de 23 de abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- Diretiva 2010/31/UE do PE e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios que altera e subsequentemente revoga a Diretiva 2002/91/CE;
- Diretiva 2012/27/UE do PE e do Conselho, de 25 de outubro de 2012, relativa à eficiência energética, que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE;
- Diretiva 2009/28/CE do PE e do Conselho, de 23 de abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- Diretiva 2009/72/CE do PE e do Conselho, de 13 de julho de 2009, que estabelece regras comuns para o mercado interno da eletricidade e que revoga a Diretiva 2003/54/CE;
- Diretiva 2009/125/CE do PE e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de conceção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia;
- Regulamento (UE) 2017/1369 do PE e do Conselho, de 4 de julho de 2017, que estabelece um regime de etiquetagem energética e que altera e subsequentemente revoga a Diretiva 2010/30/UE;
- Diretiva (UE) 2018/844 do PE e do Conselho, que altera a Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE sobre a eficiência energética.

De referir ainda a existência de Diretivas relacionadas com a iluminação fluorescente, aplicações eletrónicas para as habitações e a promoção da utilização de biocombustíveis e combustíveis provenientes de fontes renováveis para o setor dos transportes.

Quanto ao ambiente:

- Diretiva 2010/75/UE do PE e do Conselho, de 24 de novembro de 2010, relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição) e que revoga a Diretiva 2008/1/CE;
- Diretiva 2003/87/CE do PE e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Diretiva 96/61/CE do Conselho;
- Diretiva 2011/92/UE do PE e do Conselho, de 13 de dezembro de 2011, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente.

Num estudo holístico, Warren (2015) identifica as políticas DSM que obtiveram sucesso e insucesso em diversas regiões, sendo que na UE as políticas DSM com sucesso são: i) UO; e ii) PS. Por sua vez as políticas DSM com insucesso são: i) IPBDR; ii) LB; iii) L&S; iv) PS/LB; v) IR; vi) IC; e vii) PBDR. Adindo, o mesmo autor identifica os principais fatores de sucesso que prevalecem nos países Europeus: i) estruturas regulamentares; ii) incentivos adequados; iii) avaliação completa; iv) suporte legislativo; v) envolvimento da indústria; e vi) inovação, sendo os principais fatores de insucesso i) défice de monitorização; ii) défice de sustentabilidade dos fundos; iii) problemas técnicos; e iv) complexidade.

Os principais fatores de sucesso das políticas DSM para os UO são (Warren, 2015): i) estruturas regulamentares; ii) suporte legislativo; iii) avaliação completa; iv) definição clara dos processos e funções; e v) relação custo benefício, por seu lado para os PS (categoria política DSM melhor sucedida a nível global), os principais fatores de sucesso são: i) estruturas regulamentares; e ii) suporte legislativo. Para as políticas com maior grau de insucesso na UE, particularmente a LB, o principal fator de sucesso são as infraestruturas de informação, e por sua vez o principal fator de insucesso são os problemas técnicos de rotulagem. Todavia, os fatores de insucesso com mais associações a nível global são a sobreposição legislativa e o défice de transparência (Warren, 2015).

Apesar do sucesso dos mecanismos políticos subjacentes serem principalmente de ordem qualitativa, onde o principal foco não são os impactes mas os motivos de sucesso ou insucesso de determinada política, de modo a assegurar uma visão holística, Warren (2015) considerou no seu estudo: a) critérios de desempenho (impactes quantitativos): i) redução de emissões de carbono; ii) poupança de encargos energéticos; iii) custo dos programas governamentais; iv) investimento deferido em infraestruturas; v) poupanças energéticas globais; vi) redução de

cargas nos períodos de pico; vii) relação do custo e eficácia dos programas; viii) participação ativa dos utilizadores; ix) facilidade de implementação política; x) inovação tecnológica; e xi) desenvolvimento do mercado; b) sucesso declarado (opinião qualitativa dos responsáveis pela avaliação); c) etapa no processo político: i) sucesso de projeção; ii) implementação ou pós implementação; e iii) avaliação política; d) mecanismos políticos subjacentes (principal fator para o sucesso e insucesso).

Deste modo, a não criação de barreiras legislativas, que possam suceder ao longo do período de revisão da legislação, é essencial para que no futuro o desenvolvimento contíguo não requeira como na atualidade a remoção de barreiras que não permitem otimizar o desempenho da sustentabilidade.

De seguida é feita uma análise crítica e construtiva a algumas Diretivas, sendo que a sua consulta integral é feita no Jornal Oficial da UE, na plataforma “EUR-Lex”.

Para além da EPBD e todas as suas reformulações foram abordadas as Diretivas da cogeração, eficiência energética e promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, devido à sua correlação com a gestão da procura de energia e a importância destas Diretivas para o desempenho energético dos edifícios no que diz respeito à utilização de energia.

### **3.2.1 Promoção da cogeração**

A Diretiva 2004/8/CE do PE e do Conselho, de 11 de fevereiro de 2004, relativa à promoção da cogeração com base na procura eficiente de calor no mercado interno de energia, que alterou a Diretiva 92/42/CEE, não está em vigor desde 4 de junho de 2014, uma vez que foi revogada pela Diretiva 2012/27/UE do PE e do Conselho, de 25 de outubro de 2012, relativa à eficiência energética, a qual alterou também as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE.

A Diretiva 2004/8/CE surge com o primordial objetivo de reduzir a utilização de energia primária, promovendo a cogeração e a procura eficiente de calor no mercado interno da energia. Assim sendo, estabeleceu regras comuns para a produção, transmissão, distribuição e abastecimento de electricidade com o mercado interno da energia elétrica (UE, 2004).

A estrutura específica da cogeração, aquecimento e arrefecimento de determinadas zonas, que inclui a maioria dos produtores de pequena e média dimensão, deve ser tida em consideração, especialmente quando os processos administrativos são revistos para se obter permissão de construir uma capacidade superior de cogeração ou redes associadas, aplicando o conceito de

“*think small first*” (o qual implica que os decisores políticos tenham em consideração as PME na fase inicial de desenvolvimento da legislação, para a otimização dos regulamentos) (UE, 2012). Este conceito surge como um ponto forte na EED em 2012, uma vez que a EE se tornou uma oportunidade de negócio, tendo o objetivo primordial de erradicar a pobreza energética ficado para segundo plano.

Deste modo, o desenvolvimento da cogeração contribui para o aumento da competitividade do mercado, proporcionando novos intervenientes, fomentando a liberdade de escolha por parte dos utilizadores finais surgindo novas oportunidades de descentralização e liberalização do mercado energético.

É importante para a existência de transparência, a adoção de definições básicas, harmonizadas e articuladas para a cogeração. Contudo, surge a ameaça da complexidade dos sistemas, sendo imprescindível educar a sociedade, uma vez mais promovendo a equidade.

Deste modo, medir a quantidade de calor útil necessário para o abastecimento desde o ponto inicial de produção das infraestruturas de cogeração, assegura vantagens ao nível da eficiência e conseqüente redução das perdas de calor ao longo das redes de distribuição. Sendo este um ponto forte, permite o ajuste da produção, distribuição e utilização, reduzindo assim a necessidade de construção de novas infraestruturas para suprimir a máxima procura e, por conseguinte, os desperdícios de energia, sendo também uma oportunidade de desenvolvimento de novos métodos. Por sua vez, a procura economicamente viável, traduz a procura que não excede as necessidades de aquecimento e arrefecimento, ao mesmo tempo em que satisfaz as condições de mercado para a produção de energia e cogeração.

Assim, encorajar a projeção das unidades de cogeração a fim de se atingir a procura economicamente viável, evitando a produção superior às necessidades de abastecimento, possibilita a redução de barreiras para o aumento da cogeração e assegura a objetividade, flexibilidade e transparência dos regulamentos (UE, 2004).

### **3.2.2 Eficiência energética**

A Diretiva 2012/27/UE do PE e do Conselho, de 25 de outubro de 2012, relativa à eficiência energética, alterou as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revogou as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE. Esta, estabelece um conjunto de medidas para apoiar os países da UE a alcançar o objetivo de 20% de EE até 2020, sendo os EM incitados à utilização de energia de forma

eficiente desde a produção até à utilização final. A Comissão propôs uma atualização desta Diretiva a 30 de novembro de 2016, reforçando o objetivo para 30% de EE até 2030, bem como a proposta de medidas para garantir esse cumprimento.

Nesta Diretiva, em constante evolução, sempre foram propostos e discutidos objetivos e metas. Assim, uma das iniciativas da estratégia da Europa 2020, é a eficiência de recursos adotada pela CE em 26 de janeiro de 2011, que identifica a EE como o principal fator para assegurar a sustentabilidade da utilização dos recursos energéticos. Assim, as principais medidas que surgem da EED são direcionadas para (UE, 2012):

- EE (objetivos de EE, esquemas de obrigação de EE, transformação, transmissão e distribuição de energia e o Fundo Nacional de Eficiência Energética com financiamento e suporte técnico, bem como outras medidas para promover a EE);
- Edifícios (renovação dos edifícios, regras exemplares para os edifícios públicos e promover o aumento da eficiência no aquecimento e arrefecimento);
- Sistemas de gestão e informação (serviços de energia, auditorias e sistemas de gestão da energia, sistemas de informação das tarifas e utilização de energia, e a disponibilidade de esquemas de certificação e qualificação);
- Promoção da informação para os utilizadores e todos os intervenientes, nomeadamente através de formações qualificadas.

Assim as medidas nacionais devem assegurar poupanças energéticas para os utilizadores e indústrias (CE, 2018a):

- Através da implementação de medidas de EE, onde os distribuidores de energia e empresas que comercializam energia devem garantir poupanças energéticas anuais de 1,5%;
- Opção para os EM de obter os 1,5% anuais através de diferentes meios, melhorando a eficiência dos sistemas de aquecimento, isolamentos e aplicação de janelas com vidro duplo;
- Aquisição por parte do setor público de edifícios, produtos e serviços energeticamente eficientes;
- Através do investimento na reabilitação energeticamente eficiente de pelo menos 3% da área útil dos seus edifícios estatais;
- Através de meios de gestão da utilização de energia para os utilizadores, com acesso gratuito aos seus dados de forma individual;

- Incentivos ao nível nacional para procedimentos de auditorias energéticas para as PME;
- Monitorização dos níveis de eficiência em novas capacidades para a produção de energia.

As entidades públicas representam as autoridades contratuais definidas na Diretiva 2004/18/CE do PE e da CE de 31 de março de 2004 e são responsáveis pela coordenação dos procedimentos para os concursos públicos de trabalhos, abastecimento público e contratos de serviço público, e, ao nível local, regional e nacional, devem desempenhar um papel exemplar no que à EE diz respeito. Além disso, diminuir a utilização de energia por intermédio das práticas de EE e otimização das medidas adjacentes, pode promover a utilização de recursos públicos para outros propósitos. O setor público constitui assim, um meio importante para estimular a transformação do mercado, em busca de produtos, edifícios e serviços eficientes, bem como desencadear mudanças comportamentais na utilização de recursos e energia por parte dos cidadãos e dos empreendimentos.

Esta Diretiva definiu ainda que os EM devem (UE, 2012):

- Estabelecer uma estratégia de longo prazo, além de 2020, para mobilizar investimento para a reabilitação dos edifícios residenciais e comerciais, sempre com a perspetiva de otimizar o desempenho energético dos edifícios já existentes bem como instruir todos os intervenientes ao longo do ciclo de vida dos edifícios, aumentando assim a especialidade técnica e otimizando a mão de obra qualificada;
- Estimular os municípios e outras entidades públicas a adotar planos de EE integrados e sustentáveis, com objetivos claros, para envolver os cidadãos no desenvolvimento e implementação, bem como lhes disponibilizar uma adequada informação acerca do seu conteúdo, progresso e objetivos atingidos;
- Desenvolver programas e iniciativas de incentivo para promover o desenvolvimento de abordagens por parte das PME, que considerem os processos e objetivos das auditorias energéticas;
- Ter em consideração a necessidade de assegurar a funcionalidade correta do mercado interno, e a implementação coerente de acordo com o Tratado de funcionamento da UE, quando se concebem melhorias e medidas de EE;
- Assegurar que as autoridades nacionais de regulação energética estão capacitadas para assegurar as tarifas e regulamentações da rede, incentivando melhorias na EE e suportando preços dinâmicos para métodos de procura responsável por parte dos

utilizadores finais. A sua integração no mercado e igualdade de oportunidades, para os processos de abastecimento e utilização de energia com procedimentos DSM, transversal a todos os intervenientes, devem ser garantidos de forma equitativa, considerando o desenvolvimento contínuo das redes inteligentes de energia;

- Requerer e avaliar o acesso a planos de aquecimento e arrefecimento eficientes ao nível técnico, assim como a fiabilidade económica das conexões com terceiros;
- Requerer informação e aconselhar apropriadamente os utilizadores aquando da instalação das tecnologias de monitorização inteligentes, em particular acerca de todo o seu potencial considerando as leituras, gestão e monitorização da utilização energética;
- Assegurar que os clientes finais recebem as suas faturas com a informação bem detalhadas;
- Colocar em prática uma análise de custo-benefício que abranja todo o território, sustentada nas condições climáticas, viabilidade económica e aptidão técnica. A análise custo-benefício deve ser capaz de facilitar a identificação de todos os recursos e soluções de custo-ótimo para as necessidades de aquecimento e arrefecimento;
- Assegurar que as autoridades nacionais reguladoras de energia, por intermédio do desenvolvimento de tarifas e regulamentações da rede de energia, em concordância com o plano de trabalhos da Diretiva 2009/72/CE e considerando os custos e benefícios de cada medida, providenciam incentivos para os operadores da rede e colocam à disposição serviços e sistemas interativos para os mesmos;
- Permitir esquemas e componentes, juntamente com estruturas de tarifas com âmbitos sociais, para a distribuição e transmissão de energia, assegurando que quaisquer efeitos são mantidos nos mínimos necessários, para os sistemas de transmissão e distribuição, e não são desproporcionais aos princípios sociais e ambientais;
- Conceder aos produtores de energia por intermédio da cogeração de elevada eficiência que queiram estar conectados com a rede de energia, um concurso de acesso aos trabalhos de conexão;
- Assegurar que as autoridades nacionais reguladoras da energia, incentivam a DSM de forma eficiente na operação dos sistemas de distribuição em conjunto com as ofertas de mercado e revenda ou disponibilização de energia proveniente de fontes renováveis (mercado livre, liberalização e descentralização);
- Assegurar que os operadores dos sistemas de transmissão e distribuição, em paralelo com os requisitos de balanceamento dos serviços, consideram a procura responsável,

incluindo todos os intervenientes de forma não discriminatória, com base nas suas capacidades técnicas;

- Tomar medidas apropriadas para a promoção da consciencialização dos utilizadores, assegurando que a informação relativa aos mecanismos de EE, financeiros e quadros legais são transparentes e amplamente divulgados a todos os intervenientes relevantes do mercado, como os utilizadores finais, construtores, arquitetos, engenheiros, auditores energéticos e ambientais, e operadores de instalação dos elementos nos edifícios;
- Encorajar a disponibilização de informação às entidades bancárias e outras instituições financeiras acerca da possibilidade de participação.

Os municípios e outras entidades públicas dos EM, têm assim colocado em prática abordagens integradas para economizar energia, como por exemplo por intermédio de planos de ação energética sustentáveis e de abordagens urbanas integradas que vão para além de intervenções individuais nos edifícios e nas redes de mobilidade.

As auditorias energéticas devem assim ser sempre consideradas, sendo que estas por sua vez devem ter em conta as normas europeias e internacionais, como a EN ISO 50001 (Sistemas de gestão energética), a EN 16247-1 (Auditorias energéticas) e a EN ISO 14000 (Sistemas de gestão ambiental).

As Diretivas 2009/72/CE e 2009/73/CE que estabelecem regras comuns para o mercado interno de energia elétrica e gás natural, respetivamente, requerem que os EM assegurem a implementação dos sistemas de monitorização inteligentes para assistir à participação ativa dos utilizadores nos mercados do abastecimento de gás e eletricidade. Quanto à eletricidade, onde a implementação dos sistemas de monitorização inteligente é vista como um método de custo efetivo, no mínimo 80% dos utilizadores devem estar equipados com sistemas de monitorização inteligentes em 2020. Quanto ao gás natural, apesar de não existir uma data limite, uma programação detalhada surge como obrigação de projeto. Assim, surge a clara necessidade de acelerar a implementação destes serviços, uma vez que, o seu desenvolvimento não tem sido realizado de forma a atingir os objetivos propostos (UE, 2012).

Estas Diretivas, realçam ainda que os utilizadores finais devem ser adequadamente informados dos custos e utilização de eletricidade e gás, com a frequência suficiente que lhes permita regular a sua própria utilização.

A procura responsável deve ser definida com base nos utilizadores finais, respondendo a avisos de preço e automatização de edifícios. Condições de acessibilidade para a procura responsável

devem ser aprimoradas, incluindo os pequenos utilizadores finais, surgindo assim a oportunidade de apoio ao setor residencial. Assim será possível a consciencialização de todos os utilizadores, e, por conseguinte, a educação da sustentabilidade será impulsionada por métodos educacionais metacognitivos.

As reabilitações substanciais (custos de reabilitação excedem os 50% do custo de investimento inicial para uma nova unidade comparável) devem ser flexíveis e suficientemente adaptáveis para que possam, caso devidamente justificadas, serem desenvolvidas por etapas.

Segundo esta Diretiva, a renovação de edifícios comerciais e residenciais públicos ou privados devem ter em consideração:

- Uma visão sobre a totalidade dos edifícios nacionais;
- Abordagens de custo efetivo para renovações relevantes adaptadas à tipologia dos edifícios e zonamento climático;
- Legislação e medidas políticas para estimular as reabilitações de maior envergadura, com abordagens de rentabilidade económica sem se comprometer os fatores sociais e ambientais;
- Uma perspectiva e visão futura para aconselhar decisões de investimento individuais a empresas de construção e instituições financeiras;
- Uma estimativa evidente, fundamentada nas poupanças energéticas e respetivos benefícios.

Os EM podem decidir definir e aplicar ou não os requisitos mínimos referidos para as seguintes categorias de edifícios (UE, 2012):

- Edifícios oficialmente protegidos como parte de determinado ambiente, por questões arquitetónicas especiais ou mérito histórico, em conformidade com certos requisitos mínimos de desempenho energético que inaceitavelmente alterem as suas características ou aparência;
- Edifícios na posse das forças armadas, governo central (os departamentos administrativos aos quais as suas competências se prolongam ao longo de todo o território de um EM) ou com propósito dos serviços da defesa nacional, à parte de edifícios de habitação ou escritórios para as forças armadas ou outros funcionários das autoridades da defesa nacional;
- Edifícios utilizados para atividades religiosas e/ou de culto.

Para assegurar a manutenção de equivalência e equidade, os EM podem ainda combinar os esquemas de obrigação com medidas políticas alternativas, incluindo os programas nacionais de EE. As medidas políticas devem incluir, seguir e combinar, não de forma restrita, os seguintes fatores (UE, 2012):

- Taxas de carbono e energia que tenham o efeito de reduzir a utilização final de energia;
- Esquemas e instrumentos financeiros ou de incentivos fiscais que conduzam à aplicação de tecnologias e métodos de EE que tenham efeito na redução da utilização final;
- Regulamentos ou acordos voluntários que conduzam à aplicação de métodos e tecnologias de EE que tenham o efeito de reduzir a utilização de energia;
- Normas e “*standards*” com o intuito de melhorar a EE de produtos e serviços, incluindo os edifícios e veículos;
- Esquemas de rotulagem energética, à exceção de todos os que são obrigatórios e aplicáveis aos EM sob a jurisdição das leis da UE;
- Qualificação e educação, incluindo programas de consulta da utilização de energia, que conduzam à aplicação de técnicas e tecnologias de EE com o efeito de reduzir a utilização final de energia.

Os EM devem tomar medidas apropriadas para promover e facilitar a utilização eficiente de energia pelos pequenos utilizadores energéticos, incluindo os utilizadores domésticos. Estas medidas devem fazer parte de uma estratégia nacional e incluir um ou mais elementos dos seguintes pontos (UE, 2012):

- Extensão da legislação e instrumentos que promovam mudanças comportamentais: i) incentivos fiscais; ii) acesso a financiamento, concessões ou subsídios; iii) fornecimento de informação adequada; iv) projetos exemplares; e v) locais de trabalho para as atividades;
- Meios e recursos para que os utilizadores e organizações se empenhem durante e após a aplicação da monitorização inteligente por intermédio da comunicação de: i) custo efetivo e rentabilidade económica, fácil de atingir por modificações da utilização de energia; e ii) informação das medidas de EE.

Por sua vez, a CE fica encarregue de rever o impacto de determinadas medidas para o suporte do desenvolvimento de plataformas para a partilha de informação e trabalhos, possibilitando alianças e interconexões e abrindo todos os caminhos para o diálogo entre as entidades sociais Europeias. Isto será possível promovendo programas de qualificação para a EE e da colocação

em primeiro plano de medidas apropriadas para a disseminação das melhores práticas de EE nos EM.

Os EM são chamados ainda a otimizar os mercados de serviços energéticos e englobar o acesso para as PME a estes mercados por intermédio dos seguintes meios (UE, 2012):

- a) Disseminação e clarificação de toda informação em:
  - Contratos modelo para o desempenho energético;
  - Informações das melhores práticas disponíveis para a melhoria do desempenho energético, incluindo se possível a análise de rentabilidade económica ao longo de todo o ciclo de vida;
- b) Encorajar o desenvolvimento de rótulos de qualidade, interconexões e alianças pelas associações de troca e/ou partilha de informação e conhecimento;
- c) Disponibilização da informação e atualizações constantes na lista de prestadores de serviços energéticos que estão qualificados, certificados ou disponibilizam interfaces onde se pode partilhar informação;
- d) Suporte do setor público na tomada de decisões, considerando as ofertas dos serviços energéticos e em particular da remodelação de edifícios, providenciando:
  - Contratos modelo para o desempenho energético;
  - Informações das melhores práticas disponíveis para a melhoria do desempenho energético, incluindo se possível a análise de rentabilidade económica ao longo de todo o ciclo de vida;

Os EM devem ainda garantir o correto funcionamento dos mercados de serviços energéticos, através das seguintes medidas (UE, 2012):

- Identificação e publicação dos pontos de contacto onde os utilizadores finais podem obter informação;
- Medidas para a remoção de barreiras regulamentares ou não, que impedem a compreensão e absorção dos contratos de desempenho energético e outros modelos de serviços;
- Colocar em prática o desenvolvimento de mecanismos independentes para assegurar o tratamento eficiente das queixas e resoluções extrajudiciais de litígios, decorrentes dos contratos de serviços energéticos;
- Estimular o desenvolvimento do mercado, permitindo a ação de intermediários independentes quer para a procura, quer para o abastecimento de energia.

As medidas para a remoção de barreiras devem providenciar incentivos, alterar as disposições regulamentares e legais, ou adotar diretrizes, comunicações e abordagens que simplifiquem os procedimentos administrativos. As medidas devem ser combinadas com a fomentação de educação, qualificação, assistência técnica e informação específica no âmbito da EE.

As auditorias energéticas, por sua vez, devem (UE, 2012):

- Considerar dados atualizados da utilização de energia e consequentes padrões de utilização de eletricidade;
- Incluir uma revisão detalhada dos perfis de utilização energética dos edifícios e conjunto de edifícios, operações industriais, instalações e transportes;
- Construir, sempre que possível, uma análise de custos do ciclo de vida em vez de períodos de retorno simples, para considerar poupanças a longo prazo, valores residuais, investimentos e taxas de desconto;
- Proporcionar, de forma representativa, informação detalhada acerca do desempenho energético, bem como a clara identificação das oportunidades de melhoria significativas.

Os dados utilizados nas auditorias energéticas devem ser guardados para análise histórica e monitorização de desempenho. Assim, a avaliação compreensiva dos potenciais nacionais de aquecimento e arrefecimento deve incluir (UE, 2012):

- Descrição da procura de aquecimento e arrefecimento;
- Uma previsão da variação de procura nos próximos 10 anos, considerando a particular evolução da procura nos edifícios e diferentes setores industriais;
- Mapa do território nacional, identificando informação sensível da comercialização e condições específicas;
- Identificação da procura de aquecimento e arrefecimento obtida pela cogeração de alta eficiência, incluindo a micro ao nível residencial, e zonamentos de aquecimento e arrefecimento;
- Identificar o potencial adicional para cogeração de alta eficiência, incluindo as remodelações existentes e a reabilitação da construção, a nova geração de instalações industriais ou as hipóteses de transformar energia através das perdas de calor;
- Identificação dos potenciais de EE das infraestruturas locais de aquecimento e arrefecimento.

As análises de custo-benefício devem articular toda a avaliação de projetos ou conjunto de projetos, ao nível local, regional e nacional, para se estabelecerem benefícios de custo e soluções técnicas para determinada localização geográfica e tipologia de edifícios para o planeamento energético. Os custos e benefícios a ter em conta, devem incluir as seguintes considerações (UE, 2012):

- a) Benefícios: i) valorizar as unidades de energia para abastecimento (calor e eletricidade); e ii) benefícios externos, como os ambientais e de saúde global
- b) Custos: i) custos capitais das infraestruturas e equipamentos; ii) custos capitais das redes de energia associadas; iii) custos operacionais fixos e variáveis; iv) custos de energia; e v) custos ao nível do ambiente e saúde global

A análise de sensibilidade deve incluir a avaliação dos custos e benefícios de um projeto ou um conjunto de projetos com base em diferentes preços de energia, taxas de desconto e outros fatores variáveis que possam ter um impacto significativo nos cálculos.

Os regulamentos da rede e tarifas, não devem impedir que os operadores da rede de energia e todos os seus intervenientes, otimizem os seus serviços com medidas de procura responsável e gestão da procura, com mercados que caminhem para a liberalização, descentralização e flexibilidade, aumentando assim a competitividade dos mercados da eletricidade e em particular (UE, 2012):

- A mudança de cargas dos períodos de pico para os de não pico, permitindo assim o ajuste das curvas de utilização da energia por intermédio dos utilizadores finais, tendo em consideração o armazenamento de energia, a intermitência e disponibilidade de energia proveniente de fontes renováveis e a energia proveniente da distribuição e cogeração;
- Poupanças energéticas provenientes da procura responsável e distribuição dos utilizadores pelos agregados energéticos;
- A redução da procura através das medidas de EE empreendidas pelos prestadores de serviços energéticos, incluindo as indústrias de serviços energéticos;
- A conexão e envio de unidades por intermédio das fontes de produção a níveis de tensão inferiores;
- A conexão dos recursos de produção a localizações mais próximas à localização de utilização (liberalização e descentralização);
- O armazenamento de energia.

Os mercados de eletricidade organizados, devem incluir os mercados alternativos, bem como a permuta e disponibilidade da energia proveniente de fontes renováveis para otimizar a flexibilidade, articulação e balanço dos sistemas ao longo de todo o ciclo de vida. Assim, a rede e as tarifas de mercado devem suportar preços dinâmicos para as medidas da procura responsável por parte dos utilizadores finais, tais como (UE, 2012): i) tarifas TOU; ii) preço dos períodos de pico; iii) preços RTP; e iv) taxas dos períodos de pico.

Por seu lado, os operadores dos sistemas de transmissão e distribuição devem (UE, 2012):

- a) Definir e tornar públicas as suas regras, as quais promovem a partilha de encargos e adaptações técnicas como reforço das redes e suas conexões;
- b) Proporcionar novos produtores de eletricidade provenientes da cogeração de alta eficiência, incluindo:
  - Uma estimativa de custos detalhada, associada à conexão com a rede;
  - Uma cronologia temporal moderada e precisa, para receber e processar o pedido de conexão com a rede;
  - Uma cronologia temporal moderada e indicativa para qualquer proposta de conexão com a rede. O processo global para estar conectado com a rede não deve ser superior a 24 meses e deve ter em consideração o praticável e não discriminatório.
- c) Providenciar procedimentos simplificados e estandardizados para a conexão da distribuição da cogeração de alta eficiência.

O relatório anual, disponibiliza uma base para o desenvolvimento das propostas de melhoria e o alcance dos objetivos nacionais definidos para 2020. Os EM, neste, devem incluir no mínimo a seguinte informação (segundo uma estimativa dos seguintes indicadores no ano anterior ao último) (UE, 2012): i) utilização de energia primária; ii) utilização total final de energia, e por setor (indústria, transportes, aplicações de habitação e serviços); iii) valor agregado bruto por setor (indústria e serviços); iv) rendimento disponível das famílias; v) Produto Interno Bruto (PIB); vi) produção de eletricidade por geração de energia térmica; vii) produção de eletricidade por cogeração; viii) produção de calor por geração de energia térmica; ix) produção de calor, por infraestruturas da cogeração, incluindo as perdas industriais de calor; e x) entradas de combustível por produção de energia térmica.

Neste relatório anual, os EM devem ainda incluir objetivos nacionais adicionais, os quais devem estar relacionados, em particular, com os indicadores estatísticos enumerados ou suas

combinações, como intensidade da energia primária e final ou intensidades energéticas por setor.

O Plano Nacional de Ação para Eficiência Energética (PNAEE) deve providenciar uma estrutura de suporte para o desenvolvimento das estratégias nacionais para a EE, cobrir medidas de melhoria para a EE e atingir poupanças energéticas, incluindo o abastecimento, transmissão e distribuição de energia bem como a sua utilização final. Assim, os EM devem assegurar que incluem a seguinte informação mínima no que diz respeito aos objetivos e estratégias adjacentes (UE, 2012): i) objetivo indicativo nacional para a EE para 2020; ii) objetivo indicativo nacional para as poupanças de energia definido pelo Artigo 4º(1) da Diretiva 2006/32/CE relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos; e iii) outros objetivos existentes para a EE abordando a economia total ou setores específicos.

O PNAEE deve providenciar informação das medidas adotadas ou planeadas com vista à implementação dos principais elementos desta Diretiva e suas poupanças relacionadas, como (UE, 2012):

a) Poupanças de energia primária:

- O PNAEE deve listar as medidas significativas e ações a ter em conta para o desenvolvimento das poupanças de energia primária em todos os setores da economia;
- Quando disponível, deve ainda listar a informação acerca de outros impactes e medidas (emissões reduzidas de GEE, melhoras na qualidade do ar, criação de empregos entre outros).

b) Poupanças de energia finais:

- O PNAEE deve incluir os resultados considerando o cumprimento dos objetivos finais para a poupança energética definidos no Artigo 4º (1) e (2) da Diretiva 2006/32/CE;
- O PNAEE deve ainda incluir medidas e/ou métodos de cálculo, utilizados para a estimativa das poupanças energéticas.

### **3.2.3 Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis**

A Diretiva 2009/28/CE do PE e do Conselho, de 23 de abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, alterou e subseqüentemente revogou as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Esta estabelece que 20% da utilização de energia na UE, deve ser proveniente de fontes renováveis até 2020 e pelo menos 30% até 2030, expondo diversos mecanismos que os EM podem levar a cabo para cumprirem os seus objetivos, como por exemplo os regimes de apoio, garantias de origem, projetos conjuntos e cooperação e interconexão entre EM e países terceiros.

Devido ao controlo e monitorização da utilização de energia na UE, o aumento da utilização desta, proveniente de fontes renováveis, e o desenvolvimento do armazenamento de energia, aumentam a EE e formam processos resolutivos para reduzir as emissões de GEE. Posto isto, surge a necessidade de emergirem regras claras e transparentes para a projeção da disponibilização de energia por intermédio de fontes renováveis.

Para se atingirem os objetivos desta Diretiva, as Comunidades e EM devem (UE, 2009):

- Investir, significativamente, consideráveis recursos financeiros em métodos sustentáveis que proporcionem períodos de retorno curtos, sem comprometer os fatores sociais e ambientais e na investigação e desenvolvimento de tecnologias e métodos que promovam a utilização de recursos renováveis e a EE;
- Promover uma melhor mobilização dos recursos e reservas de madeira, bem como o desenvolvimento de novos sistemas florestais de forma segura e cuidada, assegurando a manutenção da biodiversidade e a proteção e análise de risco contra os incêndios, para explorar todo o potencial da biomassa. Esta, está classificada como uma fonte renovável, mas dificilmente é produzida nas proximidades do edifício (Almeida et al., 2016).
- Prestar recomendações a todos os intervenientes e em particular às entidades locais e regionais, bem como os corpos administrativos, assegurando assim, que os equipamentos e sistemas instalados para a utilização de energia elétrica em aquecimento e arrefecimento por intermédio de fontes renováveis, quando planeados, desenhados e concebidos, são eficientes quer na construção quer na renovação de áreas residenciais ou industriais;
- Encorajar as entidades administrativas a nível regional e local para incluir o aquecimento e arrefecimento por intermédio de recursos renováveis no planeamento das infraestruturas urbanas, sempre que apropriado;
- Introduzir nos seus regulamentos para os edifícios, códigos e medidas apropriadas para aumentar a disponibilidade de energia proveniente de fontes renováveis; Um ponto que

cria a possibilidade de oportunidades, equiparando o setor dos edifícios a outros, como por exemplo o da mobilidade, onde inicialmente a rede de carregamento de veículos elétricos foi disponibilizada de forma gratuita, existindo inclusive subsídios diretos para a compra de veículos elétricos, levantando a questão se deverá um modelo equiparado ser abordado no setor da habitação.

- Considerar as especificações nacionais relativas ao potencial aumento da EE relacionado com a cogeração de energia, métodos de construção passiva e os nZEB e +0EB (“*plus zero Energy Building*”), ao estabelecerem estas medidas nos esquemas de suporte regionais e locais;
- Assegurar que a orientação está disponível a todos os intervenientes relevantes, particularmente para os engenheiros e arquitetos, proporcionando uma abordagem otimizada desde o ponto inicial de projeto para a eficiência e sustentabilidade com a combinação ótima de recursos e energia proveniente de fontes renováveis, tecnologias de alta eficiência, planeamento de aquecimento e arrefecimento, projeto, construção e reabilitação de áreas residenciais ou industriais de forma eficiente e responsável;
- Com a participação das entidades regionais e locais, devem desenvolver informação adequada, sensibilizar, orientar e promover programas de qualificação para informar todos os cidadãos dos aspetos práticos e benefícios do desenvolvimento e utilização da energia proveniente de fontes renováveis;
- Devem reconhecer os problemas dos outros EM e garantir flexibilidade e capacidade das interconexões de acordo com esta Diretiva;
- Tomar medidas de desenvolvimento apropriadas para a transmissão e distribuição das infraestruturas da rede de energia, através das redes inteligentes de energia, capacidade de armazenamento para assegurar as operações da rede e garantia do desenvolvimento futuro da produção de eletricidade proveniente de fontes renováveis.

Como os preços da eletricidade no mercado interno, não refletem os custos ambientais e sociais dos recursos energéticos utilizados, no cálculo da contribuição das hidroelétricas e eólicas para os objetivos desta Diretiva, os efeitos da variação do clima e intermitência dos recursos devem ser otimizados com a utilização das regras de normalização. Os sistemas de energia passivos que utilizem a projeção dos edifícios para o aproveitamento energético, devem ser considerados como redução de necessidade da procura de energia, para se evitar uma dupla contagem.

Existe hoje em dia a necessidade clara de se suportar a integração de energia proveniente de fontes renováveis nas redes de transmissão e distribuição de energia, bem como a utilização dos

sistemas de armazenamento da energia para a integração da intermitência dos recursos e para a produção de energia por intermédio das fontes renováveis, que nem sempre estão disponíveis.

A CE deve desenvolver métodos concretos, flexíveis e bem articulados para minimizar as emissões de GEE, causadas por utilizações superiores e para suprimir a procura irresponsável de energia e recursos, por intermédio da utilização indireta do solo, que proporcionem alterações significativas na biodiversidade ambiental. Este é um ponto fraco que realça uma ameaça, uma vez que, não apenas alterações significativas na biodiversidade ambiental deveriam ser consideradas, mas sim qualquer alteração na biodiversidade ambiental, uma vez que, por muito que o fator económico o equiponderasse a curto prazo, a longo prazo os resultados ambientais e sociais não o irão comprovar e poderão revelar-se desastrosos.

### **3.2.4 Desempenho energético dos edifícios**

No que diz respeito aos edifícios, estes são diretamente abordados na EPBD. Em 2002, surgiu a primeira versão da EPBD com o objetivo de melhorar o desempenho energético dos edifícios e minorar a dependência externa de energia, pretendendo-se reduzir consideravelmente o valor máximo do coeficiente de transmissão térmica da envolvente dos edifícios. Com o desenrolar do tempo e na ausência da obrigação de reportar os resultados, surgiram alguns percalços como a falta de credibilidade dos certificados e conseguinte baixa taxa de renovação do edificado construído, no que diz respeito à envolvente (UE, 2002).

Volvidos oito anos, em 2010, surgiu a EPBD-recast, reformulando a Diretiva anterior e promovendo o desenvolvimento de soluções sustentáveis e da EE, considerando a redução de emissões e necessidades energéticas. Assim, o aumento da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, considerando o protocolo de Kyoto e as metas ambientais para 2020, viu a sua importância reforçada com base no método de custo ótimo e esquemas de obrigação para a EE (UE, 2010).

Com a mesma referência temporal, surgiu em 2018 a mais recente reformulação da EPBD, a Diretiva (UE) 2018/844, englobando uma estratégia de longo prazo (2050) e considerando o Acordo de Paris subscrito por todos os países da UE. Deste modo, os EM possuem vinte meses, após a entrada em vigor desta Diretiva, para transpor as provisões adotadas para as leis e objetivos nacionais. A principal novidade desta reformulação são os sistemas de controlo e automatização, que têm como objetivo acelerar a renovação rentável dos edifícios. Para o efeito,

surge um indicador de aptidão do edifício para sistemas inteligentes e respetivas tecnologias adjacentes, como por exemplo, a aplicação de infraestruturas para a mobilidade eficiente, a flexibilidade da procura e o armazenamento de energia (aquecimento, arrefecimento e eletricidade). Deste modo, também os planos de reabilitação são apoiados e, numa estratégia a longo prazo, pretende-se aproximar os edifícios reabilitados ao conceito de nZEB (UE, 2018a).

#### **3.2.4.1 Diretiva 2002/91/CE e 2010/31/UE**

A EPBD (Diretiva 2002/91/CE) do PE e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios, não estando em vigor desde 31 de janeiro de 2012, foi revogada pela EPBD-recast (Diretiva 2010/31/EU) do PE e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

A EPBD visou melhorar o desempenho energético dos edifícios, considerando a rentabilidade económica e as condições climáticas externas e condições locais, considerando os requisitos do clima no ambiente interior dos edifícios e estabelecendo métodos de cálculo para o desempenho energético global dos edifícios. Propôs assim, inspeções regulares para os sistemas de ventilação e ar condicionando, aplicando requisitos mínimos para edifícios novos e reabilitações consideráveis, que dessem origem à certificação energética dos edifícios (UE, 2002).

A EPBD-recast, por sua vez, veio reforçar as medidas da anterior Diretiva, atualizando os requisitos mínimos de desempenho energético para os elementos da envolvente e os níveis ótimos de rentabilidade. Para os edifícios novos, inseriu um estudo de viabilidade técnica, ambiental e económica para sistemas de elevada eficiência, incentivando estes também para a reabilitação dos edifícios existentes (UE, 2010). Esta, realçou a necessidade de se estabelecer e formular ações mais concretas, com o objetivo de se atingir o potencial conhecido para as poupanças de energia nos edifícios e reduzir as largas diferenças entre os resultados dos EM neste setor, apesar da necessidade de todos os EM abordarem diferentes estratégias e considerarem particularidades geográficas díspares.

Assim, esta Diretiva defendeu que, as medidas para melhorar o desempenho energético dos edifícios deviam considerar as condições locais e climáticas, bem como o ambiente interior e a rentabilidade económica. Estas medidas não devem afetar outros requisitos que dizem respeito aos edifícios, como por exemplo a acessibilidade e a segurança. Assim, aquando da definição

dos requisitos para o desempenho de sistemas técnicos dos edifícios, os EM devem utilizar, sempre que disponível e apropriado, métodos de cálculo para a EE desenvolvidos sobre medidas de implementação da Diretiva 2009/125/CE do PE e do Conselho de 21 de outubro de 2009. Estas, permitem estabelecer um plano de trabalhos para a definição dos requisitos de desenho ecológico de produtos relacionados com a utilização de energia e a Diretiva 2010/30/UE do PE e do Conselho de 19 de maio de 2010 na indicação da rotulagem e uniformização na informação dos produtos, revogada em 2017 pelo Regulamento (UE) 2017/1369 do PE e do Conselho, de 4 de julho de 2017, que estabelece um regime de etiquetagem energética.

As renovações consideráveis dos edifícios existentes, independentemente da dimensão dos mesmos, devem permitir oportunidades da aplicação de medidas rentáveis para assegurar o desempenho energético. Apesar da definição de renovações consideráveis, qualquer reabilitação deveria ser incentivada à otimização do seu desempenho para além da melhoria estética. Assim, surge uma oportunidade de desenvolvimento na evolução normativa, na forma de como incluir em todas as reabilitações a obrigatoriedade de melhorar o seu desempenho funcional e energético.

Por motivos de rentabilidade, deve ser possível limitar os requisitos mínimos para as partes renovadas que são mais importantes para o desempenho energético do edifício. Os EM passam assim a poder definir o que consideram uma renovação considerável, tendo em conta a percentagem de superfície da envolvente do edifício, o valor atual do edifício, ou o valor corrente com base no custo da reabilitação.

Assim, torna-se necessário tomar medidas para o aumento do número de edifícios eficientes, não só para se atingirem os requisitos mínimos de EE, mas também para os superar, reduzindo a utilização de energia e as emissões de GEE. Para este propósito, os EM passaram a ter de promover planos nacionais para aumentar o número dos nZEB, sendo que estes têm de ser comunicados regularmente à Comissão.

A Diretiva afirma que, a validade do certificado de desempenho energético não deve exceder os dez anos. Contudo com a incorporação das TIC nos edifícios, para além das auditorias energéticas poderem ser constantemente realizadas, também os certificados de desempenho energético poderão ser atualizados de forma constante, aumentando assim a resiliência dos edifícios e ajustando estes ao desenvolvimento e inovação constantes.

Esta Diretiva defende ainda que, os instrumentos financeiros da UE devem ser utilizados para colocar em prática os seus objetivos, sem, no entanto, substituir as medidas nacionais. Em

particular, estes devem ser utilizados de forma apropriada e inovadora, para promover os investimentos em medidas de EE. Assim, estes podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento dos fundos e mecanismos de EE ao nível local, regional e nacional, abrindo possibilidades de financiamento a privados, PME e aos prestadores de serviços de EE.

Nos últimos anos houve um aumento dos sistemas de ar condicionado nos países Europeus, causando problemas consideráveis nos períodos de pico, aumentando os encargos e colocando em risco o balanço energético. Assim, uma das prioridades devem ser as estratégias de desempenho térmico dos edifícios durante o período de arrefecimento, promovendo medidas que evitem o sobreaquecimento, como o sombreamento e capacidade térmica suficiente na construção dos edifícios e conseguinte desenvolvimento da aplicação de técnicas passivas de arrefecimento, melhorando o ambiente interior e o microclima na envolvente dos edifícios. Deste modo, levanta-se a questão de todos os edifícios serem concebidos em função desta estratégia, e após este passo de projeção inserir com o apoio da construção modular métodos que visem o restante desempenho energético ao longo do ciclo de vida.

Deste modo, a Diretiva determina que os EM devem (UE, 2010):

- Elaborar listas das medidas existentes e propostas, incluindo as de natureza financeira, que promovam os objetivos desta Diretiva, em particular medidas que tenham como objetivo reduzir as barreiras jurídicas e do mercado interno e promover o investimento e outras atividades que aumentem a EE dos novos edifícios e dos existentes, a fim de se reduzir a pobreza energética. Estas medidas podem incluir assistência técnica e aconselhamento livre ou subsidiado, subsídios diretos, esquemas de subsídio com baixa taxa de juros e garantias de todas as partes envolvidas de forma responsável;
- Disponibilizar informação pública para educação e creditação, e regularmente atualizar listas de profissionais qualificados ou creditados e empresas que prestam estes serviços, disponibilizando listas de informação ao público geral;
- Tomar medidas necessárias para informar os proprietários dos edifícios de diferentes métodos e práticas que viabilizem a otimização do desempenho energético.

A Comissão é convidada a continuamente a melhorar os serviços de informação, em particular a plataforma online definida como o Portal Europeu para a EE nos edifícios direcionada para os cidadãos, profissionais e autoridades, para assistir os EM no desenvolvimento de planos de informação e sensibilização. A informação disponível na plataforma online, deve incluir as hiperligações para a legislação relevante ao nível local, regional, nacional e da UE,

hiperligações também para o PNAEE, para os instrumentos financeiros disponíveis, bem como as melhores práticas e exemplos ao nível local, regional e nacional.

Os intervenientes envolvidos nos processos de construção são importantes para a implementação desta Diretiva e devem ser educados para terem um nível apropriado de instalação e integração dos métodos de EE e tecnologias de energia proveniente das fontes renováveis.

No contexto do Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER), a Comissão deve intensificar o desenvolvimento dos serviços de informação, com o objetivo de facilitar a utilização dos fundos existentes, providenciando a assistência e informação a todos os intervenientes interessados, incluindo as autoridades locais, regionais e nacionais, de possibilidades de financiamento, tendo em consideração as últimas alterações no plano de trabalhos regulamentar (UE, 2010).

#### **3.2.4.2 Diretiva (UE) 2018/844**

Em 2016 a UE reexaminou a legislação relativa à EE, assim, considerando também a reavaliação dos objetivos da EE para 2030, determinados pelas EED e EPBD, e a importância do reforço financeiro ao nível dos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento (FEEI) e do Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos (FEIE), surgiu a Diretiva (UE) 2018/844 do PE e do Conselho, que altera a Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE sobre a eficiência energética numa abordagem integrada no que diz respeito aos edifícios.

A Comissão procedeu a uma série de ações para a recolha de dados sobre a forma de como a EPBD foi aplicada nos EM, dando especial enfoque aos aspetos positivos e aos que podem ser melhorados.

A UE está empenhada em desenvolver um sistema energético sustentável e descarbonizado até 2050, no qual a descarbonização do parque imobiliário deve ser estimulada. Assim, os EM devem procurar um equilíbrio eficiente entre a descarbonização do abastecimento de energia e a redução da utilização final de energia.

Quase 50% da utilização de energia a nível global na UE é utilizada para aquecimento e arrefecimento e 80% desta necessidade energética de aquecimento e arrefecimento, diz respeito aos edifícios, ou seja, os ademais 40% da utilização de energia a nível global na UE. Posto isto,

é necessário pôr em prática os princípios da EE, a redução das necessidades energéticas bem como ponderar a integração da energia proveniente de fontes renováveis. Assim, torna-se essencial que os EM estabeleçam orientações claras e promovam o acesso equitativo a financiamento de forma abrangente a toda a sociedade, considerando a acessibilidade dos preços para o parque imobiliário nacional de arrendamento. Ou seja, os EM devem introduzir requisitos relativos ao desempenho energético, em conformidade com os certificados de desempenho energético, para a transformação dos edifícios existentes em edifícios nZEB de forma gradual.

Segundo a avaliação da Comissão, para se alcançar os objetivos da UE no que diz respeito à EE, de forma eficaz em termos de rentabilidade, será necessário proceder à renovação a um ritmo médio anual de 3%, considerando que, cada aumento de 1% nas poupanças de energia reduz a importação de gás em 2,6%. Assim, os EM podem decidir quais as ações que consideram pertinentes e as que contribuem para a diminuição da precariedade energética de acordo com a estratégia nacional de renovação (UE, 2018a).

O Artigo 4º da EED que diz respeito à reabilitação não é suficiente, assim esta revisão da EPBD aborda de forma integrada a EED e a EPBD-recast (UE, 2018a).

É importante assegurar que as medidas destinadas a melhorar o desempenho energético dos edifícios incluem todos os elementos e sistemas técnicos, como as técnicas passivas para reduzir a necessidade de energia para aquecimento e arrefecimento e reduzir a utilização de energia para iluminação e ventilação.

Os mecanismos financeiros e incentivos, bem como a mobilização das instituições financeiras para intervenções que melhorem a EE dos edifícios devem desempenhar um papel central nas estratégias nacionais de renovação e deverão ser ativamente promovidos pelos EM. Estas medidas devem encorajar a concessão de empréstimos hipotecários para renovações que melhorem a EE dos edifícios, com parcerias público-privadas ou de contratos opcionais em matéria de desempenho energético. Os EM devem disponibilizar meios de aconselhamento e instrumentos de assistência acessíveis e transparentes, como os balcões únicos que prestam serviços integrados e disponíveis a toda a sociedade.

As soluções com base na natureza, como o planeamento adequado da vegetação nas ruas, coberturas e fachadas verdes, que proporcionem isolamento e sombreamento adequado aos edifícios, contribuem também para reduzir a procura de energia, limitar a necessidade de aquecimento e arrefecimento e, por conseguinte, melhorar o desempenho energético dos

edifícios. Estas devem ser exploradas e ser parte integrante das infraestruturas existentes. Posto isto, surge a possibilidade de repensar a forma como os edifícios são concebidos, surgindo a necessidade de abordar o quão o bio mimetismo pode ser preponderante na construção, impulsionando os métodos de construção passiva e os fatores sociais e ambientais.

É necessário promover a investigação e a experimentação de soluções inovadoras capazes de melhorar o desempenho energético dos edifícios e locais históricos, simultaneamente à proteção e conservação do património cultural e ambiental.

Com o intuito de se cumprirem os objetivos da política de EE do ambiente construído, é essencial aumentar a transparência dos certificados de desempenho energético, garantindo a coerência de todos os parâmetros necessários para os cálculos que certificam os requisitos de desempenho mínimos, devendo ser ponderada a instalação de dispositivos autorregulados nos edifícios existentes.

A inovação e novas tecnologias permitem aos edifícios contribuírem para a descarbonização global, e impulsionarem a EC. Por exemplo, os edifícios podem potenciar o desenvolvimento das infraestruturas de carregamento de veículos elétricos, devendo assim os EM considerar a necessidade de um planeamento urbano holístico.

As prioridades do mercado único digital e da União de Energia devem complementar-se e servir objetivos comuns, sendo que a digitalização do sistema energético está a modificar rapidamente o panorama do setor da energia. Para a digitalização do setor da construção, devem ser criados incentivos adaptados para a promoção dos sistemas e edifícios a receber tecnologias inteligentes e soluções digitais nas áreas construídas, permitindo novas oportunidades das poupanças de energia e disponibilizando aos utilizadores acesso a informação precisa acerca dos seus padrões da utilização de energia e aos operadores dos sistemas para gerirem a rede de forma eficaz.

O indicador de aptidão para tecnologias inteligentes, deve ser utilizado para medir a capacidade de os edifícios utilizarem as TIC e sistemas eletrónicos para adaptar o seu funcionamento às necessidades dos ocupantes e ao funcionamento da rede. Assim, melhoram a sua EE e conseqüente desempenho global, proporcionando maior confiança aos ocupantes quanto às poupanças efetivas destas funcionalidades avançadas.

A automatização dos edifícios e a monitorização eletrónica dos sistemas técnicos, constituem uma eficaz substituição das inspeções, abrindo caminho para a monitorização contínua ao longo do ciclo de vida dos edifícios, alargando assim as hipóteses das auditorias e fazendo destas um evento contínuo e não apenas uma atividade instantânea na fase inicial de todo o ciclo de vida

dos edifícios. Assim, a Diretiva define conceitos para auxiliar a transformação necessária (UE, 2018a):

- Sistema técnico do edifício - é considerado como o equipamento técnico utilizado, num edifício ou numa fração autónoma, para aquecimento, arrefecimento, ventilação, água quente para utilização doméstica, instalação fixa de iluminação, automatização, controlo do edifício, produção e transformação de energia elétrica no local, ou a combinação destes, incluindo os que utilizem energia proveniente de fontes renováveis;
- Sistema de automatização e controlo do edifício - é um sistema que engloba todos os produtos, programas informáticos e serviços de engenharia suscetíveis de contribuir para o funcionamento económico, seguro e eficiente do ponto de vista energético do sistema técnico, através de comandos automáticos e de uma gestão manual mais fácil desses sistemas de automatização;
- Sistema de aquecimento - é a combinação dos componentes necessários para proporcionar uma forma de tratamento do ar interior em que a temperatura é aumentada;
- Gerador de calor - é parte do sistema de aquecimento que gera calor útil utilizando um ou mais dos seguintes processos: i) combustão, por exemplo uma caldeira; ii) Efeito de Joule nos elementos de aquecimento do sistema de aquecimento por resistência elétrica; e iii) captação de calor a partir do ar ambiente, do ar de exaustão da ventilação, da água ou de fontes térmicas no solo, utilizando uma bomba de calor;
- Micro rede isolada - produção e distribuição de energia proveniente de fontes renováveis (armazenamento e controlo de carga), podendo atuar de forma autónoma sem estar conectada com a rede de energia principal.

Assim, a cada EM compete estabelecer uma estratégia a longo prazo para apoiar a renovação até 2050 de todo o parque imobiliário, a sua descarbonização e elevada EE, facilitando a transformação rentável dos edifícios existentes em edifícios nZEB. Ou seja, a estratégia a longo prazo deve ser apresentada de acordo com as seguintes obrigações de planeamento e da comunicação (UE, 2018a):

- Uma panorâmica do parque imobiliário nacional com base numa amostragem estatística e na quota de edifícios renovados prevista para 2020;
- A identificação das abordagens rentáveis de renovações relevantes para a tipologia de edifício e zona climática;

- Políticas e ações destinadas a incentivar renovações profundas e rentáveis dos edifícios, incluindo renovações profundas por etapas e apoio de renovações específicas rentáveis, introduzindo, nomeadamente, um regime facultativo dos passaportes de renovação dos edifícios;
- Uma panorâmica das políticas e ações que visam os segmentos com pior desempenho do parque imobiliário nacional, os dilemas da fragmentação dos incentivos e as deficiências do mercado, bem como o esboço das ações nacionais relevantes que contribuam para reduzir a precariedade energética;
- Políticas e ações dirigidas a todos os edifícios públicos;
- Uma panorâmica das iniciativas nacionais destinadas a promover as tecnologias inteligentes e a construção de edifícios e comunidades com boa ligação entre si, bem como as qualificações profissionais e a educação dos setores da construção e EE;
- Uma estimativa, com base em dados factuais, das poupanças de energia esperadas, bem como outros benefícios adjacentes, nomeadamente a nível da saúde e bem-estar, segurança e qualidade do ar.

Na estratégia de renovação a longo prazo, cada EM deve estabelecer um roteiro com medidas e indicadores de progresso a nível nacional, tendo em vista o objetivo estabelecido para 2050 de redução de emissões de GEE na UE entre 80% e 95% relativamente aos níveis de 1990, incluindo metas indicativas para 2030, 2040 e 2050 (curto, médio e longo prazo) e a forma como estas contribuem para atingir os objetivos da EE na UE em consonância com a EED (UE, 2018a).

Para o apoio da mobilização dos investimentos, nas reabilitações necessárias para atingir os objetivos, os EM devem facilitar o acesso a mecanismos adequados de (UE, 2018a):

- Agrupamento de projetos, nomeadamente de plataformas ou grupos de investimento e consórcios de PME;
- Perceção do risco e conseguinte redução deste, para as operações de EE para os investidores e o setor privado;
- Utilização de financiamento público para estimular investimentos suplementares do setor privado ou corrigir deficiências específicas do mercado;
- Orientação dos investimentos para um parque imobiliário público eficiente do ponto de vista energético, em sintonia com as orientações do “Eurostat”;

- Criação dos meios de aconselhamento acessíveis e transparentes, como por exemplo balcões únicos para os utilizadores, e serviços de aconselhamento orientados para a eficiência, sobre os instrumentos de financiamento disponíveis;

A Comissão encarrega-se de coligir e divulgar, pelo menos junto das autoridades públicas, as boas práticas, no que diz respeito aos planos de financiamento público e privado das obras de renovação orientadas para a EE, que tenham produzido bons resultados. Em termos de incentivos financeiros na perspetiva dos utilizadores, divulgará as diferenças verificadas entre os EM no que diz respeito à relação entre o custo e a eficiência.

Assim os EM devem (UE, 2018a):

- Disponibilizar informação pública dos resultados e estratégias, estabelecendo uma abordagem inclusiva, para a forma e os termos de consulta;
- Anexar à estratégia nacional de renovação a longo prazo, informação pormenorizada sobre a aplicação desta e sobre as políticas e ações projetadas;
- Tomar as medidas necessárias para assegurar que os novos edifícios cumpram os requisitos mínimos de desempenho energético estabelecidos;
- Assegurar que, antes do início da construção de novos edifícios, seja considerada a viabilidade técnica, ambiental e económica dos sistemas alternativos de elevada eficiência, caso estejam disponíveis, não esquecendo a viabilidade social.

Quanto aos edifícios sujeitos a grandes renovações (renovações dos edifícios onde o custo total da renovação relacionado com a envolvente ou os sistemas técnicos é superior a 25% do valor do edifício excluindo o valor do terreno; ou mais de 25% de superfície da envolvente é renovada, os EM podem escolher quais opções aplicar), os EM incentivam a introdução de sistemas alternativos altamente eficientes, se for exequível do ponto de vista técnico, funcional e economicamente viável. Estes devem proporcionar condições climáticas saudáveis no interior dos edifícios e fazer simultaneamente face aos riscos relacionados com incêndios e intensa atividade sísmica.

No que diz respeito aos sistemas técnicos de construção, mobilidade elétrica e indicador de aptidão para tecnologias inteligentes, caso seja exequível e economicamente viável, os EM devem tornar obrigatório que os novos edifícios estejam equipados com dispositivos autorregulados, para o controlo da temperatura em cada divisão ou numa determinada zona com necessidades de aquecimento da fração autónoma do edifício.

Em edifícios existentes, aquando de tecnicamente exequível e economicamente viável, a instalação de dispositivos autorregulados deve passar a ser obrigatória quando os geradores de calor forem substituídos. Contudo, poderá este tornar-se um ponto fraco, o qual impulsionará uma ameaça, sendo que, dado o ciclo de vida dos geradores de calor, a instalação de dispositivos autorregulados poderá demorar até se tornar uma realidade para os edifícios já construídos.

Até 1 de janeiro de 2023, a Comissão deverá apresentar ao PE e ao Conselho um relatório sobre o potencial contributo de uma política imobiliária da União. Deste modo os EM (UE, 2018a):

- Podem decidir não estabelecer ou não aplicar determinados requisitos, no caso dos edifícios que são propriedade e estão ocupados por PME, tal como definidas no título I do anexo da Recomendação 2003/361/CE da Comissão relativa à definição de micro, pequenas e médias empresas. Este pode ser assim um ponto menos favorável, pois em muitos EM a maioria das empresas do setor da construção são PME;
- Devem prever medidas destinadas a simplificar a instalação dos postos de carregamento para veículos elétricos em edifícios novos e existentes, residenciais e não residenciais, e a superar eventuais obstáculos regulamentares, nomeadamente procedimentos de autorização e aprovação, sem prejuízo do direito de propriedade e leis do arrendamento dos EM;
- Asseguram que, aquando da instalação, substituição ou atualização do sistema técnico dos edifícios, seja avaliado o desempenho energético geral da parte alterada e, se necessário de todo o sistema alterado. Os resultados devem ser documentados e transmitidos ao proprietário do edifício, para que fiquem disponíveis e possam ser utilizados para efeitos de verificação da conformidade com os requisitos mínimos estabelecidos, os EM decidem, se tornam obrigatório a emissão de um novo certificado de desempenho energético.

Até 31 de dezembro de 2019, a Comissão adotará atos delegados nos termos do artigo 23º no que diz respeito a complementar a presente Diretiva, criando um regime facultativo comum da União para classificar a aptidão dos edifícios para tecnologias inteligentes. A classificação tem como base a avaliação das capacidades de um edifício ou de uma fração autónoma para adaptar o seu funcionamento às necessidades dos ocupantes e à rede e para melhorar a sua EE e o seu desempenho global.

Os EM devem fazer depender as medidas financeiras que adotarem para a melhoria da EE aquando da renovação dos edifícios, das poupanças de energia planeadas ou conseguidas, sempre que determinadas por um ou mais dos seguintes critérios (UE, 2018a):

- Desempenho energético dos equipamentos ou materiais utilizados para a renovação, sendo estes instalados por operadores com o nível adequado de certificação ou qualificação;
- Valores padrão para o cálculo das poupanças de energia nos edifícios;
- Melhoria atingida com essa renovação, comparando os certificados de desempenho energético emitidos antes e depois da renovação;
- Resultados de uma auditoria energética;
- Resultados de outro método pertinente e transparente que evidencie a melhoria do desempenho energético.

As bases de dados referentes aos certificados de desempenho energético permitem recolher dados sobre a utilização de energia medida ou calculada dos edifícios abrangidos, pelo menos inclusive, dos edifícios públicos para os quais tenham sido emitidos. Os edifícios não residenciais, acima de determinados níveis de necessidade para aquecimento ou arrefecimento e ventilação, se técnica e economicamente viável, devem estar equipados com sistemas de automatização e controlo até 2025. Os EM devem assim estabelecer os requisitos necessários para assegurar o efeito. Contudo, surge a necessidade e oportunidade de formular o caminho para se chegar a todos os edifícios.

Os sistemas de automatização e controlo dos edifícios devem ter capacidade para (UE, 2018a):

- Monitorizar, registar e analisar a utilização de energia, permitindo a sua regulação contínua;
- Proceder à análise comparativa da EE do edifício, detetar perdas de eficiência dos sistemas técnicos do edifício e informar os responsáveis pelas instalações ou pela gestão técnica do edifício sobre as possibilidades de melhoria;
- Permitir a comunicação com sistemas técnicos e outros equipamentos no interior do edifício e assegurar a interoperabilidade com sistemas técnicos de edifícios com diferentes tipos de tecnologias exclusivas, dispositivos e fabricantes.

Os EM podem estabelecer requisitos destinados a assegurar que os edifícios residenciais estejam equipados com (UE, 2018a):

- A funcionalidade de monitorização eletrónica contínua capaz de medir a eficiência dos sistemas e informar os proprietários ou gestores dos edifícios de uma eventual diminuição significativa dessa eficiência ou da necessidade de assistência técnica aos sistemas;
- Funcionalidades de controlo eficazes para otimizar a produção, distribuição, armazenamento e utilização de energia.

A Comissão, assistida pelo comité criado pelo Artigo 26º, procederá ao reexame da presente Diretiva até 1 de janeiro de 2026, em função da experiência adquirida e dos progressos realizados durante a sua aplicação. Nesse âmbito, a Comissão analisará a forma como os EM aplicaram as abordagens integradas de zonamento e proximidade (zonas de sinergia) (Figura 21) na política europeia em matéria imobiliária e de EE, respeitando a necessidade de cada edifício cumprir os requisitos mínimos de desempenho energético, nomeadamente através de planos de renovação geral aplicáveis a uma série de edifícios num contexto espacial e não somente a edifícios de forma individual.

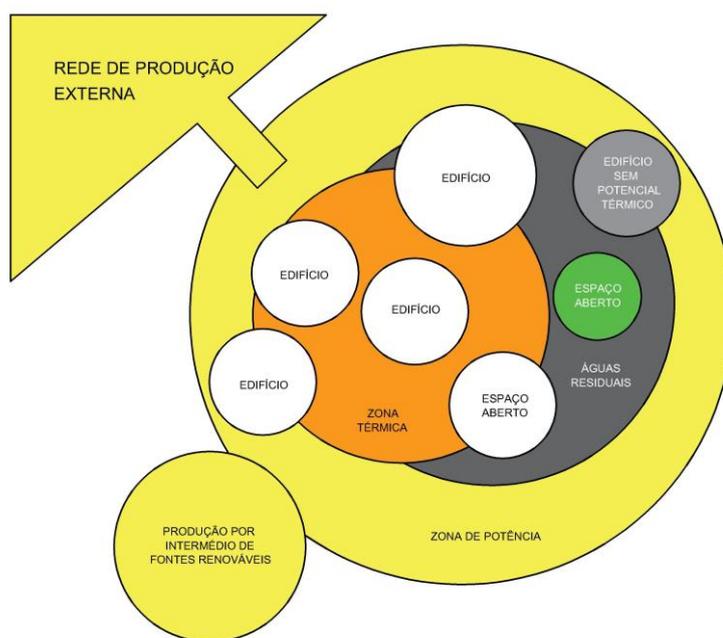


Figura 21 – Representação de diferentes áreas nas zonas de sinergia (adaptado de Larsson et al., 2012).

A Comissão avaliará, em especial, a necessidade de se aperfeiçoar os certificados de desempenho energético nos termos do Artigo 11º. Antes de 2020, a Comissão finalizará um estudo de viabilidade que clarifique as possibilidades e o calendário da introdução de inspeções aos sistemas de ventilação autónomos e de um passaporte facultativo da renovação de edifícios

que seja complementar aos certificados de desempenho energético, a fim de proporcionar um roteiro a longo prazo e por etapas para a renovação de edifícios específicos com base em critérios de qualidade, na sequência de uma auditoria energética que descreva as medidas e obras de renovação pertinentes para melhorar o desempenho energético.

Os EM facultarão aos proprietários ou aos inquilinos dos edifícios, em especial, informações sobre os certificados de desempenho energético, sobre a sua finalidade e os seus objetivos, sobre medidas rentáveis e, se for caso disso, sobre instrumentos financeiros para melhorar o desempenho energético do edifício, e ainda sobre a substituição de caldeiras a combustíveis fósseis por alternativas mais sustentáveis.

Os anexos da EPBD-recast foram alterados, considerando as seguintes modificações (UE, 2018a):

- O desempenho energético de um edifício é determinado com base na utilização de energia calculada ou real e deve refletir a utilização de energia típica para o aquecimento e o arrefecimento de espaços, a água quente para utilização doméstica, a ventilação e a instalação fixa de iluminação, bem como outros sistemas técnicos dos edifícios;
- A metodologia aplicada para a determinação do desempenho energético de um edifício deve ser transparente e aberta à inovação;
- Os EM devem descrever a sua metodologia de cálculo nacional de acordo com os anexos nacionais das normas gerais, designadamente ISO/EN 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 e 52018-1, elaborados ao abrigo do mandato M/480 conferido ao CEN, sendo que a presente disposição não constitui uma codificação jurídica dessas normas;
- As necessidades de energia para o aquecimento e o arrefecimento de espaços, água quente para utilização doméstica, ventilação, iluminação e outros sistemas técnicos dos edifícios, são calculadas de modo a otimizar os níveis de saúde, da qualidade do ar interior e de conforto definidos pelos EM a nível nacional ou regional;
- O cálculo de energia primária é realizado tendo em consideração os fatores de energia primária ou os fatores de ponderação por vetor energético, podendo estes considerar médias anuais e eventualmente sazonais ou mensais ponderadas nacionais, regionais ou locais, ou informações mais específicas disponibilizadas para cada sistema urbano (zonas de sinergia);

- Os fatores de energia primária ou os fatores de ponderação, são definidos pelos EM. Na aplicação destes fatores ao cálculo do desempenho energético, os EM devem assegurar que se procura a otimização do desempenho energético da envolvente do edifício;
- Nos cálculos dos fatores de energia primária, para efeitos de cálculo do desempenho energético dos edifícios, os EM podem ter em consideração a energia proveniente de fontes renováveis produzida e utilizada no local, desde que se aplique numa base não discriminatória;
- Para exprimir o desempenho energético de um edifício, os EM podem definir indicadores numéricos adicionais da utilização de energia primária total, proveniente de fontes renováveis ou não renováveis e das emissões de GEE produzidos.

A Comissão deverá definir um indicador de aptidão para tecnologias inteligentes e estabelecer um método para avaliar as capacidades de um edifício ou de uma fração autónoma na adaptação do seu funcionamento às necessidades dos ocupantes e à rede, para melhoria da sua EE e do seu desempenho global.

O indicador de aptidão para tecnologias inteligentes dos edifícios deve abranger elementos relativos à melhoria da poupança energética, à avaliação comparativa e à flexibilidade, bem como as funcionalidades e capacidades aprimoradas, resultantes de dispositivos inteligentes e mais interligados. O método deve ter em consideração elementos como os contadores inteligentes, os sistemas de automatização e o controlo dos edifícios, os dispositivos autorregulados para a temperatura interior, os aparelhos eletrodomésticos encastrados, os postos de carregamento para veículos elétricos, o armazenamento de energia e as funcionalidades específicas, bem como a interoperabilidade entre esses elementos, e ainda os benefícios para as condições climáticas dos espaços interiores, a EE, os níveis de desempenho e a flexibilidade permitida (UE, 2018a).

O método deve apoiar-se em três funcionalidades essenciais relacionadas com o edifício e os seus sistemas técnicos (UE, 2018a):

- A capacidade de manter o desempenho energético e o funcionamento do edifício adaptando a utilização de energia, por exemplo mediante a utilização da energia proveniente de fontes renováveis;
- A capacidade de adaptar o modo de funcionamento em resposta às necessidades dos ocupantes, dedicando a devida atenção à facilidade de utilização, à manutenção das

condições climáticas saudáveis no espaço interior e à capacidade de comunicação da utilização de energia;

- A flexibilidade da procura global da eletricidade de um edifício, incluindo a sua capacidade para permitir a participação na resposta à procura ativa e passiva, assim como implícita e explícita, em relação à rede, por exemplo mediante flexibilidade e capacidades de transferência das cargas.

O método pode ainda considerar (UE, 2018a):

- A interoperabilidade entre sistemas (contadores inteligentes, sistemas de automatização e controlo dos edifícios, aparelhos eletrodomésticos encastrados, dispositivos autorregulados para os níveis de temperatura interior e sensores para a qualidade do ar interior e ventilação);
- A influência positiva das atuais redes de comunicação.

O método não pode afetar negativamente os sistemas nacionais de certificação e do desempenho energético em vigor, tirando partido de iniciativas conexas existentes a nível nacional, tendo em consideração os princípios da propriedade, proteção de dados, privacidade e segurança dos ocupantes em conformidade com a legislação pertinente da UE. Esta, deve definir o formato mais adequado do parâmetro indicador da aptidão para tecnologias inteligentes e deve ser simples, transparente e facilmente compreensível para os utilizadores, proprietários, investidores e participantes no mercado da resposta à procura de energia.

As autoridades competentes, ou os organismos nos quais as autoridades competentes tenham delegado as responsabilidades pela aplicação prática do sistema de controlo independente, deverão seleccionar de forma aleatória alguns dos certificados de desempenho energético emitidos anualmente e proceder à sua verificação. A amostra deve ser de dimensão suficiente para assegurar resultados com significado estatístico.

Os EM têm vindo a colocar em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente Diretiva até 10 de março de 2020.

No que diz respeito à energia necessária para extração, produção, transporte e instalação dos materiais e componentes dos edifícios, esta não é suficientemente abordada, sendo necessário o aumento da transparência, comunicação, análise e disponibilidade dos dados e comparação de diversos modelos aumentando a fiabilidade dos processos para que estes sejam uma contribuição de elevada importância para resolver os problemas da EE dos edifícios considerando os diversos fatores de relevo, fomentando o desenvolvimento de novos métodos

e processos construtivos quer para os novos edifícios quer para a reabilitação dos edifícios existentes.

A Diretiva deve estimular programas de renovação energética das habitações vulneráveis à pobreza energética, apresentando-se esta como a única solução sustentável de longo prazo para suprimir a pobreza energética (BPIE, 2016).

Nesta Diretiva, surgem algumas abordagens de forma facultativa para os EM de entre os quais: i) conexão com a rede de carregamento dos veículos elétricos; ii) passaporte para os edifícios; e iii) indicador de aptidão para tecnologias inteligentes. Os EM podem ainda decidir quais as ações que consideram pertinentes, contribuindo para a diminuição da precariedade energética de acordo com a estratégia nacional de renovação.

Uma abordagem integrada entre o setor da habitação e o setor dos transportes (mobilidade) poderá impulsionar os métodos educacionais metacognitivos da sociedade no que diz respeito à procura de energia, podendo em determinados momentos apoiarem-se mutuamente na utilização da energia doméstica e no setor da mobilidade, visto que a sociedade passa grande parte do seu tempo nos edifícios e na sua mobilidade, sendo estes dois dos setores que causam maior sobrecarga à rede de energia e recursos.

Quanto ao passaporte dos edifícios é extremamente importante a realização de um “*health check*” aos edifícios existentes em Portugal, essencialmente no setor da habitação. Portugal faz parte de dois projetos piloto que podem impulsionar o desenvolvimento da monitorização dos edifícios o “*iBRoad*” e o “*InovGrid*”, levantando-se a questão de o que pode ser percecionado com os novos edifícios para a reabilitação e com a reabilitação para os novos edifícios e, de que modo sinergias entre diversos projetos piloto se podem complementar para uma estratégia nacional holística, no que diz respeito à utilização de energia no edificado construído e no setor da construção.

Quanto ao índice de aptidão para tecnologias inteligentes, este deve ser pensado e projetado com as devidas restrições, considerando a reabilitação dos edifícios existentes e a construção de edifícios novos, para a redução das necessidades energéticas, surgindo a hipótese de abordar um índice para técnicas inteligentes que realce a redução das necessidades energéticas desde o ponto inicial de projeto até ao final do ciclo de vida (arquitetura vernacular, métodos e processos de construção passivos, abordagens “*cradle-to-cradle*”, entre outras).

### **3.2.4.3 Decretos-lei portugueses**

Em Portugal, surgiu em 1990 a primeira regulamentação para o desempenho energético dos edifícios, o DL 40/90 (Regulamentação Térmica para os Edifícios Residenciais e de Serviços), Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Este surgiu com o intuito de otimizar o desempenho energético dos edifícios através da implementação das medidas de EE, da redução das necessidades energéticas e considerando o coeficiente de transmissão térmica da envolvente e o coeficiente de ganhos solares para as soluções envidraçadas. Contudo, ainda assim, em determinadas regiões de Portugal ainda não existe isolamento nas paredes de fachada (Ferreira & Pinheiro, 2011).

Em 1998 surgiu o DL 118/98, o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). Sendo que a EPBD, em Portugal, surgiu com o DL 78/2006, o Sistema Nacional de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior dos Edifícios (SCE). Este abordou o sistema de certificação energética dos edifícios e foi posteriormente substituído pelo DL 79/2006. Este último atualizou o RSECE e o DL 80/2006 (RCCTE), evoluindo e otimizando a regulamentação em vigor desde 1990 (Ferreira & Pinheiro, 2011).

A EPBD-recast em 2010, introduziu os conceitos de nZEB e níveis ótimos de rentabilidade. Em Portugal, estes conceitos surgiram com o DL 118/2013, o qual englobou o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Este DL foi revisto em 2015, tendo sido ajustados os requisitos mínimos, considerando os níveis ótimos de rentabilidade.

Os EM têm de colocar em vigor disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à Diretiva (UE) 2018/844 até 10 de março de 2020. Assim, as entidades nacionais devem premeditar sobre as opções facultativas que devem ter em consideração, bem como o caminho mais responsável para a sua implementação de forma equitativa, para mitigar a pobreza energética

## **3.3 PROGRAMAS E INICIATIVAS DE INCENTIVO**

Atualmente, subsistem diversas abordagens com o intuito de promover a sustentabilidade e a mitigação das alterações climáticas, que vão desde o financiamento, educação e inclusive os exemplos concretos de boas práticas.

A UE proporciona financiamento para diversos projetos e programas, que abordem as seguintes vertentes: i) desenvolvimento urbano e regional; ii) investigação e inovação; iii) valor humanitário; iv) emprego e inclusão social; v) agricultura e desenvolvimento rural; e vi) políticas marinhas.

Assim, mais de 76% do orçamento da UE é gerido em parceria com as autoridades nacionais e regionais, por intermédio dos Fundos Europeus Estruturais de Investimento (FEEI). Os EM, por intermédio dos governos centrais, são responsáveis pela vistoria e auditoria anual destes fundos.

O autor Warren (2015), argumenta que, o pacote político UBM/MT das estratégias DSM é um dos mais inovadores, sendo uma estratégia de longo prazo que visa alterar os atuais modelos de negócio, beneficiando em bases iguais as opções de abastecimento e procura, simultaneamente à transformação do mercado para a EE. Contudo, do ponto de vista político, nos mercados energéticos liberalizados o pacote político UBM/MT torna-se um desafio para a sua implementação.

Para além da regulação do governo, um dos primeiros guias, para as atividades do lado da procura de energia é o investimento nas infraestruturas de produção, motivando os utilizadores a uma participação ativa no mercado e assim a contribuição para o balanço entre a procura e o abastecimento com encargos inferiores. Contudo, os modelos de negócio convencionais estão construídos para aumentar os lucros, tornando-se assim um desincentivo para encorajar os utilizadores a reduzir a sua utilização de energia (Warren, 2015).

Na política DSM, relativamente às MT, os incentivos adequados com suporte a longo prazo, são o principal fator de sucesso. Por sua vez, os principais fatores de insucesso são (Warren, 2015): i) problemas técnicos; ii) défice de monitorização; e iii) défice de certeza legislativa.

Para a investigação, com base nos FEEI, a UE disponibiliza o Horizonte 2020 (H2020), usualmente com subvenções, para financiar parcialmente uma ampla gama de projetos (UE, 2018b). Adicionalmente, a utilização sofisticada de suporte financeiro e medidas regulamentares são essenciais para promover a absorção do mercado em larga escala e conduzir à redução de custos. Para a construção de sistemas de energia flexíveis e para o aumento da procura de produtos e serviços eficientes, a Comissão irá assegurar que promover a inovação é uma das componentes essenciais para as propostas da legislação futura (CE, 2015b).

O financiamento pode ser considerado segundo abordagens públicas, parcerias público-privadas, privadas e a fundo perdido.

A EED realça o Fundo Europeu de Eficiência Energética (FEEE), para proporcionar assistência técnica para a procura responsável, promovendo a interconexão entre países e objetivos não obrigatórios, estimulando uma livre mudança de comportamentos. Assim, é imprescindível o contínuo desenvolvimento do mercado de serviços energéticos para assegurar a disponibilidade da procura e abastecimento de energia, de forma sustentável (ambiental, social e economicamente).

Os modelos de contrato e partilha de boas práticas, em particular para os contratos de desempenho energético podem também estimular a procura responsável, tal como formas de investimento financeiro alternativas por parte de terceiros. Assim, num contrato de desempenho energético, o beneficiário dos serviços energéticos reduz ou evita custos iniciais utilizando parte dos encargos reduzidos ao longo do tempo nas poupanças energéticas para restituir de forma parcial ou total o investimento realizado inicialmente por terceiros. Surge assim, a clara necessidade de se identificarem e removerem barreiras, regulamentares ou não, para a promoção dos contratos de desempenho energético, ou financiamentos por parte de terceiros para as medidas de EE.

Deste modo, surge a necessidade de projetar quer as novas construções, quer os projetos de reabilitação, com base na repartição de incentivos. Estes, entre todos os intervenientes envolvidos ao longo do ciclo de vida dos edifícios, devem estar conectados com as diferentes necessidades de energia (energia operacional e energia incorporada) ao longo do ciclo de vida dos edifícios.

Assim, existem na UE diversos programas, iniciativas e fundos de investimento para a promoção e desenvolvimento da EE, de entre os quais é importante salientar:

- Fundo Europeu para a Eficiência Energética (FEEE);
- “*Life Programme*”;
  - “*Natural Capital Financing Facility*” (NCFE): Instrumento financeiro da UE que suporta o ambiente, conservação da natureza e projetos de ação climática, para assegurar a saúde global;
  - “*Private Financing for Energy Efficiency*” (PF4EE): Acordo entre o BEI e a CE, que tem como objetivo abordar o acesso limitado, adequado e acessível a financiamentos comerciais para investir em EE, promovendo atividades mais sustentáveis, considerando o setor da EE como um segmento distinto do

mercado, aumentando a disponibilidade do financiamento para investimentos em EE;

- “*Vallis Sustainable Investment*”: Fundo de investimento privado, que visa investir em empreendimentos, com elevado potencial de crescimento, onde a procura do ciclo de vida está fortemente correlacionada com a sustentabilidade, conseguindo a valorização para os investidores ao mesmo tempo que contribuem para um mundo sustentável (Vallis Sustainable Investment, 2017);
- Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos (FEIE);
  - “*European Investment Advisory Hub*” (EIAH);
  - “*European Investment Project Portal*” (EIPP);
- Fundos Europeus Estruturais e de Investimento (FEED);
  - Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER);
    - JESSICA “*Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*”, surgindo em combinação com os Fundos de Desenvolvimento Urbano;
    - Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR);
      - Estratégia Nacional de Educação Ambiental (ENEA);
  - Fundo Social Europeu (FSE);
  - Fundo de Coesão (FC);
  - Fundo Europeu Agrícola do Desenvolvimento Rural (FEADER);
  - Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e das pescas (FEAMP);
- Fundo Nacional de Reabilitação Urbana (FNRU);
- Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU);
  - Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbana (IFRRU);
- Horizonte 2020 (H2020);
  - “*ManagEnergy*”: Suportar a transição energética e investimentos em energia sustentável, informação, “*know-how*”, visibilidade e oportunidades de trabalhos conjuntos são providenciados, com o suporte das agências de energia locais e regionais, em proporcionar novos serviços e otimizar os existentes;
  - ELENA “*European Local ENergy Assistance*”: concede subvenções às autoridades públicas e regionais para desenvolver, estruturar e lançar

investimentos no domínio da EE e das energias provenientes de fontes renováveis;

- Portugal 2020 - Programas de Operação Regionais (POR);
  - Norte 2020;
  - Centro 2020;
  - Lisboa 2020;
  - Alentejo 2020;
  - Algarve 2020;

A CE, lançou diversas medidas de simplificação na política de coesão para o período de 2021 a 2027, de entre as quais um instrumento único para a Iniciativa Urbana Europeia. Contudo, surge um mecanismo de auditoria única, simultaneamente à obrigatoriedade da apresentação de relatórios em tempo real, em substituição dos relatórios anuais. Estes, devido à transmissão frequente de dados eletrónicos integrados numa plataforma de dados aberta, reduzem os encargos administrativos e proporcionam diálogos bem estruturados (CE, 2018b).

### **3.3.1 FEIE e FEEI**

As garantias públicas e o estímulo para projetos que visam a reabilitação dos edifícios com uma abordagem energeticamente sustentável fazem parte do plano de investimento para a Europa. Assim, os Fundos Europeus para Investimentos Estratégicos (FEIE) e os Fundos Europeus Estruturais de Investimento (FEEI) são fulcrais para a promoção do investimento privado para a eficiência energética dos edifícios.

Os FEEI podem ser combinados com os FEIE em casos em que os critérios elegíveis são aplicáveis e satisfatórios. A combinação deve resultar numa elevada adição de valor aos fundos da UE, em determinados países e setores, reduzindo os riscos associados. Assim, os benefícios de uma abordagem integrada são (CE, 2016c): i) mobilizar investimentos ao nível nacional, regional e local, promovendo inovação paralelamente ao desenvolvimento e aumento do emprego; ii) poupanças energéticas que conduzem a encargos inferiores com ambientes de trabalho e uma vida mais saudável para os cidadãos; iii) diminuir a pobreza energética, com especial enfoque nos edifícios públicos e habitações sociais ineficientes; iv) descentralização do sistema energético; v) digitalização da e na construção; e vi) otimizar as habitações, negócios e comunidades energéticas e contribuir para a EC.

Para a aplicação do suporte financeiro, os projetos a submeter, devem em particular ser técnica e economicamente viáveis, contribuir para um ou mais objetivos do FEIE, ser consistentes de acordo com a legislação da UE, providenciar benefícios adicionais e maximizar sempre que possível a mobilização de capital do setor privado.

Com o apoio do FEIE, o Banco Europeu de Investimento (BEI) providencia financiamentos para projetos economicamente viáveis, com perfil de maior risco do que as atividades comuns do BEI. Os principais setores identificados para investimento são (CE, 2018c): i) transportes, energia e economia digital; ii) ambiente e eficiência de recursos; iii) capital humano, cultura e saúde; iv) investigação, desenvolvimento e inovação; e v) suportar as PME e empresas entre estas e as grandes empresas.

A regulação do FEIE, onde se insere o financiamento para “Edifícios Inteligentes”, permite a possibilidade de financiamento a plataformas de investimento (contribuição financeira para diversos projetos com a mesma temática ou zona geográfica, como por exemplo as zonas de sinergia) e operações com os bancos nacionais. O BEI deve utilizar as garantias da UE para suportar as plataformas de investimento ou os fundos e bancos nacionais que investem em operações que vão ao encontro dos regulamentos do FEIE, após aprovação da comissão de investimento do mesmo.

Os FEEI atuam no período de 2014 a 2020, com programas multianuais nos EM, para desenvolver e suportar ações relacionadas com as prioridades da UE de inteligência, crescimento inclusivo e sustentável em concordância com os objetivos de cada EM. O cofinanciamento nacional é parte integrante e obrigatória dos recursos destes programas, com regras comuns a todos os FEEI e provisões específicas de cada um deles. No final de 2015, os FEEI foram adotados, começando a sua implementação (CE, 2018c).

Assim, FEEI é uma designação comum que consiste em cinco fundos Europeus (CE, 2018c): i) Fundo Europeu Desenvolvimento Regional (FEDER); ii) Fundo Social Europeu (FSE) (inclusão social e boa governação); iii) Fundo de Coesão (FC) (convergências económicas para as regiões menos desenvolvidas); iv) Fundo Europeu Agrícola do Desenvolvimento Rural (FEADER); e v) Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e das Pescas (FEAMP).

Os FEEI têm diversos objetivos como (CE, 2018c): i) investigação e inovação; ii) TIC iii) competitividade das PME; iv) economia de baixo carbono; v) risco de gestão da adaptação às alterações climáticas; vi) ambiente e eficiência de recursos; vii) mobilidade sustentável e gestão das infraestruturas; viii) mobilidade de emprego; ix) pobreza e inclusão

social; e x) educação e capacidades institucionais. Os suportes dos FEEI são normalmente disponibilizados por subvenções ou instrumentos financeiros por empréstimos e garantias de investimentos equitativos.

Os beneficiários dos FEEI podem ser entidades públicas, privadas ou uma pessoa singular, sendo que os programas de suporte devem ir de acordo com os regulamentos e legislação nacionais.

O FEDER um dos cinco fundos Europeus que compõem os FEEI, por sua vez, foca as suas concentrações temáticas em (CE, 2018c): i) investigação e inovação; ii) na agenda digital; iii) suporte para as PME; e iv) economia de baixo carbono. Os recursos do FEDER alocados a estas prioridades, dependem da categoria das regiões anexas. Em regiões desenvolvidas, 80% dos fundos devem focar pelo menos duas destas prioridades, sendo que nas regiões em desenvolvimento, são 60%, e nas regiões menos desenvolvidas 50%. Além disso, os recursos FEDER devem ser aplicados especificamente para projetos de baixo carbono, 20%, 15% e 12%, respetivamente para regiões desenvolvidas, regiões em desenvolvimento e regiões menos desenvolvidas (CE, 2018c).

Em Portugal, segundo a resolução do conselho de ministros nº 48/2016, surgiu a prioridade de se adotarem políticas de habitação, com o desígnio de articular a promoção da reabilitação do edificado, a dinamização do mercado de arrendamento habitacional permanente nos meios urbanos e a necessidade de reforçar a intervenção pública ao nível da reabilitação urbana. Para o efeito, surgiu o Fundo Nacional de Reabilitação Urbana (FNRE), para promover a reabilitação de edifícios e a regeneração urbana, combater o despovoamento dos centros urbanos, promover o acesso à habitação, em particular à classe média, e apoiar a retoma do setor da construção, a criação de emprego e a sua reorientação para a reabilitação.

Os FEEI, onde se insere o Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), no que diz respeito à reabilitação do edificado particular, podem de forma complementar beneficiar do apoio à EE, à gestão inteligente de energia e à utilização da energia proveniente de fontes renováveis para autoconsumo.

O POSEUR, também inclui a Estratégia Nacional de Educação Ambiental (ENEA2020) no período de 2017 a 2020, que surgiu em meados de 2017, durante o XXI governo constitucional de Portugal. O ENEA2020 surge para promover uma cidadania ativa para o desenvolvimento sustentável, para construir uma sociedade de baixo carbono, racional e eficiente na utilização dos seus recursos, abordando a sustentabilidade das atividades humanas, e diversos objetivos

do desenvolvimento sustentável, como por exemplo as cidades e as comunidades, e a produção e utilização sustentáveis.

Em Portugal a Coligação para o Crescimento Verde é formada por membros do Governo responsáveis por diversas áreas como o ambiente, a energia, o ordenamento do território, a economia, a inovação, a ciência, entre outras, bem como diversas entidades públicas e privadas.

O Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbana (IFRRU), aborda o território nacional no âmbito do Portugal2020 e do POSEUR (programa temático), para as Áreas de Reabilitação Urbana (ARU) delimitadas pelos municípios, destina-se a edifícios em qualquer atividade, para empréstimos com condições vantajosas, face às condições existentes no mercado. Inclui as soluções integradas de EE, providenciando investimento até vinte milhões de euros por operação, com financiamento repartido entre instituições públicas e privadas, sendo o financiamento proveniente de todos os Programas Operacionais Regionais (POR) (Norte2020, Centro2020, Lisboa2020, Alentejo2020 e Algarve2020). Os pedidos de financiamento podem ser apresentados em qualquer momento, não existindo fases pré-determinadas para a decisão e apresentação de projetos. Assim, podem ser apresentados um número indeterminado de pedidos de financiamento.

Em Portugal, dado o insuficiente investimento na reabilitação urbana, cerca de um milhão de edifícios necessita de reabilitação. O IFRRU, surge com o intuito de revitalizar as cidades, apoiando as comunidades desfavorecidas e promovendo a EE na habitação, em parceria com as instituições financeira BEI e o Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa.

Após concurso, as entidades financeiras como o Santander Totta, o Banco BPI e o Millennium BCP disponibilizam os instrumentos financeiros (empréstimos ou garantias) para a reabilitação urbana, disponibilizando condições mais favoráveis face às do mercado. O apoio a ações integradas para a EE é um dos principais objetivos, através da adoção de sistemas passivos, utilização de equipamentos mais eficientes e produção de energia para autoconsumo.

Cabe aos municípios definir o território para as intervenções de forma articulada entre investimentos públicos e privados defendendo os valores do IFRRU (rigor, dinamismo, celeridade, confiança, inovação, eficácia, transparência e proximidade) (Portal da Habitação, 2018).

Todos estes desmembramentos, entre outros, dos fundos de investimento, permite a existência do Fundo de Fundos, para otimizar os recursos públicos, através da mobilização de recursos privados e das instituições financeiras.

### 3.3.2 Horizonte2020

O Horizonte2020 (H2020) tem especial enfoque sobre os utilizadores, edifícios, entidades públicas e indústrias, e aborda a aplicação de regulamentos e programas de incentivo para auxiliar os desafios sociais e ambientais. Posto isto, a EE requerida, força o mercado e as entidades públicas a adotarem formas de remover as barreiras para, e com os utilizadores, abordando o financiamento com diversos desígnios para incentivar políticas de sustentabilidade. Consequentemente, o suporte à transição para um claro, seguro e eficiente sistema de energia, utilização e reutilização de recursos na Europa, permitirá uma produção e abastecimento eficientes, ajustando o abastecimento à procura, suportando uma economia competitiva e de baixo carbono, contribuindo para uma melhor saúde social, ambiental e económica (Polzin et al., 2017).

A hodiernidade é a fase final de uma era de desperdício de recursos, uma vez que o acesso a matérias-primas e água potável deixou de ser uma certeza para as gerações subsequentes. Os ecossistemas estão sob pressão, surgindo a clara necessidade de se investir em investigação e inovação para apoiar a economia verde, atuando no âmbito de mitigar as alterações climáticas e construir um equilíbrio entre a economia, sociedade e ambiente natural (CE, 2014b).

A energia está intrinsecamente ligada ao progresso da sociedade hodierna, todavia uma quantidade considerável é empregue somente para sustentar os atuais níveis de qualidade de vida. Dado o aumento populacional, surge a necessidade de modificar os modelos de produção, processamento, armazenamento, utilização, reutilização de recursos, minimizando simultaneamente o impacte ambiental, equiponderando a utilização de recursos renováveis e não renováveis transformando os resíduos em recursos valedouros, bem como a produção sustentável e utilização responsável de recursos e energia (CE, 2014b).

É expectável que 35% do orçamento do H2020 seja para suportar abordagens e tecnologias de baixo carbono, promovendo a inovação e investigação com base na sublimidade científica (Conselho Europeu de Investigação, tecnologia do futuro, “*Marie Skłodowska Curie*” e infraestruturas de investigação incluindo infraestruturas digitais), liderança industrial (liderança na indústria tecnológica incluindo as TIC, acesso a financiamento de risco e inovação das PME), desafios sociais (incluindo ação climática e ambiental, eficiência de recursos e energia eficiente, limpa e segura) e ciência com e para a sociedade (CE, 2018d).

Assim, surge a necessidade de se considerar a fundação de programas de incentivo adjuntos que fomentem a inovação para a otimização do H2020, que é o maior programa da UE com o desígnio de promover a investigação e inovação.

As empresas e organizações inovadoras têm dificuldade de acesso a financiamento para a indagação de ideias inovadoras com elevado risco. O H2020 ajuda as PME com empréstimos e subsídios, atraindo financiamento privado e capital de risco para a investigação e inovação.

Com o objetivo de financiar as PME a desenvolverem o seu potencial de crescimento, apoiando estudos de viabilidade na fase de comercialização, as PME são apoiadas indiretamente através do acesso facilitado a instrumentos de dívida e capital próprio, podendo estas participar de forma individual ou em consórcio estabelecido num EM da UE ou num País associado.

As possibilidades de financiamento abrangem a inovação no setor público e inovação social, em resposta a necessidades da sociedade e do ambiente, estando a UE a construir “sociedades reflexivas” que exploram a partilha de valias e respetiva cooperação para o futuro da sustentabilidade, logrando deste modo proteger a sociedade e mitigar as catástrofes naturais e desastres sociais, com uma abordagem integrada (CE, 2014b).

A estratégia da Europa 2020 de desenvolvimento, requer que quaisquer políticas devam colaborar de forma sustentável e inclusiva para atingir o máximo potencial dos seus objetivos.

Um dos elementos relevantes é o apoio à vertente da procura, para promover a regulamentação e apoio ao setor público, para a implementação das políticas públicas de forma responsável.

O centro comum de investigação “*Joint Research Center*” (JRC) da CE concede apoio técnico-científico independente na elaboração de políticas da UE, tendo por base dados comprovados.

Os projetos de investigação que se propõe a financiamento devem dar resposta a desafios claramente elucidados, resultando no desenvolvimento de novas tecnologias ou novos conhecimentos, para as comunidades académicas e diversos consórcios.

Assim, a coordenação e trabalho em rede entre todos os partícipes das políticas de investigação e inovação, programas e projetos, surge como um repto relevante para conduzir a sociedade no caminho da sustentabilidade.

O Conselho Europeu de Investigação, procede ao financiamento de projetos, levados a cabo por equipas de investigação individuais, nacionais ou multinacionais, permitindo a jovens investigadores de qualquer nacionalidade aceder a financiamento transversal a todos os âmbitos de investigação, que tenham em apreciação os desafios sociais, assim o H2020 proporciona

bolsas de investigação internacionais no setor público e privado, envolvendo mobilidade e intercâmbio dos seus partícipes, pois abrange desde investigadores a técnicos (CE, 2014b).

Ao abrigo do H2020, o financiamento da UE cobre 100% dos custos para as atividades de investigação e inovação, 70% para atividades de inovação, podendo ascender a 100% no caso das Organizações Sem Fins Lucrativos. Os custos de administração, comunicação e infraestruturas são ressarcidos a uma taxa fixa de 25% dos custos exclusivamente associados à implementação (CE, 2014b).

Os participantes podem exercer o direito de acesso e utilização dos conhecimentos existentes de um outro projeto, para implementar e explorar os resultados do projeto, a UE para fins políticos não comerciais e os EM para objetivos sociais não comerciais.

Deste modo, desenvolver sinergias de proximidade com programas nacionais, regionais e locais, estimula o investimento do setor privado em investigação e inovação, respondendo assim de forma eficiente aos desafios, com uma abordagem descentralizada.

O Instituto Europeu de Inovação e Tecnologia, integra o ensino superior, a investigação e inovação, por intermédio das Comunidades do Conhecimento e Inovação para conceber novas abordagens, estimulando o desenvolvimento sustentável e a competitividade, devendo estas parcerias ter uma visão a longo prazo, nunca desagregando o passado e o contemporâneo (CE, 2014b).

### **3.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 3**

Sendo a sobreposição legislativa e o défice de transparência, os principais fatores de insucesso das políticas DSM a nível global, e dada a importância dos edifícios em diversas Diretivas e de diversas Diretivas para os edifícios, poderá a conjugação de todos os fatores que digam respeito aos edifícios dar origem a uma Diretiva comum? Esta permitiria melhorar a eficiência das políticas DSM, alargando-as a todo o sistemas energético do setor da construção e edificado construído (A Diretiva dos Edifícios e da Construção), repensando-a, e não se focar essencialmente na energia elétrica, mas sim em todo o sistema energético desde o ponto inicial de projeto. Esta possibilitaria repensar todos os métodos e processos para a circularidade e reconsiderar as abordagens de projeto para um edifício novo ou reabilitação.

Na Diretiva para a prevenção e controlo integrado da poluição, a Diretiva 2008/1/CE é evidenciado o ponto fraco da não consideração do solo, dada a existência do controlo de

emissões para a atmosfera e zonas aquíferas. Assim, poderá a não consideração do solo ter feito com que a tendência de evolução do setor da construção, se tivesse estendido no seu desenvolvimento, assente na extração de recursos seguindo os métodos convencionais e lineares aos quais prevalecem adjacentes a elevada importância dos custos iniciais?

Deste modo, conjugar numa Diretiva a interação dos projetistas com os diferentes intervenientes, o local de implementação da infraestrutura, a movimentação e reflorestação do solo considerando o enquadramento zonal, a morfologia do edifício para o aproveitamento de recursos naturais e redução das necessidades energéticas (bio mimetismo, desenho passivo e conceção ecológica), os materiais, métodos e processos de construção, a integração da energia proveniente de fontes renováveis, as TIC e a consideração da reutilização no final do ciclo de vida, poderá impulsionar o setor da construção para atingir a sustentabilidade do ambiente construído, e assim distender o conceito de DSM a todo o sistema energético, até ao seu máximo exponencial na construção e edificado.

É ainda importante incluir a existência das diversas iniciativas de incentivo, de entre as quais a legislação, o financiamento, e as diversas inovações, como o “*Block by Block*”, “*iBRoad*”, “*InovGrid*” e as BSA, as tecnologias “*Blockchain*” e diversas iniciativas adjacentes ao desenvolvimento sustentável do setor da construção e edificado construído.

Assim, subsistem diversas Diretivas UE às quais os edifícios e a construção estão, direta ou indiretamente conexos. Contudo, no que diz respeito aos edifícios sustentáveis, de forma direta, a legislação é essencialmente focada na energia e no desempenho energético dos edifícios, embora a EPBD realce que estes devem ser projetados tendo em consideração a conceção ecológica e suas estratégias anexas. Todos estes precedentes, fazem com que existam barreiras legislativas que não permitem a otimização dos processos e métodos construtivos e, em contrapartida, proporcionam que as empresas ligadas ao setor da construção sustentem os seus métodos económicos lineares. Assim, talvez fizesse sentido enquadrar todos os preceitos relativos aos edifícios numa única Diretiva a (Diretiva dos Edifícios e da Construção), a qual conjugasse num único regulamento o enquadramento territorial, os processos de construção, materiais, desempenho energético e ambiental (redução das necessidades energéticas e impactes ambientais), controlo da poluição (solo e atmosfera), incorporação de energia proveniente de fontes renováveis, DSM e respetivas tecnologias adjacentes (inteligência artificial, sensores de monitorização entre outras). Assim, os métodos BSA poderiam auxiliar o suporte da criação desta Diretiva, desenvolvendo e promovendo a interação dos projetistas com todos os intervenientes.

Adindo, surgem diversos programas de incentivo e fundos de investimento na UE, com o intuito de promover a EE, que se desmembram em diversos fundos e iniciativas embora todos tenham um objetivo comum, o desenvolvimento sustentável. Surge assim, a necessidade de se repensar os mesmos na forma como abordam o setor da construção e como deve o financiamento e incentivo ser repartido por todos os intervenientes, desde os projetistas às empresas de construção responsáveis pela execução dos projetos, até aos utilizadores e clientes finais, inclusive os inquilinos dos edifícios arrendados, desde o setor residencial, industrial e comercial, propulsionando o direito à habitação no que ao diz respeito ao setor residencial.

## **4 BOAS PRÁTICAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO**

O setor da construção tem um papel relevante na promoção da sustentabilidade, através da implementação de práticas sustentáveis de projeto que vão desde a extração de materiais, aos métodos e processos construtivos, à redução das necessidades energéticas, à utilização de energia ao longo do ciclo de vida, à incorporação da energia proveniente de fontes renováveis e à consciência ambiental e social das infraestruturas desenvolvidas.

Assim, de seguida serão apresentados casos de estudo de reconhecimento internacional que atuam em diferentes vertentes desde a redução das necessidades energéticas até à produção e transformação de superior quantidade energia face às suas necessidades: i) “*METI school*”; ii) Casas em movimento; iii) “*KODA*”; iv) “*dom.ai*”; v) “*Ras Abu Aboud Stadium*”; vi) “*The Edge Office Building*”; vii) “*Garitage Park*”; viii) “*Park 20/20*”; ix) “*iBRoad*”; e x) “*InovGrid*”.

### **4.1 ENQUADRAMENTO DO CAPÍTULO 4**

O capítulo 4 apresenta uma análise de sensibilidade para diferentes casos de estudo com reconhecido mérito que abordam diferentes métodos e processos de construção e utilização do edifício, bem como materiais de construção e matérias-primas no âmbito de impulsionar a sustentabilidade do ambiente construído, com elevado desempenho social e ambiental. Assim, os casos foram selecionados tendo em consideração as suas diferentes atuações e abordagens, a fim de se analisar que, estas iniciativas podem ir desde a abordagem vernacular, até abordagens que consideram o crescimento exponencial da tecnologia e métodos inovadores de

construção, em diferentes tipologias de edifícios, os quais apresentam diversas características peculiares.

## 4.2 METI SCHOOL

A “*METI School*” é um edifício escolar situado em Rudrapur, no distrito de Dinajpur no Bangladesh. Este edifício tem dois pisos e foi construído com recurso a materiais locais (terra e bamboo), recorrendo a processos manuais de construção (Figura 22). Seguindo métodos de construção passivos, o edifício contém iluminação e ventilação naturais, o que otimiza a procura responsável de energia, reduzindo as necessidades energéticas, uma vez que na localidade onde se encontra, subsistem dificuldades de abastecimento de energia elétrica particularmente nos períodos de pico (Anna Heringer, 2017).



Figura 22 – METI school (Hörbst & Grill, 2017).

O edifício foi construído em seis meses e foi providenciado um programa de qualificação a vinte e cinco trabalhadores locais, de modo a estes adquirirem as qualificações necessárias para as técnicas da sua construção de forma autocéfala (Figura 23) (ZRS, 2017).



Figura 23 – Fase de construção com métodos autocéfalos (Hörbst & Grill, 2017).

Este edifício foi construído para a associação sem fins lucrativos “*Dipshikha*”, que procura o desenvolvimento das atividades socioeconómicas locais, considerando a educação da sociedade local, com uma abordagem holística, explorando os métodos educacionais metacognitivos e a liberdade educacional.

### 4.3 CASAS EM MOVIMENTO

A conceção das “Casas em Movimento” teve como suporte o conceito da sustentabilidade e a sua incorporação na arquitetura. O seu primeiro protótipo foi apresentado em 2012 na “*Solar Decathlon Europe*”, realizada em Madrid, provando o seu conceito, com o movimento de inverno da estrutura fotovoltaica, dada a possibilidade de aumentar a exposição dos envidraçados à luz solar (Figura 24). Em 2015, surgiu o segundo protótipo no Porto, e em 2017 o seu terceiro protótipo em Matosinhos, com o objetivo de demonstrar o resultado do processo de investigação e desenvolvimento (CEM, 2014).



Figura 24 – Casa em movimento (CEM, 2014).

Este edifício transforma cinco vezes mais energia do que a energia média utilizada por um edifício de tipologia T2. Isto é equivalente a 2,5 vezes a energia que este edifício necessita. Assim, apesar de esta construção utilizar mais energia do que um edifício convencional, produz mais do que a sua necessidade energética, contribuindo para o balanço positivo da rede de energia.

A cobertura fotovoltaica com efeito girassol e movimentos articulados, desenhada para seguir o percurso solar, otimiza a colheita de energia e o efeito de sombreamento simultaneamente, proporcionando a iluminação interior e melhorando o conforto térmico através da aplicação do bio mimetismo na construção, o denominado pelo seu autor, “*the tree judgment*” na arquitetura do edifício (Figuras 25 e 26).

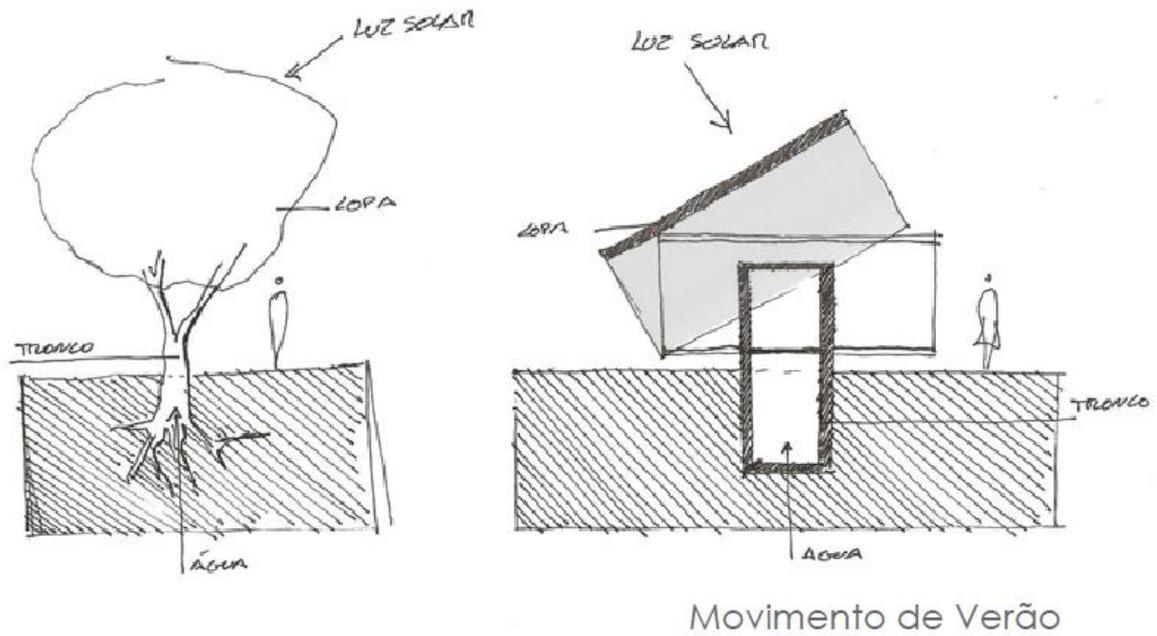


Figura 25 – Princípios bio miméticos no edifício (movimento de verão) (CEM, 2014).

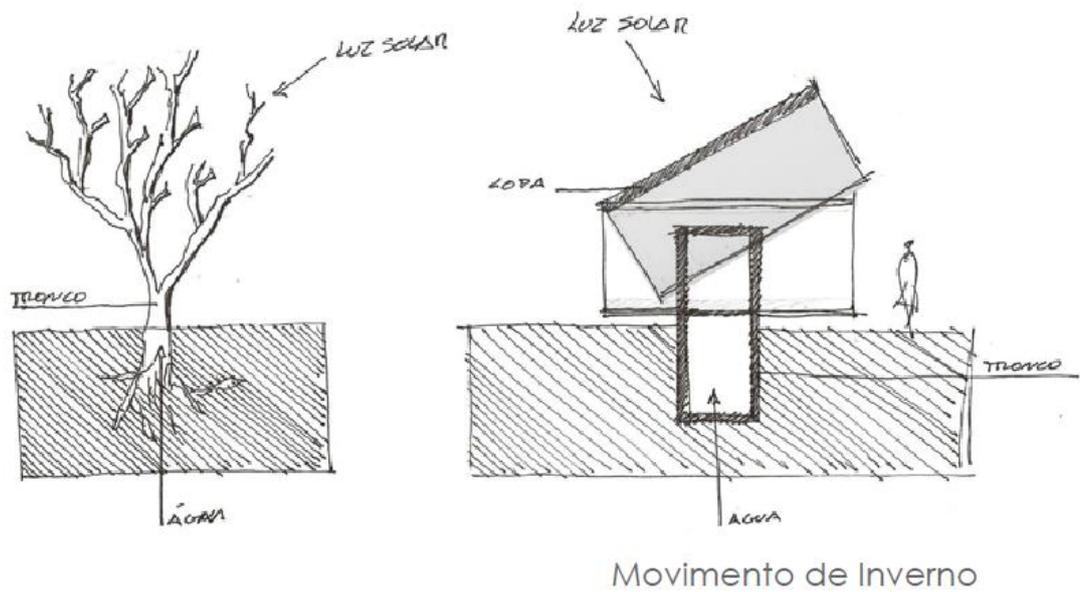


Figura 26 – Princípios bio miméticos no edifício (movimento de inverno) (CEM, 2014).

A adaptação através da movimentação, que tem repercussões na adaptabilidade dos espaços interiores e exteriores, é um conceito inovador que promove sistemas que sustentam a construção modular, possibilitando a adição de módulos dependendo das necessidades familiares, para além de diferentes combinações dos espaços interiores (CEM, 2014).

#### 4.4 DOM.AI E KODA

A “*dom.ai*” é uma construção concebida através da impressão tridimensional e “*off-the-grid*” (Figura 27). Esta destaca-se pelo sistema para armazenamento de energia que opcionalmente pode ser conectado com a rede. O módulo pode ser movido e realocado quantas vezes for necessário ou desejável. Este é um edifício autónomo que explora o conceito de “Edifício Inteligente”, com um sistema de janelas patenteado que absorvem a radiação infravermelha, o que faz com que reduza consideravelmente as suas emissões (PASSIVDOM, 2017).



Figura 27 – Módulo “*dom.ai*” (PASSIVDOM, 2017).

Por seu lado, a “*Koda*” utiliza “tecnologias inteligentes” e produz mais energia do que a que requer para o seu bom funcionamento e utilização. Possui painéis para transformação de energia na cobertura e, no final do ciclo de vida, os componentes podem ser desmontados e reutilizados (Figura 28).



Figura 28 – Pequena urbanização com módulos KODA (KODASEMA, 2017).

A iluminação natural, minimização de ruído externo, filtros de captura de carbono, materiais de acabamento naturais e não tóxicos, luzes “*Light Emitting Diode*” (LED) ajustáveis e controlo dos níveis das emissões de dióxido de carbono, são algumas das suas características.

O controlo climático para a temperatura de aquecimento e arrefecimento de forma inteligente e a iluminação das fachadas de forma programável, são outras das suas características.

A “*Koda*” é concebida para ser sustentável e de longa duração, sendo que o ponto de partida foi o de reverter o desperdício de energia. O betão utilizado é mais resiliente à impermeabilização e condições climáticas do que o betão convencional, não requerendo qualquer tipo de manutenção.

A empresa “*Kodasema*” disponibiliza diferentes tipologias dos módulos, desde habitação, escritórios, comércio e hotel, permitindo a adição futura de novos módulos consoante as necessidades (KODASEMA, 2017).

#### **4.5 RAS ABU ABOUD STADIUM**

O “*Ras Abu Aboud Stadium*” está localizado na margem do porto de Doha. Foi projetado com base no método de construção por intermédio de contentores “*shipping containers*”, os quais podem ser montados e desmontados consoante diferentes necessidades (Figura 29).

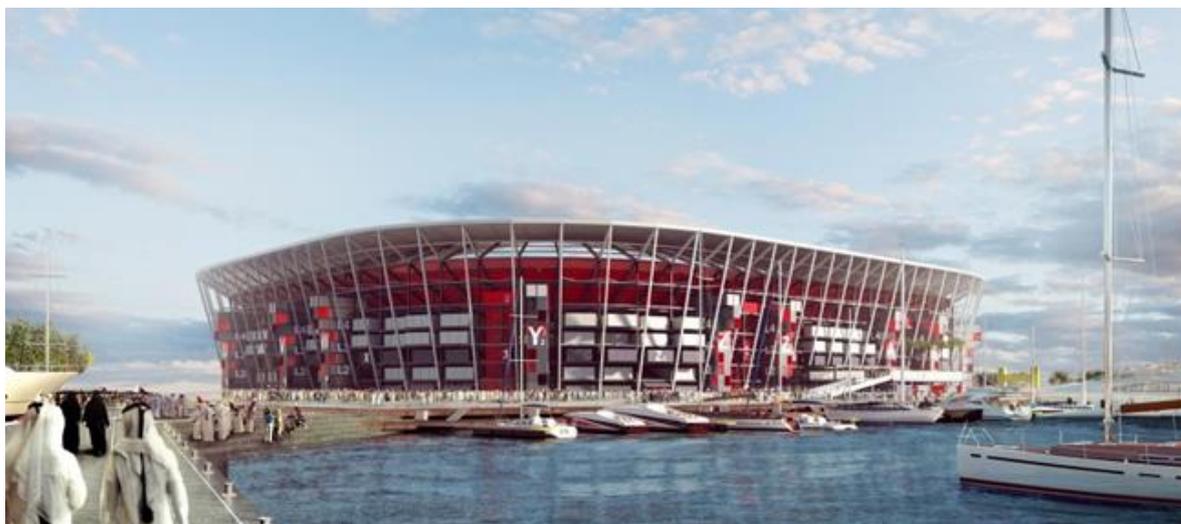


Figura 29 – “*Ras Abu Aboud Stadium*” (Fenwick Iribarren, 2018).

Com a utilização das últimas tecnologias de construção, surge o primeiro recinto inteiramente modular, amovível e reutilizável (Fenwick Iribarren, 2018). Os serviços de engenharia foram

concebidos para a distribuição modular e conectividade “*plug and play*” (conexão entre diferentes elementos pré-fabricados).

Este projeto encontra-se em desenvolvimento, sendo expectável que seja concluído em 2020 e é constituído por componentes individuais (Figura 30) (Hilson Moran, 2018).

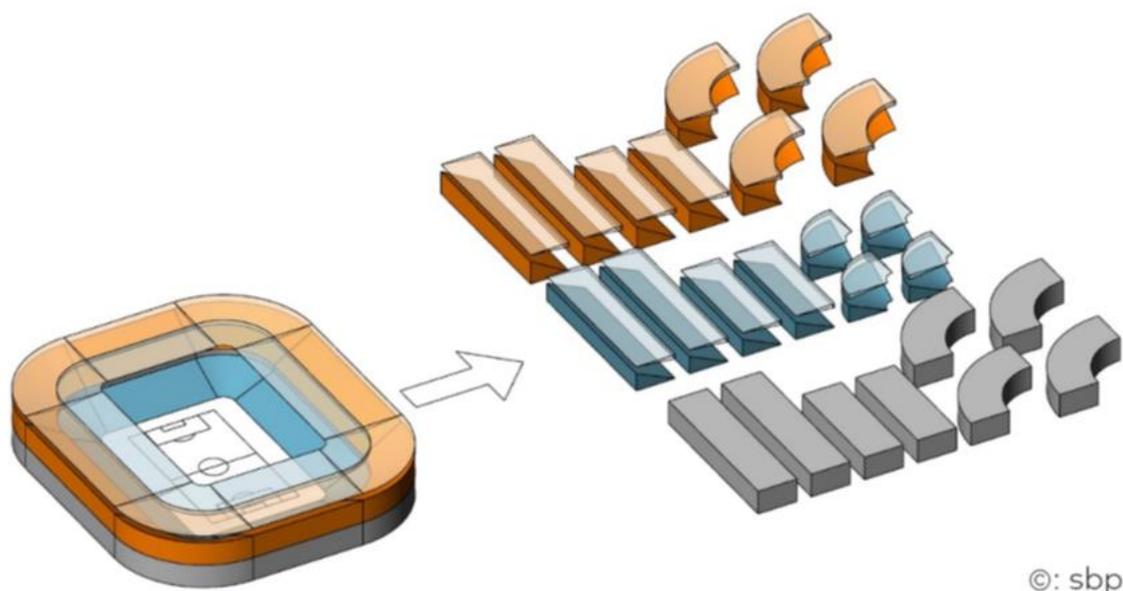


Figura 30 – Componentes modulares para a construção do recinto (SBP, 2018).

A construção modular requer inferiores quantidades de materiais do que os métodos convencionais, reduzindo os desperdícios e resíduos, o que leva a uma maior eficiência de toda a energia utilizada para a conceção dos módulos uma vez que os concebem para um ciclo que não tem fim, apesar da necessidade de transporte. Após o torneio, o recinto será desmantelado e empregue em diferentes infraestruturas desportivas pelo país. No seu local de implantação um lago e um parque verde irão surgir, criando-se assim um ecossistema saudável nas imediações onde o recinto esteve instalado e revitalizando o espaço existente antes da colocação do recinto para o evento desportivo (SBP, 2018).

#### 4.6 THE EDGE OFFICE BUILDING

O “*The Edge Office Building*” (Figura 31), localizado em Zuidas na zona urbana de Amesterdão, é considerado pelo BREEAM um dos edifícios mais inteligentes do mundo, tendo-

He sido atribuída uma classificação de 98.36% no processo para a avaliação de edifícios novos (BREEAM, 2017b).

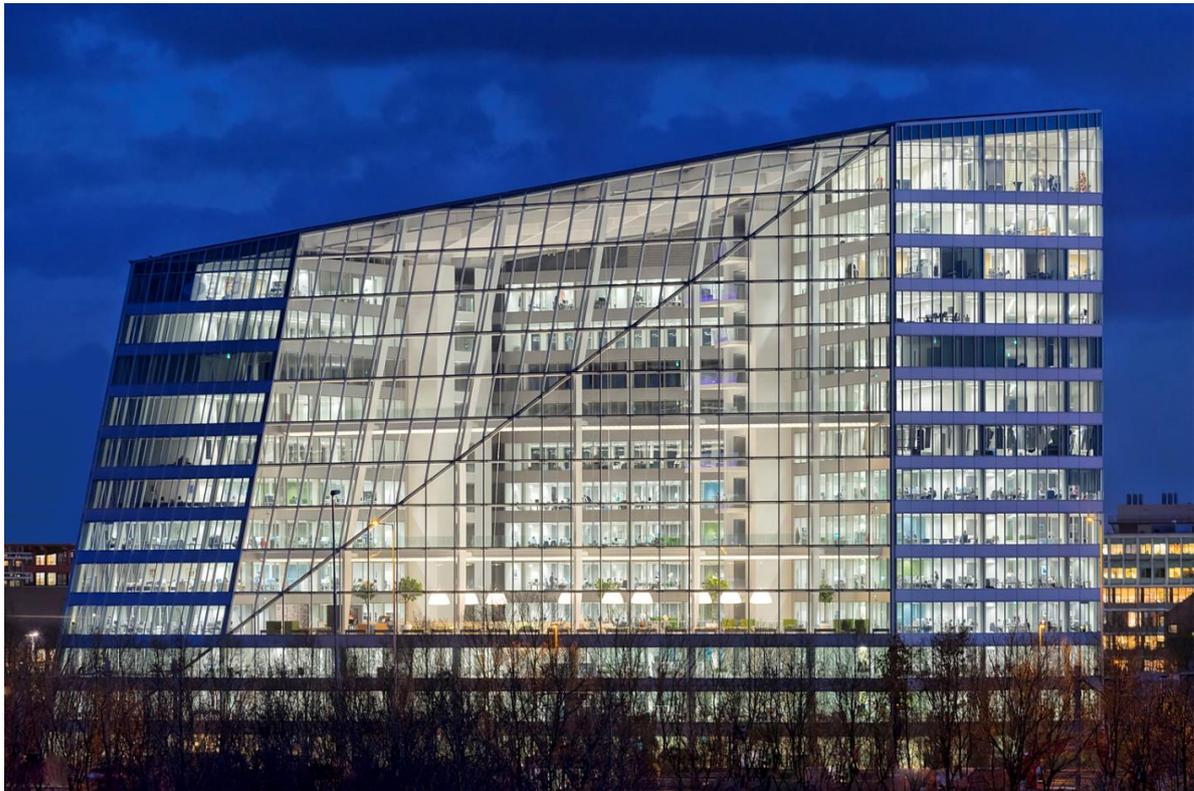


Figura 31 – Edge Office Building (Tilleman, 2014).

Este é considerado um edifício sustentável, de elevado potencial e com uma abordagem pró-ativa no que respeita à gestão do edifício. Possui monitorização constante que analisa os padrões de utilização energética, viabilizando ajustes periódicos que sustentam o balanço energético e garantem um ambiente construído saudável e confortável (BREEAM, 2017b).

A orientação do edifício foi estudada e definida segundo o percurso solar (Figura 32), criando espaços de trabalho moldáveis, integrando diversas tecnologias de monitorização, como por exemplo na iluminação, onde se mede o movimento e ocupação com sensores e sistemas por intermédio de cabos “*ethernet*” (PLP/ARCHITECTURE, 2014).

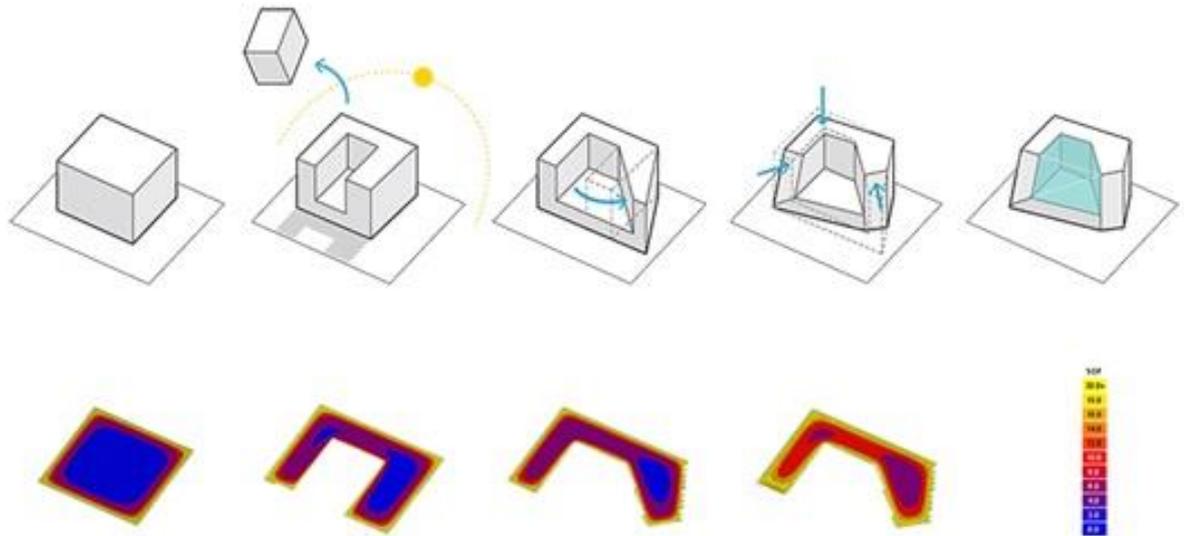


Figura 32 – Evolução da geometria do edifício vs. análise do percurso solar  
(PLP/ARCHITECTURE, 2014).

Este edifício alcança elevados níveis de sustentabilidade, paralelamente à disponibilização de um ambiente de trabalho interativo e moldável (Figura 33) (PLP/ARCHITECTURE, 2014).

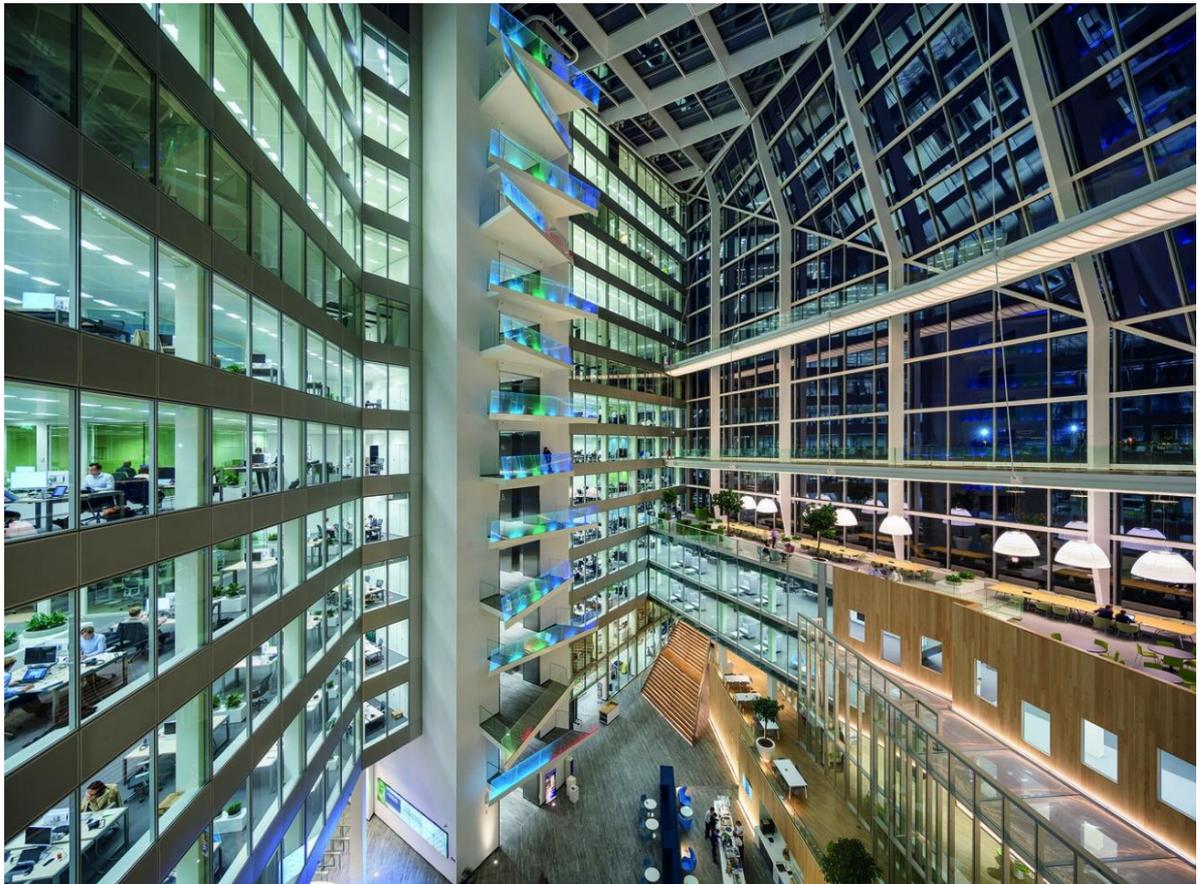


Figura 33 – Ambiente interior do Edge Office Building (Tilleman, 2014).

As suas vantagens primordiais são, o indigitamento da saúde pública através do aumento da segurança do abastecimento energético e a redução da poluição ambiental. Tudo isto, perfeitamente articulado com a integração da energia proveniente de fontes renováveis, permite a exploração de recursos renováveis como o vento, o sol, geotermia e o reaproveitamento de águas e biocombustíveis.

Os conceitos adjacentes à DSM, como por exemplo o armazenamento de energia, são explorados promovendo a interação dos ocupantes com os sistemas, garantindo deste modo um abastecimento e procura fiáveis e eficientes, otimizando o conceito das redes inteligentes de energia. Consequentemente, o armazenamento de energia térmica no subsolo, ao nível freático, gera toda a energia necessária para o aquecimento e arrefecimento. Por sua vez, as águas pluviais são coletadas para a utilização nas descargas de água e irrigar os espaços verdes na envolvente do edifício (PLP/ARCHITECTURE, 2014).

O conceito da criação de uma rede educacional que promova a integração dos utilizadores com o conceito de gestão e procura responsáveis, é também fomentado promovendo a preservação, reutilização e reciclagem em ciclos fechados, sendo que os desperdícios gerados por cada utilizador são monitorizados e taxados por peso. O estacionamento tem várias zonas de carregamento para veículos elétricos e amplos espaços para estacionamento e circulação de velocípedes.

Posto isto, o edifício possibilita a conexão com os seus ocupantes através de uma aplicação para “*smartphones*”, conseguindo os ocupantes ajustar a temperatura e iluminação necessárias ao seu local de trabalho e encontrar o lugar mais adequado, face aos seus desígnios de utilização do ambiente interior, à semelhança dos lugares de estacionamento.

O “*The Edge Office Building*” é um exemplo completo de IoT, requerendo uma abordagem apropriada da gestão de dados, possibilita a exploração do conceito de “*data mining*” cruzando informação obtida por monitorização voluntária de todos os utilizadores.

Este edifício encontra-se em constante busca de oportunidades para a redução da sua pegada ecológica, estabelecendo uma prática de referência a nível global para os ambientes de trabalho e liderando os objetivos europeus para uma Europa descarbonizada e inteligente até 2050 (OVG, 2015).

## 4.7 GARITAGE PARK E PARK 20|20

O “*Garitage Park*” (Figura 34), é um projeto de um complexo multifuncional localizado em Bistritsa, nas imediações de Sófia na Bulgária. Este é o primeiro na Europa central e oriental a obter uma classificação excelente de acordo com o BREEAM Comunidades 2012 para a sustentabilidade social, ambiental e económica (Garitage Park, 2018).



Figura 34 – Complexo “*Garitage Park*” (Garitage Park, 2018).

O projeto irá ser desenvolvido por fases, o que realça a importância dos IDP para uma abordagem holística ao conceito da DSM. Este complexo é composto por (Home Boutique, 2018): i) edifícios de habitação (moradias e apartamentos); ii) escritórios; iii) escola; iv) um lago; v) zonas de lazer e pedestres; vi) infraestruturas desportivas; e vii) diversas amenidades, como por exemplo supermercado, restaurante, lojas, farmácia, “Wi-Fi” gratuito nas zonas públicas e estação de carregamento para veículos elétricos.

O “*Garitage Park*” proporciona uma gestão eficiente das propriedades, com sistemas de vigilância, limpeza e remoção de lixo das áreas comuns, manutenção e irrigação dos espaços verdes e garantia de manutenção dos edifícios e dos sistemas interiores (Garitage Park, 2018).

Por seu lado, o “*Park 20|20*” (Figura 35) está localizado em Hoofddorp na Holanda, foi concebido tendo em consideração uma abordagem “*cradle-to-cradle*” que permitiu o aumento do seu valor residual. Este complexo, foi projetado para ser reutilizado, podendo ser facilmente desmantelado e reutilizado em novos produtos e edifícios em ciclos fechados (vinte dos

materiais utilizados têm um certificado “*cradle-to-cradle*”). Algumas partes podem retornar ao solo como nutrientes biológicos, não utiliza gás, possui quatro fontes de aquecimento e arrefecimento (armazenamento), fachadas, coberturas e paredes interiores verdes e possibilita o cultivo de cerca de 20 produtos de alimentação nos seus jardins. Como inovação “extra” e adequada, o “*Park 20|20*” providencia aos seus utilizadores a possibilidade de poderem usufruir de velocípedes de madeira também concebidos considerando uma abordagem “*cradle-to-cradle*” (Delta Development Group, 2018).



Figura 35 – Park 20|20 (Delta Development Group, 2018).

#### 4.8 IBROAD

O “*iBRoad*” (*individual Building Renovation Roadmaps*) é um projeto fundado pelo H2020 com o objetivo de explorar, conceber e desenvolver o conceito da reabilitação profunda de forma individual dos edifícios, especialmente no setor residencial, representado uma evolução dos certificados de desempenho energético e dos sistemas de auditoria energética. Este proporciona planos de reabilitação passo a passo, com objetivos a longo prazo, abordando de forma individual a informação de determinado edifício, como por exemplo o ano de construção, composição e a evolução expectada pelo agregado familiar, construindo um passaporte para o mesmo, uma vez que, o défice de informação dos proprietários dos edifícios são uma das principais barreiras para a otimização do seu desempenho energético (iBRoad, 2018).

Este projeto providencia apoio para os utilizadores, sugerindo estratégias de renovação rentáveis, considerando necessidades específicas, bem como as preferências e capacidades financeiras dos utilizadores. Assim, este projeto tem vindo a desenvolver-se em diversos EM

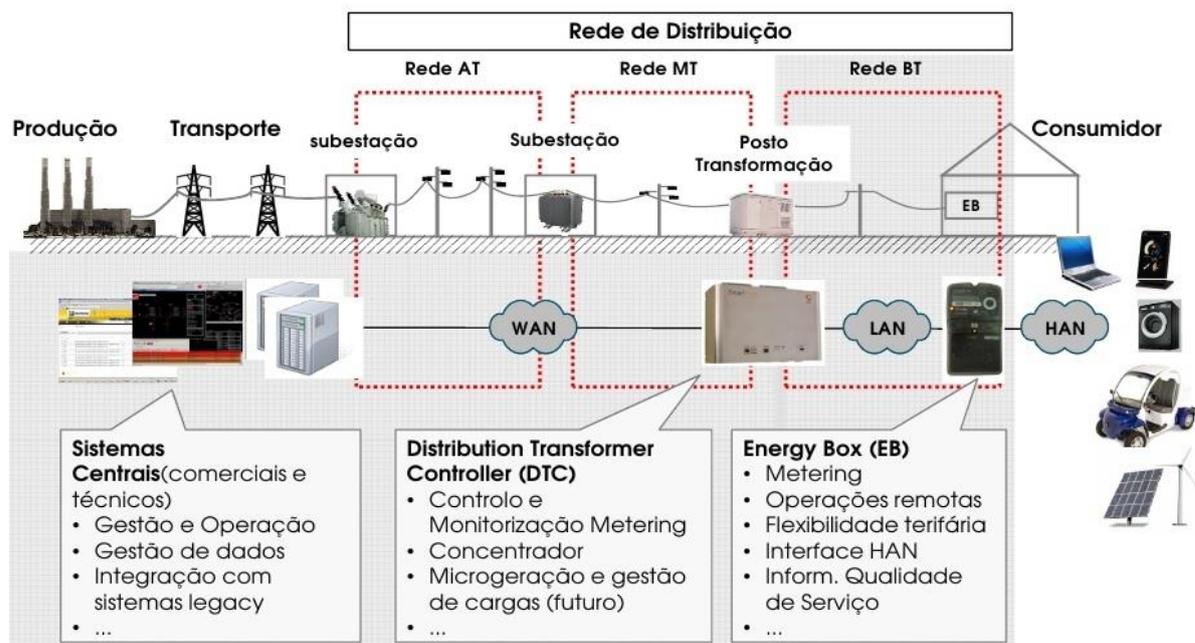
da UE, inclusive Portugal, abordando um conceito integrado tendo em consideração diferentes condições a nível nacional (iBRoad, 2018).

Assim, os principais objetivos deste projeto são (iBRoad, 2018): i) relatório dos planos de reabilitação e passaporte dos edifícios; ii) integrar módulos de avaliação técnica e económica; iii) providenciar uma ferramenta de qualificação para os auditores energéticos; iv) orientação dos problemas da proteção de dados; e v) comunicação extensiva e envolvimento dos intervenientes, incluindo uma plataforma digital do projeto, um fórum de discussão e encontros nacionais.

Para a sua implementação, são necessárias diversas conjunturas, desde informações recolhidas no local, bem como dados automatizados, por exemplo através dos sistemas de monitorização inteligentes, possibilitando a construção de um inventário de informações para deste modo otimizar a instrução de todos os intervenientes com um plano de reabilitação pormenorizado. Concludentemente, este possibilita o apoio a futuras políticas que visem a otimização do desempenho energético dos edifícios e conseguinte descarbonização do edificado construído, reduzindo o défice de transparência das poupanças energéticas e custos de reabilitação, monitorizando o desempenho do edifício ao longo do ciclo de vida (iBRoad, 2018).

#### **4.9 INOVGRID E INOV CITY**

O “InovGrid” (Figura 36) é um projeto da empresa Energias de Portugal para o desenvolvimento das redes inteligentes de energia, centrado na telegestão da energia. Este tem como objetivo aumentar a EE, minorar os encargos e simultaneamente o aumento da eficiência operacional. Por conseguinte, possibilita a integração da disponibilidade de descentralização e liberalização da produção de energia, e incentiva os utilizadores a experimentarem novos serviços de energia.



(AT: Alta Tensão; MT: Média Tensão; BT: Baixa Tensão; HAN: Home Area Network; LAN: Local Area Network; WAN: Wide Area Network)

Figura 36 – Projeto InovGrid, proposta de modernização da rede de baixa tensão (Messias, 2011).

A integração deste com os “Edifícios Inteligentes”, providencia funções DSM através dos dispositivos de monitorização e automatização, que proporcionam interfaces de utilização para os diferentes intervenientes ao longo de todo o processo de produção, distribuição e utilização de energia. Estes dispositivos disponibilizam informação em tempo real e ferramentas de gestão que respondem a sinais da rede, assim como permitem o controlo à distância por parte dos utilizadores. Além disso, os dispositivos de monitorização proporcionam a análise de dados, impulsionando a automação da rede e novas soluções de mercado.

O fluxo energético da rede de carregamento dos veículos elétricos em Portugal, é monitorizado pela plataforma “InovGrid”, permitindo assim a flexibilidade da gestão da mobilidade elétrica.

O projeto piloto da plataforma “InovGrid”, designado de “InovCity”, surgiu em 2007 e foi implementado no município de Évora em 2010, compreendendo cerca de 30 mil utilizadores. Entretanto este chegou já a diversos municípios, atingindo, até ao final de 2014, 150 mil utilizadores. Uma das principais medidas adotadas foi a gestão dos sistemas públicos de iluminação de forma eficiente.

O “InovCity” surgiu com o principal objetivo de capacitar os utilizadores da possibilidade de consultarem em tempo real a sua utilização de energia elétrica, por intermédio das tecnologias digitais, permitindo a automatização da gestão das redes elétricas, concebendo novas formas de distribuição e produção de eletricidade (EDP, 2018).

Assim, para o setor residencial, os utilizadores podem (EDP, 2018): i) programar os dispositivos como por exemplo os eletrodomésticos, a funcionar nos períodos de maior conveniência; ii) gerir a utilização em tempo real, minimizando os encargos; iii) usufruir de novos serviços e tarifas adequadas aos seus perfis de utilização; iv) recorrer a soluções integradas de domótica, permitindo estas a interação em tempo real com os dispositivos de utilização domésticos; v) ativar remotamente serviços (alterações tarifárias e de redução ou aumento de carga em diferentes períodos); vi) transformar energia na habitação para autoconsumo ou venda à rede através da instalação de painéis solares fotovoltaicos ou pequenas turbinas eólicas; e vii) atingir uma gestão energética mais eficiente, através da consulta do balanço entre a produção e utilização.

Adindo, surgem diversas vantagens para as empresas e espaços públicos, como a regulação da iluminação e a adoção dos sistemas de controlo dinâmicos (EDP, 2018).

O “InovGrid” foi apoiado pelo FEDER em consórcio com parcerias público-privadas e foi impulsionado pelo DL 363/2007 relativo à microprodução de energia.

Os resultados do projeto-piloto em Évora, mostram que este obteve 30% de ganhos da eficiência operacional e 15% de redução das perdas, o que se traduz em 45% de ganhos de EE (GRID INOVATION, 2018).

#### **4.10 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 4**

Dada a investigação e inovação constante, surgem diversas descobertas para novos processos de construção e utilização dos edifícios, que repensam e revolucionam a habitação e a construção. Não existe um método linear para o projeto e desenvolvimento das infraestruturas, sendo que diferentes peculiaridades realçam de forma individual cada circunstância (Figura 37). A inovação faz com que estejam a ser desenvolvidos edifícios móveis, apoiados na água, debaixo de água, impressos tridimensionalmente, de forma modular e com recurso a diversos materiais e compósitos. Por tudo isto, surgem diversas questões que devem ser levantadas a todos os intervenientes no setor da construção. Como serão as infraestruturas do futuro? Será

possível uma infraestrutura ser concebida com base em diversos conceitos abordados (Figura 37) desde a abordagem vernacular e redução das necessidades energéticas, até ao máximo exponencial das tecnologias e monitorização ao longo do ciclo de vida?



Figura 37 – Sinergias entre os diferentes casos de estudo

## 5 NOTAS FINAIS

### 5.1 DISCUSSÃO

A intensificação da perceção temporal, a ininterrupta aceleração dos processos de desenvolvimento e a orientação dos resultados para o futuro, resultam num deslocamento em que “o centro de atenções passa a ser o futuro e a relação emocional com o futuro passa a ser de medo e incerteza” (Frye, 1991). Avançar sem pensar no passado e na contemporaneidade, faz com que perdurem os dilemas pênseis.

O autor Warren (2015) argumenta que, existem diversas variações nas considerações da definição do conceito de DSM, surgindo assim a necessidade de uma nova definição considerando todas as abordagens e construindo-se, deste modo, uma definição mais holística. Este, consolida assim uma nova definição, afirmando que a DSM se refere a tecnologias, ações e programas de monitorização da procura de energia que pretendem gerir a diminuição da utilização de energia para se atingir a redução dos custos de todo o sistema energético. Esta contribui para a realização dos objetivos das políticas como a redução de emissões e ajuste da procura e abastecimento de energia.

Deste modo, é essencial fomentar o desenvolvimento de processos inovadores para os edifícios, utilizadores e diversos intervenientes ao longo do ciclo de vida, repensando a sua interação na procura e utilização de energia e recursos, abordando de forma holística a sua completude, contemplando um mercado livre e competitivo oferecendo mecanismos de cooperação, assim, os utilizadores finais devem ser colocados no topo da pirâmide de prioridades aquando da fase inicial de projeção, proporcionando métodos metacognitivos de educação a toda a sociedade.

O elevado desempenho energético é uma realidade para os edifícios futuros, apesar de subsistir um longo caminho para a descarbonização do edificado construído, sendo imprescindível o apoio à reabilitação dos edifícios existentes. Assim, surge a necessidade de se realizar um *“health check”* ao parque imobiliário, para que a reabilitação seja feita de forma responsável. Este processo, já tem vindo a demonstrar resultados em alguns países da UE, pois tal como no setor da energia elétrica, os preços do mercado no setor imobiliário não refletem os custos ambientais e sociais da energia e recursos utilizados.

A monitorização e análise de dados para o setor residencial, assoma benefícios económicos, sociais e ambientais para os utilizadores. Assim, surge a necessidade de novas políticas que otimizem os investimentos para a DSM. Por conseguinte, a necessidade de desenvolver um plano estratégico estimulando o desenvolvimento sustentável, com especial enfoque social e ambiental e não nos desenvolvimentos do passado da industrialização, que estão diretamente conexos ao crescimento da procura de energia e recursos, e dos métodos económicos lineares.

A ineficiência na utilização final conduz a tarifas irracionais e a inadequadas políticas de incentivo, surgindo assim a necessidade de se construírem sinergias entre programas de investigação e inovação com a legislação, políticas públicas e a sociedade. Assim, torna-se impostergável garantir a responsabilidade dos produtores, distribuidores e utilizadores de energia e recursos, bem como o desenvolvimento de redes educacionais para a informação e partilha de experiências por parte de todos os intervenientes, sendo a educação o caminho para atingir a sustentabilidade e EE do ambiente construído. Promover a EC e tornar claros os direitos e deveres humanos urbanos, são fatores decisivos para a sustentabilidade do ambiente urbano, e, por conseguinte, os direitos e deveres humanos e a sustentabilidade de todo o planeta e dos que nele coabitam.

Contudo, a complexidade compensa a precisão, que é um dilema relevante quando as empresas com recursos escassos investem em projetos inovadores. Os investigadores são fulcrais para aperfeiçoar os métodos para o desenvolvimento de uma estratégia que abranja diversos setores

conexos, os desafios para otimizar e balancear múltiplos objetivos e funções, e respetivas normas de implementação para se seguir o caminho da sustentabilidade de forma equipendente (Brad & Brad, 2015). Assim, surge a necessidade de se contribuir para uma ciência livre e aberta, capaz de não se sobrepor os objetivos económicos aos aspetos ambientais e sociais, promovendo assim uma abordagem não vertical e permitindo a integração de toda a sociedade ao longo do seu próprio desenvolvimento.

Deste modo, a promoção da gestão da procura de energia e recursos de forma responsável, garantindo a assistência técnica e qualificada ao nível individual, comercial e industrial, é extremamente relevante, paralelamente ao desenvolvimento contínuo de abordagens dinâmicas numa procura constante da sustentabilidade, a fim de se proporcionar um mundo saudável para as gerações seguintes.

A adoção dos projetos de edifícios passivos, a conceção de espaços flexíveis, mobilidade do edifício e edifícios inteligentes, através da incorporação das tecnologias de monitorização e automatização bem como novos sistemas e processos de construção, são meios fundamentais para a revisão da EPBD, que, segundo as reformulações precedentes, deverá acontecer até 2030 (o expectável é 2026). Isto deverá acontecer para se fomentar a procura responsável de energia e recursos de forma a assegurar que os indicadores corretos sejam utilizados para as novas edificações e reabilitações, impulsionando a educação para toda a sociedade para se chegar com a maior brevidade possível ao setor doméstico e impulsionar os métodos educacionais metacognitivos e mitigar a pobreza energética.

A circularidade entre todos os conceitos adjacentes à procura responsável na utilização de energia e recursos, promove a sustentabilidade de todas as redes de energia, cooperando para o desenvolvimento dos nZEB, o que por sua vez irá otimizar o comportamento ambiental, social e económico por parte de todos os partícipes. Posto isto, conceitos de rentabilidade económica ao longo do ciclo de vida, aliados a métodos inovadores sustentados no desempenho social e ambiental, promovem a flexibilidade dos sistemas e processos de construção.

Os efeitos sinérgicos da investigação, inovação e educação equiponderarão os custos financeiros associados, reduzindo assim a negatividade efeito de retorno das medidas de EE, podendo impulsionar efeitos transformacionais positivos.

Por sua vez, a legislação e políticas públicas devem ser fomentadas e sustentadas por investigação, inovação, comunicação e diálogo e não por lobbies económicos que estão dispostos a todas as formas e meios para continuarem as suas economias lineares, que

consentem lucros não sustentados pelos fatores ambientais e sociais, uma habilidade sustentável ao invés do caminho da sustentabilidade, limitando as infraestruturas por interesses económicos e não proporcionando uma abordagem horizontal a toda a sociedade, usurpando os direitos sociais e ambientais.

Os consórcios entre a sociedade, as universidades e as empresas devem ser aprimorados para que as fontes de conhecimento não foquem os seus trabalhos única e exclusivamente na procura das empresas e da sociedade, mas sim na inversão gradual deste processo, para que a sociedade e as empresas não se deixem apenas dirigir pelos interesses económicos e pensem com o mesmo grau de importância nos aspetos sociais e ambientais.

Os instrumentos económicos, normalmente têm em consideração um investimento em tecnologia acima do objetivo de influenciar a alteração dos paradigmas sociais e do desempenho ambiental. Tradicionalmente, o primordial objetivo das tarifas de eletricidade é a sustentabilidade das empresas, enquanto diversos objetivos como a equidade e transparência surgem em segundo plano (AEA, 2013).

O desenvolvimento educacional na construção é essencial, visto que a legislação não assegura a qualidade de execução dos trabalhos. Assim, a DSM, com uma abordagem holística de todo o sistema energético logrará impulsionar a monitorização não só das novas construções, mas também servir de apoio aos planos de reabilitação do ambiente construído e minorar a pobreza energética de forma ambientalmente responsável, socialmente equitativa e economicamente exequível (Brundtland, 1987).

A circularidade de todos os conceitos abordados, promove a sustentabilidade de todas as redes de energia e recursos, contribuindo para o crescimento dos edifícios com zero emissões e iniciando uma surpreendente flexibilidade e gestão temporal do regime jurídico para a reabilitação urbana, diminuindo assim os desastres naturais e sociais. Em suma, a evolução legislativa deve otimizar os seus processos de reformulação para permitir atingir a sustentabilidade de forma responsável, uma vez que a EE se tornou uma oportunidade de negócio para o setor da construção. Assim, tendo em consideração a evolução normativa e o paradigma atual das empresas envolvidas nos processos de construção e de todo o parque imobiliário, é necessário desenvolver abordagens para a integração de diversas tecnologias e processos inovadores que demonstrem elevado desempenho social e ambiental e impulsionem os métodos metacognitivos, simplificando a perceção de problemas dissimulados, que não são

geralmente de fácil identificação por todos os partícipes, reduzindo assim a negatividade do efeito de retorno, e os SBS.

Considerando as referências temporais para a transposição da legislação Europeia para as normas nacionais (EPBD-recast 2010, surgiu na legislação nacional em 2013, tendo sido reajustada em 2015), Portugal deve delinear uma estratégia nacional descentralizada, considerando as particularidades regionais para a adoção das opções facultativas que surgem com a revisão da EPBD em 2018, repensando os processos de financiamento e implementação e reconsiderando as diferentes abordagens para as zonas rurais e urbanas até 2020.

Contudo, dado o parque imobiliário nacional as estratégias de reabilitação devem ser repensadas de forma sustentável, repensando a gestão da procura de energia e recursos, pois ao contrário dos novos edifícios estes não se encontram no ponto inicial de projeto no que diz respeito à utilização de recursos e energia.

## **5.2 CONCLUSÃO**

Projetar um edifício seguindo os modelos convencionais, desde um solo vazio ou já anteriormente utilizado, difere do projeto de reabilitação, onde existem diversas variáveis a ter em consideração. Contudo, em ambas as abordagens, existe um determinado posicionamento territorial, sendo que a sua envolvência está sujeita a condições demográficas, geográficas, ambientais e sociais.

O conceito de nZEB deve promover o investimento inicial no desenho passivo de um edifício, considerando a arquitetura vernacular, o mimetismo na construção, a construção modular, as impressões tridimensionais e as tecnologias hodiernas, as quais podem ser conjugadas de forma sustentável para a conceção e gestão temporal do edifício.

Deste modo, é necessário repensar a conceção dos projetos de construção, considerando que existe a possibilidade de um projeto não otimizado obter elevada classificação nos métodos de avaliação da sustentabilidade, pois apesar de na fase de utilização do edifício a DSM ser levada a cabo de forma sustentável (incorporando a energia proveniente de fontes renováveis e o armazenamento de energia entre outras medidas), não significa que o projeto tenha sido eficientemente concebido para reduzir a necessidade da procura de energia, bem como a utilização de energia para os materiais e componentes utilizados, considerando a sua extração, transporte e aplicação durante a fase de conceção.

Surge assim, a necessidade de se repensar os edifícios novos e as reabilitações dos existentes, no que diz respeito a todos os processos que levam à utilização de energia e recursos. Concludentemente, a gestão aborda os planos, conceitos, ideias, hipóteses e estratégias. Assim, esta dissertação visa alargar o conceito de DSM a todo o setor da construção e do edificado construído, repensando todo o processo energético, desde o ponto inicial de projeto, considerando a conceção e utilização de uma infraestrutura, sendo que diversos autores apontam para uma definição aberta da DSM que constantemente introduz novos conceitos para a sua evolução de forma gradual. Assim, para as novas construções, passa por se colocar estas na DSM, enquanto que para as reabilitações, passa por se colocar a DSM nestas.

Apesar de no século XXI a legislação referente ao desenvolvimento sustentável e utilização de energia ter aumentado de forma progressiva, tal como os instrumentos financeiros para apoiar as soluções sustentáveis, a inovação, investigação e novas tecnologias, ainda assim, a utilização de energia e recursos, e as emissões de GEE mantêm-se em crescendo, o que levanta a dúvida se os processos têm sido abordados considerando os diferentes pesos da sustentabilidade (económico, social e ambiental), apesar do aumento populacional.

Posto isto, surge a necessidade de se repensarem métodos, dinâmicas e sinergias entre diferentes conceitos para o desenvolvimento sustentável do ambiente construído e da utilização de energia por parte do setor da construção e dos edifícios, refletindo-se de forma distinta mas com sinergias comuns, acerca das reabilitações e construções novas, percecionando de que modo estas se podem apoiar reciprocamente.

São sugeridas as seguintes considerações para o desenvolvimento dos projetos de investigação, da evolução normativa, apoio à revisão da legislação hodierna e criação de instrumentos financeiros, considerando-se uma abordagem não vertical no setor da construção e dos edifícios no âmbito da utilização de energia:

- Explorar o conceito de bio mimetismo na construção e o seu enquadramento na legislação, fomentando desde o ponto inicial de projeto os conceitos da construção passiva;
- Analisar abordagens “*cradle-to-cradle*” aquando do projeto inicial do edifício, pensando num ciclo de vida contínuo, sendo a fase final a reutilização;
- Conectar todas as Diretivas relacionadas com os edifícios direta e indiretamente numa só Diretiva, a Diretiva dos Edifícios e da Construção;

- Melhorar a legislação e programas de incentivo para a EE das empresas no setor da construção;
- Estudar a viabilidade da aplicação de subsídios diretos no setor da habitação para a EE, como por exemplo na mobilidade eficiente a subsídição direta atribuída na compra de veículos elétricos, adindo a rede de carregamento pública gratuita até finais de 2018;
- Estudar o armazenamento de energia em obra (energia incorporada), e a melhoria da frota de veículos elétricos nas empresas de construção, podendo estes por vezes servir de apoio nos períodos de pico e reduzir consideravelmente a energia incorporada necessária para a execução das infraestruturas, sempre que possível e oportuno;
- Estudar a melhor forma de Portugal propor maior flexibilidade legislativa à UE, para permitir a descentralização das políticas DSM e considerar as particularidades de cada região nacional, otimizando as políticas internas;
- Aproximar os projetos submetidos no período de transição para os nZEB de forma transparente, tendo em consideração o período de execução e o ciclo de vida dos mesmos;
- Garantir que em Portugal, o setor da construção apesar de ter sofrido uma crise considerável entre 2002 e 2016, tenha um crescimento responsável e sustentável;
- Criar legislação específica para os edifícios que são exceção nos regulamentos (património histórico, edifícios de culto e atividades religiosas, entre outros), uma vez que muitos destes estão isentos do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI);
- Proporcionar diferente taxaço do IMI, considerando o desenvolvimento das zonas de sinergia e das redes inteligentes de energia bem como dos métodos e processos de construção adotados para as reabilitações e construções novas;
- Estudar de que forma a evolução normativa deve inserir as empresas de construção e métodos construtivos na legislação que diz diretamente respeito aos edifícios e a sua utilização de energia;
- Avaliar o potencial das construções impressas tridimensionalmente, da modularização e dos ciclos fechados entre recursos;
- Analisar a evolução dos parlamentos regionais, e da forma como as universidades podem ser fundamentais no desenvolvimento dos mesmos, exponenciando o desenvolvimento local de boas práticas e otimizando as ARU das localidades e zonas urbanas;
- Considerar o futuro da coabitación;

- Considerar a possibilidade de todos os edifícios terem um manual de instruções;
- Criar um esquema para definir um ciclo de vida individual para diferentes edifícios, considerando os seus diferentes propósitos;
- Ponderar a construção modular e os exemplos a nível mundial neste âmbito;
- Considerar o conceito de Engenharia Circular, a abordagem aos princípios da EC na construção, e o desenvolvimento de processos de engenharia e métodos educacionais para este fim;
- Promover a divisão de incentivos por todos os intervenientes ao longo das diferentes fases do ciclo de vida dos edifícios, tendo em consideração os materiais, processos e métodos de construção e utilização de energia (energia operacional, energia incorporada), entre outros que demonstrem elevado desempenho sustentável, inclusive aos inquilinos dos edifícios arrendados, desde o setor residencial, industrial e comercial, propulsionando o direito à habitação no que ao diz respeito ao setor residencial, estimulando mudanças comportamentais nas habitações;
- Avaliar diferentes condições de mercado para abordagens de elevado desempenho social e ambiental, mesmo que o período de retorno económico seja superior a uma abordagem económica convencional;
- Estudar a forma de aplicação de tecnologias “*Blockchain*”, para o desenvolvimento de novos mercados energéticos inclusive a gestão dos fundos de financiamento e conexão destes com métodos BSA, legislação e certificados de desempenho energético, a fim de se conjugarem todos os fatores e intervenientes numa plataforma digital, propulsionando a segurança e transparência dos mesmos;
- Desenvolver plataformas para a partilha de experiências a nível local para a EE, como por exemplo para o projeto “*InovCity*”, onde o município de Évora e os seus habitantes poderiam partilhar as suas experiências e divulgar estas a futuros utilizadores de outras regiões;
- Desenvolver sinergias entre projetos de investigação, tirando partido de projetos piloto já implementados, como por exemplo o “*Block by Block*”, o “*iBROAD*” e o “*InovGrid*”, para se impulsionar a sustentabilidade do ambiente construído, sendo que a capacidade recetiva de um laboratório vivo, com a colaboração de diferentes intervenientes de diversas áreas e diferentes perspetivas, conhecimentos e experiências otimiza uma abordagem holística (Eriksson et al., 2005);

### 5.3 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

De acordo com a investigação, processo e análise desenvolvidos na dissertação, as Diretivas abordadas indicam a necessidade de revisão e adaptação constante por parte de todos os decisores, quer para o seu desenvolvimento contínuo, quer para a implementação por parte dos EM. Assim, surge a necessidade da adaptabilidade legislativa e da regionalização de políticas energéticas, para a melhor perceção de todos os parâmetros adjacentes à utilização de energia no setor da construção e do edificado construído.

Deste modo, para o desenvolvimento de uma abordagem holística de todo o paradigma da gestão da procura de energia, não só para a otimização da legislação existente com abordagens “*ex-ante*” e “*ex-post*”, mas também para a clarificação e simplificação da sua implementação ao nível individual, é necessário considerar abordagens disruptivas, descentralizadas e liberais. Com este intuito, como trabalhos futuros são apresentados resumidamente os seguintes objetivos:

- a) Analisar diferentes Diretivas da UE conexas direta ou indiretamente com os edifícios e a utilização de energia, assim como a sua transposição para os regulamentos nacionais (Portugal), visando o estudo:
  - a. Materiais utilizados nos edifícios (ISO/EN 15804);
  - b. Desperdícios e resíduos de construção e demolição (Diretiva 2008/98/CE);
  - c. Diretiva 2009/72/CE do PE e do Conselho, de 13 de julho de 2009, que estabelece regras comuns para o mercado interno da eletricidade e que revoga a Diretiva 2003/54/CE;
  - d. Diretiva 2009/125/CE do PE e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de conceção ecológica dos produtos relacionados com a utilização de energia;
  - e. Regulamento (UE) 2017/1369 do PE e do Conselho, de 4 de julho de 2017, que estabelece um regime de etiquetagem energética e que altera e subsequentemente revoga a Diretiva 2010/30/UE;
- b) Desenvolver uma aplicação na íntegra de uma abordagem digital, para um projeto de construção financiado ao abrigo de um fundo de investimento da UE e regulamentado e regulado ao abrigo de legislação da UE:
  - a. “*Cloud*” digital para a gestão temporal do edifício, utilização de energia, investimento e regulamentações, com a análise e monitorização em tempo real

desde o ponto inicial de projeto, facilitando a percepção de todos os métodos e processos envolvidos;

- b. Criação de ciclos de “*feedback*” entre todos os intervenientes ao longo do ciclo de vida e respetivo estudo de quantificação do impacte destes nos métodos metacognitivos de educação para a mudança de paradigma na utilização de energia, permitindo avaliar em tempo real o grau de satisfação dos partícipes com ferramentas interativas;
- c. Transparência, resiliência e sustentabilidade para a divisão de incentivos entre todos os partícipes, quer na oferta, quer na procura de energia e financiamento para o projeto, agrupando especificamente os partícipes por área de influência e atuação;
- d. Conceber uma ferramenta para consulta em tempo real de todos os parâmetros, facilitando o entendimento de todos os métodos e processos desenvolvidos a todos os partícipes;
- e. Aplicar a diferentes casos de estudo (um edifício novo e a uma reabilitação), adindo uma construção passiva, considerando os princípios da arquitetura vernacular e a redução de todas as necessidades energéticas desde o ponto inicial de projeto, para clarificar todos os parâmetros, conotações e sinergias e de quão estes se podem apoiar reciprocamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aalami, H. A., Moghaddam, M. P., & Yousefi, G. R. (2010). Demand response modeling considering Interruptible/Curtailable loads and capacity market programs. *Applied Energy*, 87(1), 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.05.041>
- AEA (Agência Europeia do Ambiente). (2013). *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take? Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013*. <https://doi.org/10.2800/49941>
- Alarcon-Rodriguez, A., Ault, G., & Galloway, S. (2010). Multi-objective planning of distributed energy resources: A review of the state-of-the-art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(5), 1353–1366. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.01.006>
- Alba-Rodríguez, M. D., Martínez-Rocamora, A., González-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66(December 2016), 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.06.002>
- Albadi, M. H., & El-Saadany, E. F. (2008). A summary of demand response in electricity markets. *Electric Power Systems Research*, 78(11), 1989–1996. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2008.04.002>
- Almeida, M., Ferreira, M., & Rodrigues, A. (2016). Definição de nZEB em Portugal – Contributo com base em análises de custo de ciclo de vida. *Seminário Construir em Madeira*, 27–38. <http://hdl.handle.net/1822/43268>
- Amin, N. D. M., Akasah, Z. A., & Razzaly, W. (2015). Architectural Evaluation of Thermal Comfort: Sick Building Syndrome Symptoms in Engineering Education Laboratories. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 204(November 2014), 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.105>
- Aneke, M., & Wang, M. (2016). Energy storage technologies and real life applications – A state of the art review. *Applied Energy*, 179, 350–377. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.097>
- Angiz, L. M. Z., Mustafa, A., Ghani, N. A., & Kamil, A. A. (2012). Group decision via usage of analytic hierarchy process and preference aggregation method. *Sains Malaysiana*, 41(3), 361–366.

[https://www.researchgate.net/publication/233962480\\_Group\\_Decision\\_via\\_Usage\\_of\\_Analytic\\_Hierarchy\\_Process\\_andPreference\\_Aggregation\\_Method](https://www.researchgate.net/publication/233962480_Group_Decision_via_Usage_of_Analytic_Hierarchy_Process_andPreference_Aggregation_Method)

APEMETA (2018). Associação Portuguesa de Empresas de Tecnologias Ambientais. Disponível em: [http://www.apemeta.pt/edicoes/imagens/@ficheiros/2219\\_Quest%C3%B5es%20SBTool%20PT.pdf](http://www.apemeta.pt/edicoes/imagens/@ficheiros/2219_Quest%C3%B5es%20SBTool%20PT.pdf) Acesso a: 22 de setembro de 2018

APREN. (2018). (Associação Portuguesa de Energia Renováveis), Disponível em: <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/o-que-sao/> Acesso a: 22 de janeiro de 2018

Attia, S., Gratia, E., De Herde, A., & Hensen, J. L. M. (2012). Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design. *Energy and Buildings*, 49, 2–15. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.028>

Axsen, J., & Kurani, K. S. (2011). Interpersonal influence in the early plug-in hybrid market: Observing social interactions with an exploratory multi-method approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(2), 150–159. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2010.10.006>

Azevedo, I., & Glachant, J. (2012). *How to Refurbish All Buildings by 2050*. <https://doi.org/10.2870/41596>

Baker, N., & Standeven, M. (1996). Thermal comfort for free-running buildings. *Energy and Buildings*, 23(3), 175–182. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(95\)00942-6](https://doi.org/10.1016/0378-7788(95)00942-6)

Bakker, S., & Budde, B. (2012). Technological hype and disappointment: Lessons from the hydrogen and fuel cell case. *Technology Analysis and Strategic Management*, 24(6), 549–563. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.693662>

Barreto, L., Makihira, A., & Riahi, K. (2003). The hydrogen economy in the 21st century: A sustainable development scenario. *International Journal of Hydrogen Energy*, 28(3), 267–284. [https://doi.org/10.1016/S0360-3199\(02\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0360-3199(02)00074-5)

Beck, U. (1997). *The Reinvention of Politics: Rethinking Modernity in the Global Social Order*. Polity Press, Oxford/Cambridge.

Bergaentzlé, C., Clastres, C., & Khalfallah, H. (2014). Demand-side management and European environmental and energy goals: An optimal complementary approach. *Energy Policy*, 67, 858–869. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.008>

- Berkhout, F. (2006). Normative expectations in systems innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 18(3–4), 299–311. <https://doi.org/10.1080/09537320600777010>
- Borup, M., Brown, N., Konrad, K., & Van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis and Strategic Management*, 18(3–4), 285–298. <https://doi.org/10.1080/09537320600777002>
- Boulding, K. E. (2011). Environmental Quality in a Growing Economy, 3–14. <https://doi.org/10.4324/9781315064147>
- BPIE. (2011). Europe’s buildings under the microscope. Bruxelas. Obtido de: [http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR\\_EU\\_B\\_under\\_microscope\\_study.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf)
- BPIE. (2014). Investing in the European buildings infrastructure – An opportunity for the EU’s new investment package. Bruxelas. Obtido de: [http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/11/Investing\\_in\\_Europe\\_s\\_buildings\\_infrastructure\\_BPIE\\_Discussion\\_Paper.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/11/Investing_in_Europe_s_buildings_infrastructure_BPIE_Discussion_Paper.pdf)
- BPIE. (2016). 9 ways to make the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) more effective. Bruxelas. Obtido de: [http://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/08/EPBD-paper\\_Eng.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/08/EPBD-paper_Eng.pdf)
- BPIE. (2018). Facts & Figures. Disponível em: <http://bpie.eu/publications/> Acesso a: 3 de janeiro de 2018.
- Brad, S., & Brad, E. (2015). Enhancing SWOT analysis with TRIZ-based tools to integrate systematic innovation in early task design. *Procedia Engineering*, 131, 616–625. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.455>
- Bragança, L., Vieira, S. M., & Andrade, J. B. (2014). Early stage design decisions: the way to achieve sustainable buildings at lower costs. *TheScientificWorldJournal*, 2014, 365364. <https://doi.org/10.1155/2014/365364>
- Bragança, L. (2017). SBTOOL URBAN: Instrumento para a promoção da sustentabilidade urbana. SINGEURB. Obtido de: <http://civil.uminho.pt/urbanere/wp-content/uploads/2018/05/E28-SINGEURB-2017.pdf>
- BREEAM. (2017a). Disponível em: <http://www.breeam.com> Acesso a: 8 de dezembro de 2018

- BREEAM. (2017b). <http://www.breeam.com>. Disponível em: <http://www.breeam.com/index.jsp?id=804> Acesso a: 11 de dezembro de 2017
- Brundtland, G. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oxford paperbacks (Vol. Report of). <https://doi.org/10.2307/2621529>
- Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2010). The rhetoric of adaptive reuse or reality of demolition: Views from the field. *Cities*, 27(4), 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.12.005>
- Bullen, P., & Love, P. (2011). A new future for the past: a model for adaptive reuse decision-making. *Built Environment Project and Asset Management*, 1(1), 32–44. <https://doi.org/10.1108/20441241111143768>
- Castro, M. de F., Mateus, R., & Bragança, L. (2015). A critical analysis of building sustainability assessment methods for healthcare buildings. *Environment, Development and Sustainability*, 17(6), 1381–1412. <https://doi.org/10.1007/s10668-014-9611-0>
- CE. (2013). Incorporating demand side flexibility, in particular demand response, in electricity markets. Bruxelas. Obtido de: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com\\_2013\\_public\\_intervention\\_swd07\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com_2013_public_intervention_swd07_en.pdf)
- CE. (2014). Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe. Bruxelas. Obtido de: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0001.01/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1&format=PDF)
- CE. (2014a). Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy. Bruxelas. Obtido de: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f0db7509-13e5-11e4-933d-01aa75ed71a1.0003.03/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f0db7509-13e5-11e4-933d-01aa75ed71a1.0003.03/DOC_1&format=PDF)
- CE. (2014b). HORIZON 2020 em breves palavras. O programa-quadro da investigação e inovação na UE. Direção Geral da Investigação e da Inovação. Obtido de: [https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020\\_PT\\_KI0213413PTN.pdf](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_PT_KI0213413PTN.pdf)
- CE. (2015a). *Accelerating the European Energy System Transformation*.

- CE. (2015b). Delivering a New Deal for Energy Consumers.
- CE. (2016). COMMISSION RECOMMENDATION (EU) 2016/1318 of 29 July 2016 on guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings. Bruxelas. Obtido de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016H1318&from=EN>
- CE. (2016b). Impact Assessment for the amendment of the Energy Performance of Buildings Directive. Bruxelas. Obtido de: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1\\_en\\_impact\\_assessment\\_part1\\_v3.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_impact_assessment_part1_v3.pdf)
- CE. (2016c) 2016/860 ANNEX 1 Accelerating clean energy in buildings to the COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK. Clean Energy For All Europeans. Bruxelas. Obtido de: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fa6ea15b-b7b0-11e6-9e3c-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fa6ea15b-b7b0-11e6-9e3c-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF)
- CE. (2018a). Disponível em: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive> Acesso a: 12 de outubro de 2018
- CE. (2018b). Guia de simplificação 80 medidas de simplificação na política de coesão para 2021-2027 Direção-Geral da Política Regional e Urbana. Bruxelas. Obtido de: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/factsheet/new\\_cp/simplification\\_handbook\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/factsheet/new_cp/simplification_handbook_pt.pdf)
- CE. (2018c). Disponível em: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/funding/erdf/](http://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/erdf/) Acesso a: 15 de outubro de 2018
- CE. (2018d). Disponível em: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/h2020-sections> Acesso a: 15 de outubro de 2018
- CEM. (2014). Disponível em: <http://www.casasemmovimento.com> Acesso a: 13 de novembro de 2017

- Chao, H. po. (2011). Demand response in wholesale electricity markets: The choice of customer baseline. *Journal of Regulatory Economics*, 39(1), 68–88. <https://doi.org/10.1007/s11149-010-9135-y>
- Charonis, G.-K. (2013). Degrowth, steady state economics and the circular economy: three distinct yet increasingly converging alternative discourses to economic growth for achieving environmental sustainability and social equity. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(September 2012), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Comissão Nacional da Unesco. (2018). Ministério dos Negócios Estrangeiros “Objetivos do Desenvolvimento Sustentável” Disponível em: <https://www.unescoportugal.mne.pt/pt/noticias/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel> Acesso a: 5 de janeiro de 2018
- Dabur, P., Singh, G., & Yadav, N. (2012). Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 1(1), 1–6. Obtido de: <https://pdfs.semanticscholar.org/fa1f/5de7a4871e85a353bd68f9a1241a86fb1db0.pdf>
- Darby, S. (2006). the Effectiveness of Feedback on Energy Consumption a Review for Defra of the Literature on Metering , Billing and. *Environmental Change Institute University of Oxford*, 22(April), 1–21. <https://doi.org/10.4236/ojee.2013.21002>
- De Gracia, A., & Cabeza, L. F. (2015). Phase change materials and thermal energy storage for buildings. *Energy and Buildings*, 103, 414–419. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.007>
- Delta Development Group. (2018). Disponível em: <http://www.deltadevelopment.eu/en/project-development/projectdevelopment/park-2020/> Acesso a: 27 de setembro de 2018
- Depuru, S.S.S.R., Wang, L., & Devabhaktuni, V. (2011). Smart meters for power grid: Challenges, issues, advantages and status. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 15 (6), 2736-2742. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.039>
- Deru, M., & Torcellini, P. (2004). Improving Sustainability of Buildings Through a Performance-Based Design Approach: Preprint. World renewable energy congress VIII,

29 August-3 September 2004. Obtido de:  
[https://www.researchgate.net/publication/255200360\\_Improving\\_Sustainability\\_of\\_Buildings\\_Through\\_a\\_Performance-Based\\_Design\\_Approach\\_Preprint](https://www.researchgate.net/publication/255200360_Improving_Sustainability_of_Buildings_Through_a_Performance-Based_Design_Approach_Preprint)

- Din, A., & Brotas, L. (2016). Exploration of life cycle data calculation: Lessons from a Passivhaus case study. *Energy and Buildings*, 118, 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.02.032>
- Ding, Z., Perlaza, S. M., Esnaola, I., Poor, H. V., Dong, Y., Farnia, F., ... Yener, A. (2015). Energy Harvesting Wireless Communications: A Review of Recent Advances. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 33(3), 360–381. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2015.2391531>
- DL 363/2007. (2007). Portugal, Estabelece o regime jurídico aplicável à produção de electricidade por intermédio de unidades de micro-produção. Decreto-lei nº 363/2007 de 2 de novembro. Obtido de: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/629412/details/maximized>
- DL 118/2013. (2013). Portugal, Regulamento Desempenho energético dos edifícios de habitação Decreto-lei nº 118/2013 de 20 agosto. Obtido de: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/499237/details/maximized>
- DL 251/2015. (2015). Portugal, Regulamento Desempenho energético dos edifícios de habitação Decreto-lei nº 118/2013 de 20 agosto, alterado pelo DL nº 251/2015 de 25 de novembro. Obtido de: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/71100900/details/maximized>
- Duballet, R., Baverel, O., & Dirrenberger, J. (2017). Classification of building systems for concrete 3D printing. *Automation in Construction*, 83(August), 247–258. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.018>
- EDP. 2018. (Energias de Portugal). Disponível em: <https://www.edp.com/pt-pt/historias/evora-inovcity> Acesso a: 12 de outubro de 2018
- Ehrenfeld, J. R. (1997). Industrial ecology: a framework and process design. *Journal of Cleaner Production*, 5(1), 87–95. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(97\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(97)00015-2)
- EIA. (2017). International Energy Outlook 2017, U. S. Energy Information Administration. 14 de setembro de 2017. Obtido de: [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)
- Eissa, M. M. (2011). Demand side management program evaluation based on industrial and

- commercial field data. *Energy Policy*, 39(10), 5961–5969.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.057>
- El Rahi, G., Saad, W., Glass, A., Mandayam, N. B., & Poor, H. V. (2016). Prospect theory for prosumer-centric energy trading in the smart grid. *2016 IEEE Power and Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference, ISGT 2016*.  
<https://doi.org/10.1109/ISGT.2016.7781198>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Growth within: a circular economy vision for a competitive europe*. Ellen MacArthur Foundation. Obtido em:  
[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthurFoundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf).
- Eriksson, M., Niitamo, V-P., & Kulkki, S. (2005). State-of-the-art in utilizing Living Labs approach to user-centric ICT innovation - a European approach. Dec 15, 2005. Obtido de: <https://pdfs.semanticscholar.org/2edd/5e0fef9f7f9fd0262dea937cb997b3ab8d5f.pdf>
- Eurostat. (2015). Renewable energy in the EU, Share of renewables in energy consumption up to 15% in the EU in 2013, 10 March 2015. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6734513/8-10032015-AP-EN.pdf/3a8c018d-3d9f-4f1d-95ad-832ed3a20a6b>.
- Fenwick Iribarren. (2018). Disponível em:  
<http://www.fenwickiribarren.com/en/proyecto/rasabuaboud.html> Acesso a: 7 de março de 2018
- Ferreira, J., & Pinheiro, M. (2011). In search of better energy performance in the Portuguese buildings-The case of the Portuguese regulation. *Energy Policy*, 39(12), 7666–7683.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.062>
- Fine, G.A., & O'Neill, B. (2010). Policy Legends and Folklists: Traditional Beliefs in the Public Sphere, *The Journal of American Folklore*, 123, 150-178.
- Fischer, F. (1995). *Evaluating public policy*, Chicago: Nelson-Hall Publishers.
- Ford, R., Pritoni, M., Sanguinetti, A., & Karlin, B. (2017). Categories and functionality of smart home technology for energy management. *Building and Environment*, 123, 543–554.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.020>

- Foster, N. (2003). *Architecture and Sustainability*, 12. Obtido de: <http://www.fosterandpartners.com/media/546486/essay13.pdf>
- Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144–152. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
- Frye, N. (1991). *The Modern Century*, Oxford University Press, Toronto/Oxford/New York.
- Garitage Park. (2018). Disponível em: <https://www.garitagepark.com/en/gallery/Gallery>  
Acesso a: 2 de outubro de 2018
- Georgievski, I., Nguyen, T. A., Nizamic, F., Setz, B., Lazovik, A., & Aiello, M. (2017). Planning meets activity recognition: Service coordination for intelligent buildings. *Pervasive and Mobile Computing*, 38, 110–139. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2017.02.008>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gil, A., Medrano, M., Martorell, I., Lázaro, A., Dolado, P., Zalba, B., & Cabeza, L. F. (2010). State of the art on high temperature thermal energy storage for power generation. Part 1- Concepts, materials and modellization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 31–55. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.035>
- Goldstein, B. P., Herbøl, M., & Figueroa, M. J. (2013). Gaps in tools assessing the energy implications of renovation versus rebuilding decisions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 244–250. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.03.005>
- Gonçalves, H., & Brotas, L. (2007). *Passivehaus Applied to warm Climates in Europe* Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, Portugal. Obtido de: <http://www.eerg.it/passive-on.org/CD/1.%20Technical%20Guidelines/Part%202/Passivhaus%20UK/Part%202%20-%20UK%20Passivhaus%20in%20Detail.pdf>
- Gosselin, C., Duballet, R., Roux, P., Gaudillière, N., Dirrenberger, J., & Morel, P. (2016). Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete - a new processing route for architects and builders. *Materials and Design*, 100, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.03.097>

- GRID INNOVATION, (2018). Disponível em: <http://www.gridinnovation-online.eu/articles/library/inovgrid-project---edp-distribuicao-portugal.kl> Acesso a: 15 de setembro de 2018
- Habermas, J. (1981). *The Theory of Communicative Action*.
- Hague, R., Campbell, I., & Dickens, P. (2003). Implications on Design of Rapid Manufacturing. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C, Journal of Mechanical Engineering Science*, 217 (1) 25–30. Obtido de: <https://core.ac.uk/download/pdf/2740728.pdf>
- Hall, M., Geissler, A., & Burger, B. (2014). Two years of experience with a net zero energy balance - Analysis of the Swiss MINERGIE-A® standard. *Energy Procedia*, 48, 1281–1291. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.145>
- Hedrén, J., & Linnér, B. O. (2009). Utopian thought and the politics of sustainable development. *Futures*, 41(4), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2008.09.004>
- Heiskanen, E., & Jalas, M. (2000). Dematerialization Through Services – A Review and Evaluation of the Debate. Ministério do Ambiente. Helsínquia. Obtido de: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40558/FE\\_436.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40558/FE_436.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herczeg, M., McKinnon, D., Milios, L., Bakas, I., Klaassens, E., Svatikova, K., & Widerberg, O. (2014). *Resource efficiency in the building sector. Final Report*. Obtido de: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Resource%20efficiency%20in%20the%20building%20sector.pdf>
- Heringer, A. (2017). Disponível em: <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=30> Acesso a: 27 de outubro de 2017
- Hill, M. (2009). *The Public Policy Process*, 5th Edition, Harlow: Pearson Education Limited, 143.
- Hilson Moran. (2018). Disponível em: <https://www.hilsonmoran.com/> Acesso a: 1 de julho de 2018
- Home Boutique. (2018). Disponível em: <https://homeboutique.bg/en/> Acesso a: 3 de outubro

de 2018

- Hörbst, K., & Grill, A. (2017). Disponível em: <http://architektur.hoerbst.com/projekt/meti-school-bangladesh-anna-heringer/?identifier=0>
- Hwang, J., Choi, M. I., Lee, T., Jeon, S., Kim, S., Park, S., & Park, S. (2017). Energy Prosumer Business Model Using Blockchain System to Ensure Transparency and Safety. *Energy Procedia*, 141, 194–198. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.037>
- Ibrahim, H., Ilinca, A., & Perron, J. (2008). Energy storage systems-Characteristics and comparisons. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(5), 1221–1250. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.01.023>
- iBRoad. (2018). individual Building Renovation Roadmaps. Disponível em: <https://ibroad-project.eu/> Acesso a: 8 de outubro de 2018
- IEA. (2014). Key world energy statistics. International Energy Agency. Obtido em: <https://www.fossilfuelsreview.ed.ac.uk/resources/Evidence%20-%20Climate%20Science/IEA%20-%20Key%20World%20Energy%20Statistics.pdf>
- iisBE. (2018). Disponível em: <http://www.iisbe.org/> Acesso a: 22 de setembro de 2018.
- INE. (2011). Censos 2011 Resultados Definitivos. Lisboa.
- IqtiyaniIham, N., Hasanuzzaman, M., & Hosenuzzaman, M. (2017). European smart grid prospects, policies, and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 776–790. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.014>
- Itard, L., & Klunder, G. (2007). Comparing environmental impacts of renovated housing stock with new construction. *Building Research and Information*, 35(3), 252–267. <https://doi.org/10.1080/09613210601068161>
- Jornal Oficial da UE. (2018). Commission notice: ‘Energy transmission infrastructure and EU nature legislation’ (2018/C 213/02) Obtido em: <http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Energy%20guidance%20and%20EU%20Nature%20legislation.pdf>
- Karunanithi, K., Saravanan, S., Prabakar, B. R., Kannan, S., & Thangaraj, C. (2017). Integration of Demand and Supply Side Management strategies in Generation Expansion Planning.

- Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73(September 2015), 966–982.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.017>
- Keane, A., Tuohy, A., Meibom, P., Denny, E., Flynn, D., Mullane, A., & O'Malley, M. (2011). Demand side resource operation on the Irish power system with high wind power penetration. *Energy Policy*, 39(5), 2925–2934.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.071>
- Kim, J-H., & Shcherbakova, A. (2011). Common failures of demand response. *Energy*, 36, 873-880. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.12.027>
- KODASEMA. (2017). Disponível em: <http://www.kodasema.com> Acesso a: 12 de dezembro de 2017
- Kohler, N., & Hassler, U. (2002). The building stock as a research object. *Building Research and Information*, 30(4), 226–236. <https://doi.org/10.1080/09613210110102238>
- Kohler, N., & Moffatt, S. (2003). Life-cycle analysis of the built environment. *Industry and Environment*, 26(2–3), 17–21. Obtido de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsia/fulltext/lifecycle.pdf>
- Kosse, V., & Mathew, J. (2000). The Use of Anticipatory Failure Determination for Analysis and Prediction of Accidents in Industry, *Systems Integrity and Maintenance, Proceedings*, 236-241.
- Kylili, A., & Fokaidis, P. A. (2017). Policy trends for the sustainability assessment of construction materials: A review. *Sustainable Cities and Society*, 35, 280–288.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.013>
- Larsson, N. (2009). The Integrated Design Process ; History and Analysis. *International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE)*, 1–16. Obtido em: <http://www.iisbe.org/node/88>
- Larsson, N., Salat, S., Bourdic, L., & Hovorka, F. (2012). Synergy Zones for provision of technical services to small urban areas. iiSBE, April 2012. Obtido em: [https://inta-aiavn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Synergy\\_Zones\\_22Apr12.pdf](https://inta-aiavn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Synergy_Zones_22Apr12.pdf)
- Lazarevic, D., Buclet, N., & Brandt, N. (2012). The application of life cycle thinking in the context of European waste policy. *Journal of Cleaner Production*, 29–30, 199–207.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.01.030>

- Lazarevic, D., & Valve, H. (2017). Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition. *Energy Research and Social Science*, 31(October 2016), 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.006>
- Lehmann, S. (2013). Low carbon construction systems using prefabricated engineered solid wood panels for urban infill to significantly reduce greenhouse gas emissions. *Sustainable Cities and Society*, 6(1), 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2012.08.004>
- Lim, S., Buswell, R. A., Le, T. T., Austin, S. A., Gibb, A. G. F., & Thorpe, T. (2012). Developments in construction-scale additive manufacturing processes. *Automation in Construction*, 21(1), 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.06.010>
- Limleamthong, P., & Guillén-Gosálbez, G. (2017). Rigorous analysis of Pareto fronts in sustainability studies based on bilevel optimization: Application to the redesign of the UK electricity mix. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1602–1613. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.134>
- Manoli, G., Katul, G. G., & Marani, M. (2016). Delay-induced rebounds in CO2 emissions and critical time-scales to meet global warming targets. *Earth's Future*, 4(12), 636–643. <https://doi.org/10.1002/2016EF000431>
- Martinaitis, V., Rogoža, A., & Bikmaniene, I. (2004). Criterion to evaluate the «twofold benefit» of the renovation of buildings and their elements. *Energy and Buildings*, 36(1), 3–8. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(03\)00054-9](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(03)00054-9)
- Mateus, R., & Bragança, L. (2009). [Prefácio a] "Guia de avaliação SBToolPT - H" Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/19290>
- Mateus, R., & Bragança, L. (2011). Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H. *Building and Environment*, 46(10), 1962–1971. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.023>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* Paperback – April 22, 2002.
- McIntyre, D.A. (1978). Seven Point Scales Of Warmth. *Building Services Engineer*, 45, 215–226.
- MESSIAS, A. (2011). Inovgrid. Redes inteligentes de distribuição. Disponível em:

<https://pt.slideshare.net/construcaosustentavel/aires-messias-edp-inovao> Lisboa: EDP Distribuição.

- Meyabadi, A. F., & Deihimi, M. H. (2017). A review of demand-side management: Reconsidering theoretical framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80(March), 367–379. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.207>
- Mont, O., & Heiskanen, E. (2015). Breaking the stalemate of sustainable consumption with industrial ecology and a circular economy. *Research on Sustainable Consumption*, 33-47. <https://doi.org/10.4337/9781783471270>
- Morelli, M., Harrestrup, M., & Svendsen, S. (2014). Method for a component-based economic optimisation in design of whole building renovation versus demolishing and rebuilding. *Energy Policy*, 65, 305–314. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.068>
- Mundaca, T.L., & Neij, L. (2010). A meta-analysis of bottom-up ex-ante energy policy evaluation studies. In proceedings of the 2010 International Energy Program Evaluation Conference, ‘Counting on Energy Programs - It's Why Evaluation Matters’, Paris, France, International Energy Program Evaluation. Obtido em: <http://portal.research.lu.se/portal/files/5899523/1763836.pdf>
- Muñoz, P., Morales, P., Letelier, V., Muñoz, L., & Mora, D. (2017). Implications of Life Cycle Energy Assessment of a new school building, regarding the nearly Zero Energy Buildings targets in EU: A case of Study. *Sustainable Cities and Society*, 32, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.016>
- Nagel, S.S. (2002). *Handbook of Public Policy Evaluation*, Sage Publications, USA.
- ODYSSEE-MURE. (2014). Energy Efficiency Policies in the EU. Lessons from the ODYSSEE-MURE project. Intelligent Energy Europe. Obtido em: <http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/MURE-Overall-Policy-Brochure.pdf>
- Øvergaard, S. (2008). Issue paper: definition of primary and secondary energy. Standard International Energy Classification (SIEC) in the International Recommendation on Energy Statistics (IRES). Oslo Group on Energy Statistics. 1-7. Obtido em: [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13\\_12a.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13_12a.pdf)
- OVG. (2015). Disponível em: <http://ovgrealestate.com/cases/the-edge> Acesso a: 25 de

setembro de 2018

- Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(3), 381–388. <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2158841>
- PassivDom. (2017). Disponível em: <https://passivdom.com/> Acesso a: 8 de novembro de 2017
- PE. (2012). ITRE Committe, Parlamento Europeu.
- Pisello, A. L., Castaldo, V. L., Fabiani, C., & Cotana, F. (2016). Investigation on the effect of innovative cool tiles on local indoor thermal conditions: Finite element modeling and continuous monitoring. *Building and Environment*, 97, 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.038>
- PLP/ARCHITECTURE. (2014). Disponível em: <http://www.plparchitecture.com/the-edge.html> Obtido em: <http://www.plparchitecture.com/images/1024%201058.png?crc=476482091>
- Polzin, F., Sanders, M., & Täube, F. (2017). A diverse and resilient financial system for investments in the energy transition. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.07.004>
- Portal da Habitação. (2018). Disponível em: <https://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/index.jsp> Acesso a: 2 de agosto de 2018
- Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? *Energy Policy*, 36(12), 4487–4501. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.022>
- Power, A. (2010). Housing and sustainability: demolition or refurbishment? *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning*, 163(4), 205–216. <https://doi.org/10.1680/udap.2010.163.4.205>
- PricewaterhouseCoopers. (2010). Assignment on Implementation Impact Analysis of Time of Day (TOD) tariff in India. Obtido em: [http://www.forumofregulators.gov.in/Data/study/Implementation\\_Impact\\_Analysis\\_of\\_Time\\_of\\_Day\\_TOD\\_tariff\\_in\\_India.pdf](http://www.forumofregulators.gov.in/Data/study/Implementation_Impact_Analysis_of_Time_of_Day_TOD_tariff_in_India.pdf)
- Rahimpour, Z., Faccani, A., Azuatalam, D., Chapman, A., & Verbič, G. (2017). Using Thermal

- Inertia of Buildings with Phase Change Material for Demand Response. *Energy Procedia*, 121, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.483>
- Riahi, K., Roehrl, R.A., Schrattenholzer, L., & Miketa, A. (2001). Technology clusters in sustainable development scenarios. Progress Report of Environmental Issue Groups, International Forum of the Collaboration Projects in Spring 2001, Tokyo, Japan.
- Ryan, L., & Campbell, N. (2012). Spreading the net: the multiple benefits of energy efficiency improvements. *International Energy Agency*, (May). <https://doi.org/10.1787/5k9crzjbpkkc-en>
- Rybczynski, W. (1987). Home: A Short History Of An Idea. Penguin Books Ltd.
- SBP. (2018). Disponível em: <https://www.sbp.de/pt/> Acesso a: 5 de maio de 2018
- Setlhaolo, D., Xia, X., & Zhang, J. (2014). Optimal scheduling of household appliances for demand response. *Electric Power Systems Research*, 116, 24–28. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2014.04.012>
- Shove, E. (2003). Converging Conventions of Comfort, Cleanliness and Convenience. *Journal of Consumer Policy*, 26(4), 395–418. <https://doi.org/10.1023/A:1026362829781>
- Shove, E. (2010). Beyond the ABC: Climate change policy and theories of social change. *Environment and Planning A*, 42(6), 1273–1285. <https://doi.org/10.1068/a42282>
- Smale, R., van Vliet, B., & Spaargaren, G. (2017). When social practices meet smart grids: Flexibility, grid management, and domestic consumption in The Netherlands. *Energy Research and Social Science*, 34(July), 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.06.037>
- Smith, H. (2006). Beyond SWOT And Towards Change. *BP Trends*, 1–15. Obtido em: <https://www.bptrends.com/publicationfiles/07-06-COL-P-TRIZ-6-SMITH.pdf>
- Son, H., & Kim, C. (2015). Early prediction of the performance of green building projects using pre-project planning variables: Data mining approaches. *Journal of Cleaner Production*, 109, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.071>
- Strbac, G. (2008). Demand side management: Benefits and challenges. *Energy Policy*, 36(12), 4419–4426. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.030>
- Tan, X., Li, Q., & Wang, H. (2013). Advances and trends of energy storage technology in

- Microgrid. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 44(1), 179–191. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2012.07.015>
- Thakur, J., & Chakraborty, B. (2016). Demand side management in developing nations: A mitigating tool for energy imbalance and peak load management. *Energy*, 114, 895–912. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.030>
- Thomsen, A., & Van Der Flier, K. (2009). Replacement or renovation of dwellings: The relevance of a more sustainable approach. *Building Research and Information*, 37(5–6), 649–659. <https://doi.org/10.1080/09613210903189335>
- Tilleman, R., (2014). <http://www.tilleman.nl>. Disponível em: <http://www.plparchitecture.com/images/1024%205001x1000x667.jpg?crc=186716870> e <https://www.archdaily.com/779169/connected-lighting-from-ethernet-to-li-fi-internet/56780221e58ece95db000009-connected-lighting-from-ethernet-to-li-fi-internet-photo>
- Trumpf, H. (2007). An approach for an Integrated Design Process focussed on Sustainable Buildings. Action C25: Sustainability of Constructions – Integrated Approach to Life-time Structural Engineering, Lisbon, Portugal.
- UE (2002). Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2002. Bruxelas. Obtido em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0091>
- UE (2004). Diretiva 2004/8/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de fevereiro de 2004. Bruxelas. Obtido em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32004L0008>
- UE. (2009). Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de abril de 2009. Bruxelas. Obtido em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=pt>
- UE. (2010). Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio de 2010. Bruxelas. Obtido em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=PT>
- UE. (2012). Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro de

2012. Bruxelas. Obtido em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=PT>
- UE. (2013). Progress by Member States towards Nearly Zero-Energy Buildings. Bruxelas. Obtido em: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0483R\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0483R(01)&from=EN)
- UE. (2018a). Diretiva (UE) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018. Bruxelas. Obtido em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=pt>
- UE. (2018b). Disponível em: [https://europa.eu/european-union/about-eu/funding-grants\\_en#management-of-funds](https://europa.eu/european-union/about-eu/funding-grants_en#management-of-funds) Acesso a: 18 de outubro de 2018
- Ugarte, S., Larkin, J., van der Ree, B., Swinkels, V., Voogt, M., Friedrichsen, N., Michaelis, J., Thielmann, A., Wietschel, M., & Villafafila, R. (2015). *Energy Storage: Which market design and regulatory incentives are needed? Report for the European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy*. Obtido em: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/563469/IPOL\\_STU\(2015\)563469\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/563469/IPOL_STU(2015)563469_EN.pdf)
- US Department of Energy. (2006). Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them. *U.S. Department of Energy*, (February), 122. Obtido em: <https://emp.lbl.gov/sites/all/files/report-lbnl-1252d.pdf>
- USGBC. (2017) <https://new.usgbc.org>. Disponível em: <https://new.usgbc.org/leed> Acesso a: 4 de novembro de 2017
- Valdez-Vazquez, I., del Rosario Sánchez Gastelum, C., & Escalante, A. E. (2017). Proposal for a sustainability evaluation framework for bioenergy production systems using the MESMIS methodology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(June 2015), 360–369. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.136>
- Vallis Sustainable Investments. (2017). Disponível em: <https://www.vallis.pt/vallisSi.do> Acesso a: 3 de novembro de 2017
- van Lente, H. (2012). Navigating foresight in a sea of expectations: Lessons from the sociology of expectations. *Technology Analysis and Strategic Management*, 24(8), 769–782.

<https://doi.org/10.1080/09537325.2012.715478>

- Vermesan, O., & Friess, P. (2013). *Internet of things – Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*, Aalborg: River Publishers. Obtido em: [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging\\_Technologies\\_for\\_Smart\\_Environments\\_and\\_Integrated\\_Ecosystems\\_IERC\\_Book\\_Open\\_Access\\_2013.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf)
- Waide, P., Ure, J., Karagianni, N., Smith, G., & Bordass, B. (2013). *The scope for energy and CO<sub>2</sub> savings in the EU through the use of building automation technology*. Obtido em: [www.waide.co.uk](http://www.waide.co.uk)
- Wallenborn, G., Prignot, N., Rousseau, C., Orsini, M., Vanhaverbeken, J., Thollier, K., & Simus, P. (2009). *Integration of Standards, Ecodesign and Users in energy-using products “ISEU”, Science for a Sustainable Development*, Bélgica. Obtido em: <http://www.belspo.be/belspo/ssd/science/Reports/ISEU%20%20Summary%20Phase1.pdf>
- Warren, P. (2015). *Demand-Side Management Policy : Mechanisms for Success and Failure. Doctoral thesis, UCL (University College London)*, (August). Obtido em: <http://discovery.ucl.ac.uk/1470440/>
- Wu, Z., & Xia, X. (2017). A Portfolio Approach of Demand Side Management. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 171–176. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.029>
- WWF International, Zoological Society of London, Global Footprint Network, & Water Footprint Network. (2014). *Living Planet Report 2014*. Obtido em: [http://wwf.panda.org/knowledge\\_hub/all\\_publications/living\\_planet\\_report\\_timeline/lpr\\_2014/](http://wwf.panda.org/knowledge_hub/all_publications/living_planet_report_timeline/lpr_2014/)
- Zalejska-Jonsson, A. (2012). Evaluation of low-energy and conventional residential buildings from occupants’ perspective. *Building and Environment*, 58, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.07.002>
- Zavadskas, E., Raslanas, S., & Kaklauskas, A. (2008). The selection of effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case. *Energy and Buildings*, 40(4), 573–587. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.04.015>

ZRS. (2017). Disponível em: <https://zrs-berlin.de/project/meti-school-handmade/> Acesso a: 9 de dezembro de 2017