

**MÁRIO FERNANDO MACHADO NUNES**

**“A sustentabilidade nos habitats do futuro:  
desenvolvimento de conceito para uma nova  
forma de trabalhar na construção civil”**

**Orientador:**

Professor Doutor Idalino André Rodrigues Nascimento Magrinho

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração**

**Lisboa**

**2021**

**MÁRIO FERNANDO MACHADO NUNES**

**“A sustentabilidade nos habitats do futuro:  
desenvolvimento de conceito para uma nova  
forma de trabalhar na construção civil”**

Dissertação defendida em provas públicas para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Sociologia e Economia do Trabalho – Inteligência Económica e Cooperação no Espaço Lusófono, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, com o Despacho de Nomeação de Júri Nº 278/2021 de 13 de Outubro de 2021, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutor José Filipe Pinto

Arguente: Prof. Doutor Joaquim Ramos Silva (ISEG)

Orientador: Prof. Doutor Idalino André Rodrigues Nascimento Magrinho

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração**

**Lisboa**

**2021**

**“Não pergunte o que o seu país pode fazer por si, pergunte-se o que pode fazer pelo seu país.”**

**John Fitzgerald Kennedy (1917-1963)**

**Dedicatória**

**A Deus toda a honra e glória pela obra magnífica da sua entrega pelo amor e pela liberdade.**

**Agradecimentos**

À Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT) - Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração, pelo mestrado em Sociologia e Economia do Trabalho - Inteligência Económica e Cooperação no Espaço Lusófono, pelo seu excelente corpo docente, e por este desafio.

Ao Professor Doutor André Magrinho pela sua disponibilidade, pelo seu apoio, por acreditar em mim e neste trabalho.

### RESUMO

O conceito de construção sustentável e, de um modo mais geral, os habitats sustentáveis, têm vindo a ganhar relevância acrescida, particularmente quando associados às políticas de adaptação e mitigação relacionadas com as alterações climáticas, em particular a transição energética, assim como à economia circular, às cidades inteligentes, aos novos materiais, e também à prossecução dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). Acresce ainda o papel instrumental que a transformação digital, vulgo Indústria 4.0, desempenha no desenvolvimento da construção sustentável. No entanto, são muitas e diversas as barreiras e os desafios para atingir elevados referenciais de construção e de habitats sustentáveis, internacionalmente reconhecidos e apresentados neste trabalho. O objetivo do trabalho de investigação consiste em fazer uma prova de conceito de construção sustentável, partindo da revisão da literatura e fundamentando-a em referenciais internacionais para o setor, reconhecidos pela comunidade científica e materializados em boas práticas, aplicados a um estudo de caso da empresa portuguesa Tecdream. É colocada uma interrogação de base “como integrar na cadeia de valor das empresas de construção civil, os desafios da sustentabilidade e da transformação digital que instrumentalmente lhe está associada?” e deduzidas quatro hipóteses de investigação. Para o efeito, são utilizados métodos qualitativos com uma abordagem indutiva sustentada no estudo de caso referido, demonstrando-se a existência de uma grande margem de progressão para se racionalizar a utilização de recursos e promover a inovação na construção civil, compaginável com o conceito de edifícios e habitats sustentáveis e o reforço da competitividade, além de que a construção sustentável também potencia modelos de negócio portadores de benefícios ambientais. Acresce que, do ponto de vista da criação de valor, a relação entre a construção sustentável e os modelos de negócio, evidencia também um exercício de soma positiva (*win-win*) para as diferentes partes interessadas (*stakeholders*).

Palavras-chave: construção sustentável; cidades inteligentes e sustentáveis; materiais e equipamentos sustentáveis, transição energética, cadeia de valor da; economia circular; objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS); ICF; EPS; *passive house*; *economic and business intelligence*; indústria 4.0.

### ABSTRACT

The concept of sustainable construction and, more generally, sustainable habitats, have gained increasing relevance, particularly when associated with adaptation and mitigation policies related to climate change, in particular the energy transition, as well as the circular economy, smart cities, new materials, and also the pursuit of sustainable development goals (SDGs). There is also the instrumental role that the digital transformation, known as Industry 4.0, plays in the development of sustainable construction. However, there are many and diverse barriers and challenges to achieving high benchmarks for construction and sustainable habitats, internationally recognized and presented in this work. The objective of the research work is to make a proof of concept of sustainable construction, starting from the literature review and basing it on international references for the sector, recognized by the scientific community and materialized in good practices, applied to a case study of the Portuguese company Tecdream. A basic question is raised "how to integrate the challenges of sustainability and the digital transformation that is instrumentally associated with it in the value chain of construction companies?" and deduced four research hypotheses. For this purpose, qualitative methods are used with an inductive approach supported by the case study referred to, demonstrating the existence of a large margin of progression to rationalize the use of resources and promote innovation in civil construction, compatible with the concept of sustainable buildings and habitats and the strengthening of competitiveness, in addition to the fact that sustainable construction also enhances business models that bring environmental benefits. Furthermore, from the point of view of value creation, the relationship between sustainable construction and business models also shows a win-win exercise for the diverse stakeholders.

Keywords: sustainable construction; smart and sustainable cities; sustainable materials and equipments, energy transition, sustainable; value chain; circular economy; sustainable development goals (SDGs); ICF; EPS; passive house; economic and business intelligence; industry 4.0.

## **Abreviaturas, Acrónimos e Siglas**

AIA - The American Institute of Architects

ACV - Avaliação de Ciclo de Vida

ADENE - Agência Nacional de Energia

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

BEI - Banco Europeu de Investimentos

BIM - Building Information Modeling

BRE - Building Research Establishment

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BSI - British Standards Institute

BSCD - Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável

CIB - Conselho Internacional da Construção

CASBEE - Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency

CIB - Conselho Internacional da Construção

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CEN - Centro Europeu de Normalização

CSR - Corporate Social Responsibility

DAP - Declarações Ambientais de Produto

EEC - Estratégias de Eficiência Coletiva

EPS - Expanded Polystyrene

EM - Estados-Membros

FER - Fontes de Energia Renováveis

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GEE - Gases de Efeito Estufa

HVAC - Heating, Ventilating and Air Conditioning

ICFA - Insulated Concret Form Association

ISA - International Federation of the National Standardizing Associations

ISO - Organização Internacional de Padronização

IST - Instituto Superior Técnico

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

ICF - Insulated Concret Forms

IEA - International Energy Agency

IOT - Internet of Things

ISO - International Organization for Standardization  
IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica  
LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
LIDERA - Sistema de Avaliação da Sustentabilidade  
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design  
MIT - Instituto Tecnológico de Massachusetts  
NASA - National Aeronautics and Space Administration  
NIF - National Ignition Facility  
NZEB - Nearly Zero Energy Building  
NRC - National Research Council  
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
O&M - Organization and Methods  
OMM - Organização Meteorológica Mundial  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PASSIVHAUS - Associação para a implementação e desenvolvimento do conceito de casa passiva  
PER - Energia Primária Renovável  
QUERCUS - Associação Nacional de Conservação da Natureza  
QEPIC - Quadro Estratégico para a Política Climática  
SAGE - Strategic Advisory Group on Environment  
SB - Sustainable Buildings  
SBTOOL - Sustainable Building Tool  
SEE - Síndrome do Edifício Doente  
SGA - Sistema de Gestão Ambiental  
SSP - Space Solar Power  
SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry  
SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios  
UIA - Union International des Architectes  
UNSCC - United Nations Standards Coordinating Committee  
VMC - Ventilação Mecânica Controlada  
WEF - World Economic Forum  
WELL - Building Standard

## Índice

<b>CAPÍTULO I - Introdução</b> .....	<b>12</b>
1.1. Justificação do tema .....	12
1.2. Objetivos específicos da investigação .....	13
1.3. Questões de investigação: interrogação de partida e hipóteses .....	14
1.4. Metodologia .....	14
1.5. Estrutura do trabalho.....	16
<b>CAPÍTULO II - Contextualização</b> .....	<b>18</b>
2.1. Desafios sociais e construção sustentável.....	18
2.2. Justificação societal do tema .....	26
<b>CAPÍTULO III - Revisão da literatura - construção e habitats sustentáveis</b> .....	<b>32</b>
3.1. Inteligência económica e a <i>business intelligence</i> na construção sustentável ....	32
3.2. Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e crescimento inteligente .....	40
3.3. Sistemas de avaliação da construção sustentável.....	50
3.4. Aspetos relevantes da construção sustentável.....	56
<b>CAPÍTULO IV - Metodologia de investigação</b> .....	<b>62</b>
4.1. Enquadramento teórico - teoria dos stakeholders .....	62
4.2. Procedimentos metodológicos.....	65
4.3. Estratégias e métodos para implementar a sustentabilidade na construção.....	67
4.4. Principais parâmetros para um sistema de construção sustentável .....	70
4.4.1. Parâmetros dos habitats sustentáveis.....	74
4.4.2. Materiais e soluções de construções sustentáveis .....	83
4.4.3. Equipamentos para a sustentabilidade dos habitats do futuro .....	89
<b>CAPÍTULO V - Discussão dos resultados</b> .....	<b>92</b>
5.1. Uma cadeia de valor em mudança na construção .....	92
5.2. Economia circular na construção civil .....	95
5.3. O caso Tecdream: prova de conceito alicerçada na sustentabilidade.....	97
5.4. Reflexão crítica e principais resultados .....	113
5.5. Visão critica sobre as questões de investigação.....	118
<b>CAPÍTULO VI - Conclusões e principais contributos</b> .....	<b>124</b>
6.1. Principais conclusões.....	124
6.2. Limitações do estudo .....	127
6.3. Novas perspetivas de investigação .....	128
<b>Bibliografia</b> .....	<b>133</b>

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Estrutura da tese .....	17
Quadro 2 - Fatores de ação e de resultado da inteligência económica .....	34
Quadro 3 - Principais Conferências e Cimeiras sobre o Clima .....	47
Quadro 4 - Síntese dos sistemas de avaliação e normativos .....	56
Quadro 5 - Estratégias para uma indústria da construção sustentável.....	78
Quadro 6 - Síntese dos atributos dos materiais e soluções sustentáveis .....	92
Quadro 7 - Matriz analítica das questões da investigação .....	119

## Índice de Figuras

Figura 1 - Estratégias de economia circular .....	20
Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável .....	30
Figura 3 - Pacto Ecológico Europeu (Green Deal) .....	31
Figura 4 - <i>Business Intelligence</i> .....	37
Figura 5 - Construção 4.0 .....	38
Figura 6 - Evolução das casas conectadas e inteligentes .....	39
Figura 7 - Sustentabilidade Integrada .....	41
Figura 8 - Fontes, utilizações e aplicações de energia, presentes e futuras.....	49
Figura 9 - Desenho e procedimentos para a investigação .....	65
Figura 10 - Cadeia de valor da construção .....	93
Figura 11 - Gestão eficiente dos recursos na construção sustentável.....	95
Figura 12 - Contributo da digitalização para modernização da construção .....	96
Figura 13 - Inovação e modelos de contratação .....	96
Figura 14 - Comparação de sistemas construtivos .....	99
Figura 15 - Valorização dos trabalhadores no sistema ICF .....	101
Figura 16 - Vantagens do sistema ICF na construção sustentável.....	102
Figura 17 - Princípios da Tecdream .....	106
Figura 18 - Sistema ICF da Tecdream .....	107
Figura 19 - Vantagens para os clientes.....	109
Figura 20 - Eixos e benefícios do sistema construtivo.....	111
Figura 21 - Nova cadeia de valor da construção sustentável .....	115
Figura 22 - Tendências e orientações decorrentes da nova cadeia de valor da construção sustentável .....	116

## CAPÍTULO I - Introdução

### 1.1. Justificação do tema

“A sustentabilidade nos habitats do futuro: desenvolvimento de conceito para uma nova forma de trabalhar na construção civil” é o tema do presente trabalho de investigação, o qual se insere no cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em “Sociologia e Economia do Trabalho - Inteligência Económica e Cooperação no Espaço Lusófono”, na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Na verdade, os novos desenvolvimentos económicos, tecnológicos e sociais em curso, em que se releva a transformação digital, vulgo Indústria 4.0, as alterações climáticas e as conseqüentes políticas de adaptação e de mitigação, com realce para a transição energética, perpassam a generalidade das atividades económicas e sociais, tanto a nível transversal, isto é, em todo o tecido empresarial e organizacional, como verticalmente, ou seja, internamente em cada setor de atividade.

Neste trabalho realça-se o setor da construção, dado que este, na perspetiva do desenvolvimento sustentável é, pelas suas características, dos que vão ter que operar mais transformações significativas com impacto em toda a cadeia de valor, para incorporar adequadamente os valores da sustentabilidade. Na verdade, a construção tem elevado significado económico e tem fortes impactos ambientais e sociais - Akadiri et. al. (2012). A transformação digital tem um papel instrumental importante a desempenhar neste processo transformacional. Assumir este desafio é também vital na ótica da competitividade e do acesso aos mercados, sobretudo numa perspetiva de futuro. De acordo com Lucas (2011), “o setor da construção é um dos grandes responsáveis pelo impacto ambiental negativo no planeta, tanto na fase de construção, como na fase de utilização dos edifícios e na fase de desconstrução. Entre alguns impactos de que este sector é responsável, salientam-se: o consumo de energia, as emissões de CO<sub>2</sub>, a produção de resíduos e o consumo não controlado de recursos naturais não renováveis”. A favor desta perspetiva, crescem também as cidades inteligentes e sustentáveis, na medida em que, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), “atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é de que esta proporção aumente para 70% até 2050”<sup>1</sup>, exigindo respostas inteligentes para a valorização dos habitats, interagindo com os fluxos de

---

<sup>1</sup> (<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>, acedido em 2021.02.20)

energia, serviços e materiais, para determinar o melhor caminho a prosseguir. O seu desenvolvimento deve ser pensado em termos de qualidade de vida e nas necessidades sociais e económicas do respetivo ecossistema, valorizando pessoas e ambiente, pelo que “neste contexto, as cidades teriam que assumir papéis mais ativos ao contribuir com as iniciativas de governos nacionais para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)” (op. cit.).

Subjacente ao interesse e relevância do tema acresce o facto do mestrando estar profissionalmente, enquanto empresário do setor da construção civil, diretamente associado ao objeto de investigação deste trabalho, enquanto fundador da Tecdream, que servirá de base à prova de conceito deste trabalho de investigação de suporte à dissertação, o que constitui uma motivação adicional.

### 1.2. Objetivos específicos da investigação

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho de investigação, consiste no desenvolvimento de uma abordagem concetual e operativa vertida numa prova de conceito de construção e de habitats sustentáveis, com os seguintes objetivos específicos:

- I. Enquadrar o conceito de construção e habitats sustentáveis, à luz dos desafios sociais atuais;
- II. Configurar um referencial concetual e operativo para a construção e habitats sustentáveis;
- III. Caracterizar a nova cadeia de valor do setor da construção à luz da transformação digital e dos ODS atinentes à construção sustentável;
- IV. Equacionar o papel das diferentes partes interessadas na construção civil na transformação dos modelos de negócio associados aos habitats e construção sustentáveis;
- V. Desenvolver um quadro operativo para a promoção e desenvolvimento da construção sustentável a partir de uma prova de conceito com base num estudo de caso.

Assim, decorre do objetivo principal deste trabalho, a necessidade de discutir, para além do sistema de princípios e valores, bem como uma adequada seleção de materiais, dos elementos construtivos e dos equipamentos para se obterem edifícios

mais sustentáveis. Para tal, analisa-se um conjunto de critérios de sustentabilidade que deverão ser importantes na escolha dos materiais de construção a utilizar, assim como apresentar soluções construtivas sustentáveis que possam constituir alternativas viáveis às soluções existentes e mais convencionais. Os resultados deste estudo poderão dar um contributo significativo a uma nova atitude do marketing e da comunicação empresarial sustentável, através da implementação e disseminação de novas tecnologias e materiais de construção mais amigos do ambiente (ex. implantação regional de marca; criação de empresas regionais; formação; desenvolvimento sustentável; economia inteligente; entre outros). Neste trabalho descrevem-se algumas ferramentas e metodologias de avaliação da sustentabilidade, destacando em particular o papel preponderante das Declarações Ambientais de Produto (DAP) no incentivo à escolha de materiais com menor impacto ambiental, contribuindo assim para uma atitude responsável para a obtenção de construções mais sustentáveis.

### 1.3. Questões de investigação: interrogação de partida e hipóteses

Na perspetiva em que se alicerça este trabalho de investigação, coloca-se a seguinte interrogação de partida: **“Como integrar na cadeia de valor das empresas de construção civil, os desafios da sustentabilidade e da transformação digital que instrumentalmente lhe está associada?”**. Desta interrogação deduzem-se 4 hipóteses, nomeadamente:

H.1: As empresas de construção civil reforçam a sua cadeia de valor e as condições de competitividade por via da incorporação dos valores da sustentabilidade;

H.2: A construção sustentável é um vetor essencial da transição energética;

H.3: Um novo conceito de construção civil sustentável altera o paradigma convencional da construção;

H.4: A construção sustentável potencia modelos de negócio inovadores.

### 1.4. Metodologia

No que se refere à metodologia, o presente trabalho adota métodos qualitativos sustentados na revisão bibliográfica com uma abordagem indutiva alicerçada numa

prova de conceito aplicado à empresa Tecdream, que assume uma orientação empresarial baseada na construção sustentável.

São acolhidos os conceitos e referenciais normativos, assim como as boas práticas que, à escala global, estão a ganhar respaldo, densidade e escala, com o suporte crescente das diferentes partes interessadas na construção sustentável.

A aplicação das características definidoras da construção sustentável à empresa Tecdream faz-se utilizando princípios e orientações de benchmarking.

A metodologia aplicada está ancorada nos seguintes passos: enquadramento teórico, métodos qualitativos; recolha, análise e interpretação da documentação e informação relevantes; estruturação da prova de conceito/estudo de caso.

Pela escolha e definição do tema em estudo, cuja sinopse se encontra já no título da dissertação: a sustentabilidade nos habitats do futuro - gestão sustentável integrada, estabelece à partida, um conjunto de orientações temáticas a investigar, a saber: edifícios inteligentes; biodiversidade; alterações climáticas; transição energética; sustentabilidade; processos de conceção e design, cadeia de valor, ecossistemas tecnológicos; regulamentação e normas associadas à construção sustentável; metodologias de avaliação; sistemas industriais.

A partir dos temas definidos inicialmente, a recolha de documentos é dirigida para o decifrar e, conseqüente acesso, do maior número possível de publicações de referência e relatórios de organizações relevantes. Dada a atualidade de muitas das questões em estudo, procura-se aceder a documentação recente e em contínua divulgação e edição, num esforço de atualização permanente.

Procede-se de seguida a uma organização sistemática do material em diferentes categorias de forma estruturada para permitir uma análise posterior. A partir deste procedimento realiza-se uma comparação crítica, na procura de similitudes e diferenças entre as matérias analisadas.

Por fim, serão extraídos os principais contributos para a elaboração do texto final da presente dissertação, no agrupar e verificação das diferenças e similitudes, no objetivo de construção de uma síntese que no cruzar de conteúdos, alargue o estado do conhecimento das matérias em estudo, e que levante novas questões e desafios para um desenvolvimento futuro.

### 1.5. Estrutura do trabalho

Este trabalho é constituído por 6 capítulos que traduzem o propósito em vista e exprimem o percurso concetual e analítico da construção e habitats sustentáveis, alicerçando-se num estudo de caso a partir do qual se discutem os resultados e se inferem as conclusões e os principais contributos para a literatura sobre o tema.

Assim, o primeiro capítulo é introdutório, e procura justificar o tema e as motivações subjacentes, apresentar as questões de investigação, os objetivos genéricos e específicos, a metodologia e, finalmente, apresentar a estrutura do trabalho com uma referência genérica aos vários capítulos constituintes.

O segundo capítulo, a “contextualização da construção e dos habitats sustentáveis”, enquadra o trabalho de investigação e a problemática a tratar, vertida nos desenvolvimentos económicos e sociais atuais, evidenciando a filosofia de suporte, nomeadamente o cumprimento de objetivos e desafios societais, relevando o cumprimento dos ODS específicos, de acordo com a Agenda 2030 da ONU. São igualmente apresentados os atuais referenciais e normas, nacionais e internacionais, que tipificam o conceito de construção e habitats sustentáveis e que, do ponto de vista do negócio da construção civil, se afiguram, cada vez mais, como variáveis de contexto, que exigem respostas inteligentes por parte das empresas do sector.

No terceiro capítulo, dedicado à “revisão da literatura” faz-se uma abordagem da génese, dos fundamentos e do desenvolvimento concetual subjacente à “construção e habitats sustentáveis”, relevando-se também os atores e as problemáticas, tratadas numa perspetiva multidisciplinar, que o conceito faz apelo. São evidenciadas também as implicações decorrentes da mudança de paradigma na construção civil que vão ao encontro do tema tratado. Acresce também a problemática das “cidades inteligentes e sustentáveis”, que se afiguram catalisadoras das mudanças de paradigma e, sobretudo, revelam-se o campo aplicacional por excelência da transição digital e dos ODS, sendo que a “construção e os habitats sustentáveis”, constituem um eixo central.

O quarto capítulo trata da “metodologia de investigação”, evidenciando, em primeiro lugar, a principal teoria de enquadramento deste trabalho - Teoria dos *Stakeholders*, conforme Mitchell et. al. (1977) e Freeman (2010), permitindo relevar o papel das partes interessadas relacionadas com o tema de estudo. Apresenta-se igualmente o modelo de investigação, com as suas variáveis e argumentos de suporte

às questões de investigação e ao desenvolvimento do trabalho. É também justificada a escolha de métodos qualitativos e a prova de conceito e estudo de caso que serve de âncora a este trabalho.

O quinto capítulo trata da “discussão dos resultados”, efetuando-se a caracterização, tratamento e síntese da informação, dados e elementos relevantes recolhidos. Procura-se problematizar os elementos relevantes recolhidos, analisando as suas diferentes implicações, de natureza multidisciplinar, que antecipam as conclusões e problematizam a interrogação de partida e as hipóteses de investigação que dela decorrem. É igualmente equacionada a nova cadeia de valor que caracteriza, no essencial, a construção sustentável. E, faz-se, por fim a sua problematização no confronto com a prova de conceito vertida no caso de estudo da Tecdream.

Finalmente, o sexto capítulo, trata as “conclusões e principais contributos”, decorrentes do trabalho efetuado, que constituem valor acrescentado para as partes interessadas e para o trabalho em curso. São conclusões, contributos e recomendações que dizem respeito aos vários atores e organizações que, direta e indiretamente, por via da integração da sustentabilidade nas respetivas cadeias de valor, consubstanciam o novo paradigma subjacente à construção e habitats sustentáveis. Em síntese, a estrutura da tese está refletida na seguinte tabela:

<b>Quadro 1 - Estrutura da tese</b>	
<b>Introdução</b>	Introdução ao trabalho de tese, incluindo objetivos, questões de investigação e referências metodológicas e estrutura do trabalho.
<b>Contextualização</b>	Enquadra o tema, os objetivos e desafios no contexto económico e social atual, a nível nacional e internacional.
<b>Revisão da literatura</b>	Desenvolve o quadro teórico e concetual por via da revisão da literatura, incluindo os novos <i>stakeholders</i> da construção sustentável, organizações sustentáveis, novos modelos de negócio, inovação, crescimento e desenvolvimento sustentável, e, sistemas de avaliação da construção sustentável.
<b>Metodologia</b>	Combina a revisão bibliográfica, procedimentos de benchmarking e um caso de estudo em que se alicerça uma prova de conceito de construção sustentável.
<b>Discussão dos resultados e contributos</b>	Identifica e interpreta os diferentes parâmetros que consubstanciam o conceito de construção e habitats sustentáveis, assim como a cadeia de valor da construção sustentável, procurando integrá-los na prova de conceito atinente ao caso de estudo.
<b>Conclusão e recomendações</b>	Procura retirar contributos e orientações de “ <i>policy</i> ” em matéria de construção sustentável, assim como evidenciar as limitações da investigação.

## **CAPÍTULO II - Contextualização**

### **2.1. Desafios sociais e construção sustentável**

Os desafios sociais que estão a marcar indelevelmente a economia e as sociedades atuais, sobretudo no que diz respeito à sustentabilidade e à transformação digital, constituem o ponto de partida para o exercício analítico associado à prova de conceito de construção e habitats sustentáveis, materializada neste estudo de caso.

Relevam-se, a este propósito, as alterações climáticas e as políticas de adaptação e mitigação que delas decorrem, com particular realce para a transição energética, enfatizando a proteção do ambiente e a valorização dos ecossistemas, assim como a economia circular. É neste quadro que se justificam novas abordagens para a implementação de políticas e soluções adequadas à construção sustentável que sirvam de base a um novo conceito inovador e método de trabalho para potenciar os habitats do futuro.

Em relação a este tema verifica-se atualmente, não só um amplo debate sobre muitos aspetos relevantes e com alcance estratégico, mas também se assiste a uma dinâmica crescente no plano empresarial, a nível nacional e internacional, que incorpora na cadeia de valor da construção os valores da sustentabilidade.

Realça-se também a pertinência de uma nova abordagem metodológica a nível da organização e desenvolvimento do trabalho no setor da construção civil (especialização, qualificação e competências específicas), facilitando, ao mesmo tempo, um crescimento inteligente das economias regionais e o contributo para o desenvolvimento sustentável.

No plano operativo, deve ser também evidenciada a importância de uma adequada seleção dos materiais e equipamentos que compõem as construções, bem como da incorporação de técnicas e soluções construtivas inovadoras para a obtenção de edifícios mais sustentáveis e, também, mais inteligentes. Neste contexto desenvolvem-se cada vez mais soluções e materiais inovadores para a construção, baseados em diferentes matérias-primas e novos métodos industriais. Surgem ambiciosos desenvolvimentos na arquitetura e novas ferramentas de projeto, discutem-se temas como a regeneração urbana, a sustentabilidade na construção, o impacto da tecnologia neste setor e os novos modelos de negócio e de financiamento do tecido empresarial perante as novas exigências.

Torgal & Jalali (2010), consideram que a indústria da construção constitui um dos maiores e mais ativos setores em toda a Europa, representando 28,1% e 7,5% do emprego, respetivamente na indústria e em toda a economia europeia, cujo setor corresponde a 25% de toda a produção industrial europeia, sendo o maior exportador mundial com 52% do mercado. Em termos ambientais, a indústria da construção é, responsável por 30% das emissões de carbono, e a nível mundial consome mais matérias-primas que qualquer outra atividade económica. O aumento da população mundial e as necessidades implícitas em termos de construção de edifícios e infraestruturas, agravará ainda mais o consumo de matérias-primas não renováveis, assim como a produção de resíduos. No âmbito de uma construção mais sustentável, a União Europeia (UE) estabeleceu recentemente como objetivos de médio prazo, a redução de 50% dos consumos de energia, 30% das matérias-primas e de 40% dos resíduos. A sustentabilidade da indústria da construção em geral e a ecoeficiência dos materiais de construção em particular assumem assim um papel primordial (op. cit.).

Gates (2021), refere que existe atualmente, por todo o mundo, uma explosão de construção em curso, que de forma a acompanhar o ritmo de crescimento da população mundial, serão precisos 2,5 biliões de metros quadrados de novos edifícios até 2060, o equivalente a uma cidade da dimensão de Nova Iorque, todos os meses, durante os próximos 40 anos. Muitos desses edifícios não serão construídos nos parâmetros da preservação de energia e permanecerão em pé durante décadas a fazer mau uso dos recursos energéticos. Contudo já existe conhecimento suficiente de como construir edifícios ecológicos, que permita mantê-los quentes no inverno e frescos no verão, reduzindo a necessidade de sistemas convencionais de aquecimento e arrefecimento e apostando, ao mesmo tempo, noutras tecnologias de poupança de energia, como elevadores supereficientes. Atualmente muitas tecnologias são demasiado caras para serem aplicadas em larga escala, mas conseguimos construir casas e escritórios mais eficientes com custos mais reduzidos.

Apesar das preocupações crescentes em torno deste tema, a introdução de técnicas e processos construtivos inovadores e mais sustentáveis neste setor, é um processo lento, muitas vezes dificultado por construtores e compradores que questionam a fiabilidade e o desempenho deste tipo de construção a longo prazo e que “erradamente” a classificam como dispendiosa. A falta de critérios para a seleção de soluções mais sustentáveis é uma razão para a não utilização dessas tecnologias.

Dada a importância que a indústria da construção evidencia, afigura-se necessária a incorporação do conceito de sustentabilidade em todas as fases da cadeia de valor da construção civil, desde a edificação, construção, utilização, manutenção e possível desconstrução. Tem aqui particular acuidade o conceito de economia circular, aliás vertido na Resolução do Conselho de Ministros nº 190-A/2017, que aprovou o “PAEC - Plano de Ação para a Economia Circular 2017-2020”<sup>2</sup>, define a economia circular, como uma “economia que promove ativamente o uso eficiente e a produtividade dos recursos por ela dinamizados, através de produtos, processos e modelos de negócio assentes na desmaterialização, reutilização, reciclagem e recuperação dos materiais”, procurando, deste modo, “extrair valor económico e utilidade dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos energizados por fontes renováveis”. A figura 1 ilustra as principais características e alcance da economia circular.

**Figura 1 - Estratégias de economia circular**

Produção e utilização Inteligente	Recusar (p.e. digitalizar)	Tornar o produto redundante, abandonando a sua função ou oferecendo a mesma função com um produto radicalmente diferente
	Repensar	Tornar o uso do produto mais intensivo (p.e. através da partilha, ou produtos multifuncionais)
	Reduzir	Aumentar a eficiência na produção ou utilização, consumindo menos recursos e materiais naturais
Prolongar a vida útil de produtos e dos seus componentes	Reutilizar	Reutilização por outro consumidor ou utilizador do produto descartado que ainda está em boas condições e pode cumprir a sua função original
	Reparar	Reparação e manutenção de um produto com defeito de modo a poder ser utilizado na sua função original
	Recondicionar	Restaurar um produto antigo e atualizá-lo
	Remanufaturar	Utilizar partes/componentes do produto descartado num novo produto com a mesma função
	Realocar	Utilizar o produto descartado (ou partes/componentes de) num novo produto, com diferente função
Aplicações úteis de materiais	Reciclar	Processar materiais para obter o mesmo material com a mesma qualidade ou inferior
	Valorizar	Recuperação de energia de materiais

Fonte: adaptado de Agência de Avaliação Ambiental Holandesa (PBL), apud RCM PAEC (2017)

No mesmo documento são apresentados, com base na Ellen MacArthur Foundation (2017), os “*Building blocks*” da economia circular<sup>3</sup>. Concretamente, são

<sup>2</sup> (<https://eco.nomia.pt/contents/ficheiros/paec-pt.pdf>, acedido em 2021.05.14)

<sup>3</sup> (<https://www.ellenMacArthurfoundation.org/circular-economy/building-blocks>, acedido em 2021.05.03)

explicitados: o design; as tecnologias e os novos modelos de negócio; os ciclos reversos (e.g. a logística inversa); e, os promotores e contexto favorável.

A dimensão que este tema abrange, é importante e necessário que, à semelhança dos países mais desenvolvidos onde a sustentabilidade assume um papel crescentemente relevante na avaliação da qualidade global das construções, também Portugal privilegie uma política de construção mais sustentável, ou seja, mais equilibrada a nível ambiental, social e económico. Nesse sentido, é natural o aparecimento e o desenvolvimento de metodologias que, tendo por base critérios objetivos, permitam a avaliação da sustentabilidade das construções, e que sejam capazes de apontar a construção sustentável como caminho a seguir, evidenciando todas as suas vantagens, contribuindo, assim, para a potenciação da implementação dessa prática.

De acordo com a Comissão Europeia<sup>4</sup>, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia e 36% das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) relacionadas com a energia da UE, razão pela qual é lançada a “Estratégia para uma Vaga de Renovação”, que visa “melhorar o desempenho energético dos edifícios”. Deste modo, a Comissão pretende, no mínimo, “duplicar as taxas de renovação nos próximos dez anos e garantir que as renovações conduzem a uma maior eficiência na utilização de energia e recursos”.

O *Building Energy Symposium* (2015), que decorreu em Lisboa, tendo como objetivo contribuir para responder às questões-chave do mercado imobiliário, prevê que a energia venha a revolucionar a forma como construímos, financiamos e habitamos. A agenda internacional está muito focada na sustentabilidade ambiental e energética, existindo hoje, no seio da UE importantes recursos financeiros para apoio a políticas de energia e ambiente, designadamente para dar expressão ao Pacto Ecológico Europeu (*Green Deal*). Os avanços da tecnologia facilitam a criação de edifícios auto-sustentáveis em energia e uma nova geração de materiais de construção está a nascer para os novos edifícios verdes. Daí ter sido salientado no referido Simpósio que cada vez mais equipamentos e menos emissões de carbono são o desafio para reinventar uma fileira consolidada.

Segundo Gonçalves (2010), os edifícios e as atividades neles existentes são responsáveis por 30% do consumo global de energia e as cidades concentram o consumo de energia. Na Europa os edifícios residenciais e comerciais significam um

---

<sup>4</sup> (file:///C:/Users/iamagrinho01/Downloads/COM(2020)662\_0.pdf, acedido em 2021.02.20)

consumo de cerca de 40% de energias primárias, sendo em Portugal de cerca de 30% do consumo de energia final. Apesar de Portugal ainda se encontrar abaixo da média europeia, constata-se uma tendência para aumentar o consumo em Portugal devido à procura de melhores condições de conforto térmico (op. cit.).

Pinheiro (2017), afirma que, num futuro muito próximo, é essencial mudar o paradigma sobre a sustentabilidade como evolução ambiental. Existem vários passos possíveis para conseguir concretizar com sucesso o pressuposto. Há que atenuar os danos, nomeadamente, ao nível do controlo da poluição, e evitar e prevenir o impacto e os seus riscos. Com o passar do tempo e com a rentabilização urbana, haverá certamente uma redução da intensidade energética. A rentabilização urbana passará, em grande parte, por procurar o quase zero de energia ou a um custo extremamente competitivo, através da produção energética renovável local, face ao consumo energético<sup>5</sup>. Marcelino (2017), da Associação *Passivhaus*, demonstrou que existe a necessidade de melhorar o parque edificado, e que a ideia de propor um edifício bem orientado com a envolvente cuidada e integrado num sistema isolado que mantém o calor será o grande passo para alcançar as ‘*passive houses*’ no futuro: confortáveis, acessíveis e sustentáveis (op. cit.).

A Direção-Geral de Energia e Geologia - DGE<sup>6</sup>, como órgão da Administração Pública Portuguesa, tem como missão contribuir para a conceção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos, numa ótica do desenvolvimento sustentável e de garantia da segurança do abastecimento, e procura sensibilizar os cidadãos para a importância daquelas políticas, no quadro do desenvolvimento económico e social que se deseja para o país. A transição para um sistema energético sustentável - envolvendo uma integração significativa de fontes de energia renováveis (FER), é disruptiva para todo o sistema energético e requer vias inovadoras de o projetar, organizar e operar ao se ir afastando do atual modelo de produção centralizado tradicional, no qual os cidadãos são consumidores passivos da energia gerada e colocada nos pontos de consumo. Neste paradigma, a emergência das “comunidades de energia” reflete necessidades não apenas de flexibilização no recurso a fontes de energia renovável, mas igualmente de necessidades coletivas de energia agregadas por motivações e interesses individuais de várias ordens, resultando em compromissos coletivos segundo um modelo de gestão - face a oportunidades e

---

<sup>5</sup> (<http://www.techenet.com/2017/01/ambiente-economia-e-sociedade-em-debate-no-building-energy-symposium/>), acessado em 2020.09.16)

<sup>6</sup> (<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/>), acessado em 2021.06.12)

desafios oferecidos pelo contexto em que se inserem, e que se colocam a nível social, ambiental e económico na produção e uso local/regional de energia.

Neste âmbito identificam-se diferentes vetores de mudança, designadamente: os desafios associados à ação climática, o rápido desenvolvimento e adoção de tecnologias renováveis e abastecimento descentralizado e flexível de energia nas últimas décadas, bem como inovações tecnológicas, sociais e de política pública para promover energia limpa e sustentável.

A resposta à necessidade urgente de descarbonização das Economias vem alterando progressivamente o modelo de produção industrial e distribuição de energia elétrica, tendo conduzido a UE à adoção do pacote legislativo de “Energia Limpa para todos os Europeus” em 22 maio de 2019, (cujos objetivos são o de se atingir uma eficiência energética de 32,5%, chegar aos 32% de energia renovável, e regular o fornecimento de energia ao mercado), que coloca o consumidor de energia numa posição central e ativa no sistema de produção-consumo de energia, introduzindo o enquadramento jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável e à atividade de produção associada, e às comunidades de energia, e ao conceito do direito de partilha da energia.

No atual quadro Regulamentar Europeu, existem duas abordagens associadas às comunidades de energia entendidas como entidades juridicamente reconhecidas:

- "Comunidade de Energia Renovável" (CER) - Diretiva UE 2018/2001 (11 dez) para a promoção das energias por fontes renováveis ('RED II') é uma entidade jurídica que no quadro do direito nacional aplicável, e suportada por um conceito de base social tipo “proveitos da energia renovável local para satisfazer necessidades locais” se baseia numa participação aberta e voluntária, é autónoma e controlada por acionistas ou membros que estão localizados na proximidade dos projetos de energia renovável; e os seus acionistas ou membros são pessoas singulares, PME ou autoridades locais, incluindo Municípios. O seu principal objetivo é propiciar aos seus acionistas ou membros ou às localidades, onde opera, benefícios ambientais, económicos e sociais em vez de lucros financeiros.
- "Comunidade de Cidadãos para a Energia" (CCE) - Diretiva UE 2019/944 (5 jun) para o mercado interno da eletricidade é uma entidade jurídica a qual no quadro do direito nacional aplicável se baseia numa participação aberta e voluntária, que seja efetivamente controlada pelos seus membros ou pelos

titulares de participações sociais que são pessoas singulares, autoridades locais, incluindo municípios, ou pequenas empresas; o principal objetivo é proporcionar benefícios ambientais, económicos ou sociais aos seus membros ou titulares de participações sociais ou às zonas locais onde operam e não gerar lucros financeiros, poderem participar em atividades de produção, inclusive de energia de fontes renováveis, de distribuição, de comercialização, de consumo, de agregação, de armazenamento de energia, de prestação de serviços de eficiência energética, ou de serviços de carregamento para veículos elétricos ou prestar outros serviços energéticos (op. cit.).

Em Portugal, o DL 162/2019 (25 out) estabelece o regime jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável, permitindo ao autoconsumidor, além de produzir e consumir, também possa ter atividades de partilha, armazenamento e de venda da energia excedente, sendo um regime em que uma ou mais Unidades de Produção de Energia Renovável (UPAC) podem estar ligadas a um ou mais pontos de consumo; às CER, permitindo que os consumidores se encontrem numa relação de proximidade física, podendo organizar-se coletivamente e realizar entre si autoconsumo coletivo ou estabelecer uma comunidade de energia - duas formas de organização que se distinguem entre si através de um regulamento interno definindo direitos e obrigações, ou através de entidade jurídica do tipo cooperativa ou sociedade participada tanto por autoconsumidores como por outras entidades envolvidas no projeto de autoconsumo. Este DL serve tanto os consumidores individuais, como os grupos de consumidores organizados coletivamente ou em comunidades de energia (incluindo condomínios, áreas urbanas/bairros, parques empresariais, unidades agrícolas, unidades industriais, freguesias e municípios), cujas infraestruturas estejam numa relação de vizinhança e proximidade do projeto de energia (op. cit.).

Para Friedman (2010), uma das questões que hoje se coloca e que no futuro poderá ser mais intenso, diz respeito ao controlo da energia (nas suas diversas origens) e como ela deve ser gerida e utilizada de forma mais rentável. O seu uso militar irá levar ao investimento de enormes quantidades de recursos para solucionar o problema do fornecimento de energia a partir do espaço (desde a década de 70 do século XX, a *National Aeronautics and Space Administration* - NASA, responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial, tem estado envolvida na investigação de energia baseada no espaço sob a forma de *Space Solar Power* - SSP), para alimentar novas armas que implicam raios intensos de energia, o que poderá levar a intensificar o desenvolvimento da produção de

energia solar baseada no espaço. A capacidade de fornecer energia solar mais barata, irá criar um impulso adicional para aumentar o domínio internacional por parte das superpotências e levará a uma mudança fundamental de paradigma nas realidades geopolíticas. Desde a revolução industrial que a indústria tem gastado demasiada energia inutilmente, distribuída casualmente e acidentalmente por todo o mundo, tendo-se tornado crucialmente importante a posse dos campos petrolíferos. Com a mudança para sistemas baseados no espaço, a indústria poderá produzir energia, em vez de se limitar a consumi-la (op. cit.).

Por outro lado, a *National Ignition Facility* - NIF (2021)<sup>7</sup>, anunciou recentemente um "avanço histórico" na fusão nuclear, ao ter produzido mais energia do que alguma vez criada através desta tecnologia, e que teve o efeito de "produzir um ponto quente do diâmetro de um fio de cabelo, gerando mais de 10 quadrilhões de watts por fusão durante 100 trilionésimos de segundo". A fusão nuclear é considerada pelos seus defensores a energia do futuro, em especial porque gera poucos resíduos e nenhum GEE, sendo diferente da fissão, técnica usada atualmente nos geradores nucleares e que consiste em quebrar os elos de núcleos atômicos pesados para libertar energia.

Segundo Barbieri (1997), a comunidade científica, desde há décadas, tem vindo a alertar sobre as consequências do uso indiscriminado dos recursos naturais do nosso planeta e, mesmo o homem sabendo dos limites e insuficiência dos recursos naturais, o processo de destruição ambiental sofreu poucas alterações, e em alguns casos até acelerou. Por outro lado, têm vindo a chamar a atenção para a necessidade de mudanças rápidas e abrangentes de tal forma que elas consciencializem toda a humanidade para a preservação do meio ambiente objetivando uma mudança de valores no ser humano para se garantir a preservação dos recursos naturais do planeta e em consequência a saúde humana.

Nascimento (2014) afirma ainda, que a consciencialização acerca das problemáticas relativas ao consumo de recursos naturais, à produção de resíduos e às emissões de gases poluentes para a atmosfera que estão diretamente associadas ao setor da construção impulsionou a proliferação do conceito "construção sustentável". Este conceito assenta em princípios muito objetivos que têm como principal intuito reduzir os impactes ambientais causados por este setor.

---

<sup>7</sup> (<https://www.dn.pt/ciencia/laboratorio-dos-eua-anuncia-avanco-historico-na-fusao-nuclear-14041361.html>, acedido em 2021.08.22)

### 2.2. Justificação societal do tema

Atualmente, temas como desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas e consciência ambiental estão no centro do debate nas mais diversas áreas. O assunto domina a imprensa especializada, as pesquisas académicas e científicas, bem como o debate político, mobilizando uma grande parte da sociedade, incluindo as Organizações não Governamentais (ONG). A questão ambiental expressa os problemas que a falta de um desenvolvimento sustentável adequado pode trazer para a qualidade de vida das pessoas e para o futuro das próximas gerações.

O mundo está cada vez mais focado na sustentabilidade ambiental e energética, existindo hoje políticas e importantes recursos financeiros disponíveis que representam uma oportunidade para as atividades no imobiliário, na mobilidade e gestão urbana como um todo. A agenda internacional está muito orientada para a sustentabilidade ambiental e energética, e são hoje disponibilizados grandes recursos financeiros para apoio das políticas e soluções de Energia & Ambiente e criar habitats mais sustentáveis é cada vez mais uma área oportuna de investimento.

Hoje, considera-se vital que o meio ambiente e os recursos naturais sejam preservados. Assiste-se a uma exploração indiscriminada dos recursos naturais e à falta de preocupação com o equilíbrio ambiental do planeta. Aliás, apesar da relevância que o tema tem vindo adquirir, não é menos verdade que para fazer face à dimensão do problema é obrigatório envolver num compromisso global os principais poluidores. Como refere Silva (2019)<sup>8</sup>, importa sentar à mesma mesa e negociar “G-4 do carvão - China, EUA, Rússia e Japão, que consomem 75% do carvão no mundo, e levá-los a um compromisso sólido para diminuírem de forma consistente e prolongada o seu uso”, assim como, em relação “G-5 das emissões - China, EUA, Índia, Japão e Rússia, responsáveis por 65% das emissões de CO<sub>2</sub>”. De acordo com Silva (2020), os factos são incontornáveis: “no ano 2000, já depois das primeiras cimeiras como a do Rio, as emissões de CO<sub>2</sub> eram de 25.000 milhões de toneladas (mt) por ano. O planeta aguenta o máximo 18.000 mt, em 2018, as emissões de CO<sub>2</sub> chegaram a 34.000 mt, e só neste século cresceram 36%” (op. cit.).

As atividades humanas têm produzido quantidades crescentes de gases de efeito de estufa, sobretudo devido à utilização de combustíveis fósseis, tais como o petróleo, gás e carvão. Ao aumentar a concentração de gases de efeito de estufa,

---

<sup>8</sup> (<https://www.publico.pt/2019/12/09/mundo/opiniao/clima-transicao-energetica-1896453>, acessado em 2020.12.20)

umenta a retenção da radiação infravermelha na atmosfera, o que conduz ao aquecimento global. Os investigadores do *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (2014), estabelecido pela ONU e pela Organização Meteorológica Mundial - OMM, que representam a maior autoridade internacional sobre este tema, no seu Quinto Relatório, afirmam que estas emissões devem ser reduzidas em 70% até 2050 e reduzidas a zero até 2100, a fim de que os efeitos dessa intensificação não produzam consequências catastróficas para a preservação dos sistemas vitais do planeta, com repercussão direta sobre a sociedade humana, pois emitimos hoje duas vezes mais a quantidade de gases de efeito de estufa do que a que pode ser absorvida de forma natural pelos oceanos e pelos ecossistemas da terra.

Nesse sentido, a comunicação da Comissão Europeia em 2010 - COM (2010) 546 final<sup>9</sup>, dá dimensão a uma “Política Industrial Integrada para a Era da Globalização” destacando o papel fundamental da indústria na sustentação da recuperação do crescimento e emprego e dos desafios sociais como as alterações climáticas e o envelhecimento da população, onde se incluem também medidas horizontais nas diferentes áreas que afetam a competitividade da indústria europeia. A Comissão viria a reforçar essa comunicação, em 2012, com um documento intitulado “Uma Indústria Europeia mais Forte para o Crescimento e a Recuperação Económica”. No mesmo documento, apela-se ao reforço da indústria pelos Estados Membros - EM, complementando a sua abordagem horizontal, com outra de natureza mais vertical, dando ênfase às tecnologias da informação e de capacitação, as designadas “*Key Enabling Technologies*”. Estas visam concentrar o investimento e a inovação em seis linhas de ação prioritárias, das quais se destacam, pela relevância deste projeto, as tecnologias de fabrico avançadas para a produção limpa, tecnologias facilitadoras essenciais, política industrial sustentável, construção e matérias-primas. Finalmente a Comissão reiterou a sua mensagem na comunicação de 2014 “*For a European Industrial Renaissance*”<sup>10</sup>, para que a Europa transmita uma clara intenção de compromisso para com a reindustrialização, a modernização da base industrial europeia e a promoção de um quadro competitivo para a indústria, para o impulso da competitividade e do crescimento sustentável da UE.

A Agência Nacional de Energia - ADENE (2012)<sup>11</sup> considera que os objetivos mais importantes no pós-2020 para Portugal são: a meta de redução das emissões de

---

<sup>9</sup> ([https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2010\)0546\\_/com\\_com\(2010\)0546\\_pt.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2010)0546_/com_com(2010)0546_pt.pdf), acedido em 2020.12.20)

<sup>10</sup> (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0014&from=PT>, acedido em 2020.12.20)

<sup>11</sup> (<http://www.adene.pt/textofaqs/o-que-e-0>, acedido em 2017.12.11)

GEE entre 30% a 40% em 2030; a redução do consumo de energia em 30%, em relação à *base line*, assente na eficiência energética; e o fomento das energias renováveis, atingindo 40% do consumo final de energia em 2030. O setor dos edifícios, é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética (op. cit.).

O aquecimento e o ar condicionado são os principais responsáveis pelas emissões dos gases de efeito de estufa dos edifícios, e que na Europa, é equivalente a cerca de 842 mt de CO<sub>2</sub> cada ano - quase duas vezes mais o objetivo de Quioto - ISOVER - Saint-Gobain (2017)<sup>12</sup>. De acordo com a EURIMA - Associação Europeia dos Fabricantes de Lãs Minerais (Baseado em *Ecofys II*, 2004; *Ecofys IV*, 2005), utilizando as técnicas e os sistemas de isolamento adequados, tanto na renovação como na construção de novos edifícios, a Europa poderia diminuir as suas emissões de gases de efeito de estufa em 460 mt - mais do que o compromisso total de redução acordado em Quioto (op. cit.).

Para fazer face a esta situação, os EM têm vindo a promover um conjunto de medidas com vista a promover a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios. É neste contexto que surge a Diretiva 2002/91/CE, posteriormente revista pela Diretiva 2010/31/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa ao desempenho energético dos edifícios, e que estabelece que todos os EM devem implementar um sistema de certificação energética<sup>13</sup>.

A Agência Portuguesa do Ambiente - APA (2015)<sup>14</sup>, ao referir o Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC), define os objetivos nacionais para as políticas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas: redução de emissões de GEE entre 30% a 40% (62-53 Mt CO<sub>2</sub>) em relação a 2005; reforço do peso das energias renováveis no consumo final de energia para 40%; e aumento da eficiência energética através de uma redução de 30% sobre a *baseline* energética em 2030.

Dados do Global Carbon Atlas - GCA (2015)<sup>15</sup>, referem que até ao final de 2013, a concentração de CO<sub>2</sub> correspondia a quase uma vez e meia (142%) da registada na era pré-industrial (1750). Nos dez anos entre 2003 e 2012, aumentou em média 3,3% ao ano.

<sup>12</sup> (<https://www.isover.pt/sustentabilidade/construcao-sector-chave>, acedido em 2019.09.21)

<sup>13</sup> (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031>, acedido em 2019.09.21)

<sup>14</sup> (<https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=1181>, acedido em 2019.10.05)

<sup>15</sup> ([https://www.anmp.pt/files/dpeas/2015/div/QEPC\\_QEPIc.pdf](https://www.anmp.pt/files/dpeas/2015/div/QEPC_QEPIc.pdf), acedido em 2021.08.07)

A 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção das NU sobre Alterações Climáticas - Conferência de Paris (2015)<sup>16</sup>, tinha como principal objetivo da sua agenda estabelecer os compromissos nacionais para a redução de emissões, e manter o aumento de temperatura global abaixo dos 2°C acordados em Copenhaga. Os EUA assumiram o compromisso de reduzir as suas emissões de GEE entre 26% e 28% até 2025, com base em 2005. A China assumiu que o seu pico de emissões seria alcançado em 2030 e a UE assumiu um compromisso de redução de 40% das emissões de GEE em 2030, em relação a 1990.

Na mesma Cimeira de Paris, Michel Jarraud, secretário-geral da Organização Meteorológica Mundial (OMM)<sup>17</sup>, referiu que o nosso clima está a mudar e que as condições meteorológicas estão a tornar-se mais extremas devido a atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis, e que “temos de reverter esta tendência, reduzindo as emissões de CO<sub>2</sub> e outros GEE”. O novo acordo de tratado internacional firmado, que envolve todas as nações num esforço coletivo para tentar conter a subida da temperatura do planeta a 1,5°C, estabelece um quadro duradouro para resolver a crise climática, criando um mecanismo e a arquitetura para enfrentar este desafio de forma eficaz. As bases deste acordo são planos nacionais, a apresentar a cada cinco anos por todos os países, contendo a sua contribuição para a luta contra o aquecimento global. Não existem metas impostas aos países, mas todos têm de participar, e não apenas os países desenvolvidos, embora estes tenham de liderar os esforços na redução de emissões de gases com efeito de estufa. No acordo, o objetivo é manter a temperatura num valor “muito abaixo de 2°C” e “prosseguir esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C” acima dos níveis pré-industriais. Será também reforçada, em 2025, a meta de 100 mil milhões de dólares anuais de ajuda aos países em desenvolvimento (op. cit.).

A este propósito, refira-se que a 1 de janeiro de 2016 entrou em vigor a resolução da ONU intitulada “Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável”, constituída por 17 objetivos, desdobrados em 169 metas, que foi aprovada pelos líderes mundiais, a 25 de setembro de 2015, numa cimeira memorável na sede da ONU, em Nova Iorque, EUA. Nela são definidas as prioridades e aspirações de desenvolvimento sustentável global para 2030 e procura mobilizar esforços globais, de todas as partes interessadas, em torno de um conjunto de objetivos e metas comuns, conforme figura seguinte.

---

<sup>16</sup> (<https://climaticas.blogs.sapo.pt/conferencia-da-onu-sobre-clima-comeca-55408>, acedido em 2019.10.05)

<sup>17</sup> (<http://www.publico.pt/ecosfera/noticia/acordo-climatico-de-paris-foi-aprovado-1717259>, acedido em 2019.09.19)

Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Adaptado de BSCD (www.ods.pt, acessido em 2021.07.12)

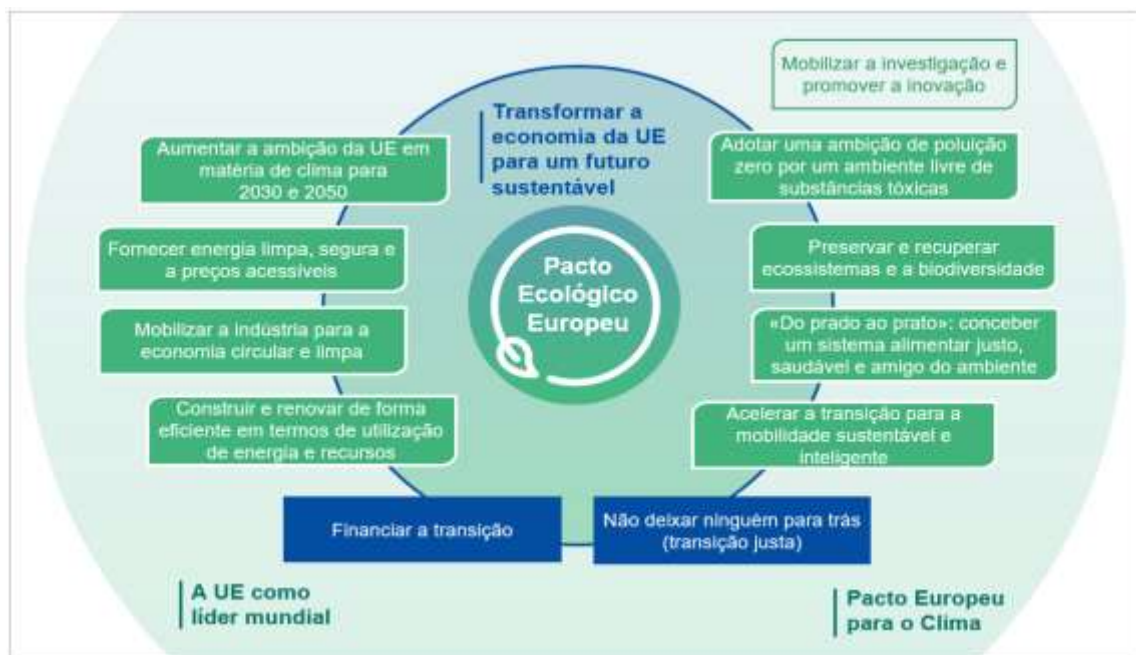
É também de relevar o estreito alinhamento da Agenda 2030 com o “Acordo de Paris, em novembro-dezembro 2015”, sobre as alterações climáticas, que foi vista por muitos como o primeiro teste de vontade política para implementar a Agenda 2030. E, no plano dos princípios, o Acordo de Paris é um triunfo para as pessoas, para o planeta e para o multilateralismo. Pela primeira vez, todos os países do mundo se comprometeram a reduzir as suas emissões de gases poluentes, reforçar a capacidade de resistência às alterações climáticas e agir a nível interno e internacional de forma concertada. Ao abordar a questão das alterações climáticas estamos a fazer avançar a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável”, conforme referiu o então secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon.

Dos 17 ODS, que representam um apelo urgente à ação de todos os países - desenvolvidos e em desenvolvimento - para uma parceria global, porventura o maior compromisso de responsabilidade social global, destacam-se com implicações diretas e indiretas, na construção e nos habitats sustentáveis, o ODS nº 11 - Tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, onde se releva a medida 11.3 “Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para um ordenamento do povoamento humano participativo, integrado e sustentável, em todos os países”. Evidencia-se também o ODS nº 7 - Energias Renováveis e Acessíveis, em particular as medidas 7.2 “Até 2030, aumentar

substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global”; e, 7.3 “Até 2030, duplicar a taxa global de melhoria da eficiência energética”.

Por sua vez, o Pacto Ecológico Europeu que visa transformar a economia da UE para um futuro sustentável, é particularmente incisivo quanto a objetivos com alcance estratégico que, de forma transversal e vertical, impactam na construção civil sustentável, nomeadamente “mobilizar a indústria para a economia circular e limpa” e “construir e renovar de forma eficiente em termos de utilização de energia e recursos” - figura 3 - COM (2019) 640 final, 2019.12.11<sup>18</sup>. Em concreto, realça-se o facto que “40% do nosso consumo de energia tem origem nos edifícios”, pelo que importa “renovar os edifícios para ajudar as pessoas a baixar as contas de eletricidade e reduzir a utilização de energia” (op. cit.), de igual modo se refere que “a indústria europeia utiliza apenas 12% de materiais reciclados” (op. cit.), pelo que é importante “ajudar as empresas a inovar e a tornarem-se protagonistas de primeiro plano da economia verde” (op. cit.).

**Figura 3 - Pacto Ecológico Europeu (Green Deal)**



Fonte: adaptado de COM (2019) 640 final, 11.12.2019

Ora, sabemos que a energia, por força das alterações climáticas e do consequente imperativo da transição energética, está a revolucionar o modo como se constrói, financia e utilizam os edifícios, num contexto em que só na UE estes ativos são responsáveis por 40% do consumo total de energia e 36% das emissões de CO<sup>2</sup>.

<sup>18</sup> ([https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0008.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_1&format=PDF), acessido em 2021.07.05)

O objetivo é que até 2020 os novos edifícios tenham um balanço energético próximo de zero, e a par disso 35% dos edifícios da UE têm mais de 50 anos<sup>19</sup>.

O debate de hoje é acerca dos desafios deste contexto na procura de traçar os caminhos mais eficientes na redução do consumo energético dos edifícios. A eficiência energética nos edifícios é já uma realidade, tendo conhecido nos últimos anos um grande avanço, em que novas tecnologias e até serviços permitem criar edifícios autossustentáveis em energia.

Por isso, o tema desta investigação é ainda mais pertinente e importante no sentido em que devemos procurar desenvolver novas soluções inovadoras que permitam reduzir os consumos energéticos nos habitats do futuro e simultaneamente reduzir os seus impactos sobre o ambiente, contribuindo para o desenvolvimento mais sustentável do setor da construção.

Importa também relevar a importância do financiamento a fim de potenciar a sustentabilidade, assistindo-se atualmente a que várias instituições, como por exemplo o Banco Europeu de Investimentos (BEI), valorizam dentro do mesmo nível de risco as questões de natureza económico-financeiras e as que decorrem da sustentabilidade. Refira-se, a este propósito, o “Plano de Ação: Financiar um crescimento sustentável” - COM (2018) 97 final, 2019.12.11<sup>20</sup>.

Assim, parece indiscutível ser preciso mudar o sistema de valores e estabelecer políticas que possam realmente favorecer o desenvolvimento sustentável, indo ao encontro e envolvendo os diferentes *stakeholders* da construção. É preciso que todas as nações do mundo estejam dispostas a estabelecer um diálogo para garantir o futuro do planeta Terra.

## CAPÍTULO III - Revisão da literatura - construção e habitats sustentáveis

### 3.1. Inteligência económica e a *business intelligence* na construção sustentável

O papel instrumental da inteligência económica, nas suas diversas asserções (inteligência económica, inteligência económica e estratégica, inteligência competitiva, inteligência estratégica, *business intelligence*, etc.), na construção sustentável, num

---

<sup>19</sup> (<https://casa.sapo.pt/noticias/building-energy-symposium-reune-especialistas-para-ajudar-na-reducao-do-consumo-energetico-dos-edificios/?id=22925>, acedido em 2020.09.21)

<sup>20</sup> (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0097&from=DE>, acedido em 2021.07.05)

mundo sequioso de dados, ganha atualmente relevância acrescida, no que respeita ao reforço do desempenho das organizações face aos novos desafios associados à transformação digital e à sustentabilidade.

Baaziz et. al. (2017) defendem um conceito de “Hélice Quíntupla” que vai para além das simples clivagens concorrenciais, sugerindo uma abordagem baseada no paradigma da “coocorrência” [cooperação + concorrência] e “coopetitividade” [cooperação + competitividade], mediante uma “especialização inteligente” com forte impacto societal e económico. Trata-se de uma “abordagem interdisciplinar e transdisciplinar” em que a inteligência económica, para além da recolha, tratamento e distribuição de dados, bem como da informação estratégica, desempenharia também, e acima de tudo, o seu papel de mediação, que se caracteriza por uma dimensão prospetiva de futuros possíveis, que explora as oportunidades do desenvolvimento sustentável e clarifica as decisões/ações das diferentes partes interessadas do ecossistema”. Nesta derivação da inteligência económica para domínios menos convencionais, há claramente uma conexão com aspetos essenciais da teoria dos *stakeholders*. Os atuais desafios societais, em muitos dos seus desenvolvimentos, valorizam os ecossistemas regionais que favorecem a inovação, relevando o desenvolvimento sustentável, sendo decisivo para as dinâmicas económicas, sociais e empresariais futuras. É nesta perspetiva que se considera ser necessário “conceber um ecossistema criativo para além dos aspetos de concorrência e rentabilidade financeira, a fim de favorecer o trabalho pluridisciplinar em rede, agir a montante para satisfazer as necessidades locais, implicar fortemente a sociedade civil na dinamização do ecossistema através dos media, encorajar a investigação e a inovação aberta, etc.” (op. cit.).

O que acrescenta então o conceito de Hélice Quíntupla em relação à formulação de Etzkwitz (2002; 2008)? O modelo de inovação da Hélice Tripla foca-se nas relações universidade-indústria-governo, enquanto o modelo da Hélice Quádrupla incorpora a Hélice Tripla, adicionando uma quarta hélice, baseada na “comunicação e cultura públicas”. Por sua vez, a Hélice Quíntupla não só contextualiza a Hélice Quádrupla, mas também acrescenta ao modelo “os ambientes naturais da sociedade”, assim como enfatiza a necessária transição socio ecológica da sociedade e da economia do século XXI, conferindo-lhes o estatuto de motores para a produção de conhecimento e inovação, definindo, portanto, oportunidades para a economia do conhecimento e inovação.

Numa perspetiva operativa, a inteligência económica alicerça-se no ciclo da informação que tem por finalidade a produção de conhecimentos com alcance estratégico e tático de elevado valor acrescentado. Significa ir mais além do que a gestão do conhecimento e assumir, de acordo com Besson & Possin (2002), uma orientação de “gestão pelo conhecimento”. Segundo este autor, tanto as organizações privadas como as públicas, devem basear o seu dispositivo de inteligência económica, em sete fatores de ação e quatro fatores de resultado, sintetizados no quadro infra:

**Quadro 2 - Fatores de ação e de resultado da inteligência económica**

FATORES DE AÇÃO	FATORES DE RESULTADOS
<b>1. LIDERANÇA</b> (A gestão da empresa deve estabelecer um projeto de IE mobilizador, com orçamento próprio, permitindo desenvolver novos saberes)	<b>1. CRIAÇÃO DE VALOR</b> (O sistema de IE deve gerar valor para os clientes, pessoal, acionistas e demais partes interessadas)
<b>2. ÉTICA</b> (Deve alicerçar-se num código de ética e respeitar regras deontológicas)	<b>2. QUALIDADE DA INFORMAÇÃO</b> (A memória da empresa deve afirmar-se como uma plataforma de informação e um acelerador do ciclo de informação, de conhecimento e de todos os saberes antigos e novos necessários à dinamização permanente da vida da empresa)
<b>3. PROSPETIVA</b> (Favorece o espírito de antecipação pelo que é importante avaliar o impacto de estratégias passadas, presentes e futuras)	<b>3. PROCESSO DE DECISÃO</b> (A melhoria do processo de decisão decorre da consideração prévia das informações e dos conhecimentos suscitados pelo sistema de IE)
<b>4. ANÁLISE DO MEIO AMBIENTE</b> (O ciclo da informação que está no âmago da IE deve proporcionar uma percepção clara dos riscos, das ameaças e das oportunidades, nomeadamente através de dispositivos de vigilância específicos)	<b>4. IMAGEM DA EMPRESA</b> (O sistema de IE deve proporcionar à empresa a possibilidade de avaliar a sua própria imagem, protegê-la e melhorá-la junto das diferentes partes interessadas internas e externas (pessoal, clientes, acionistas, ...))
<b>5. PARTILHA DE CONHECIMENTO E COMPETÊNCIAS</b> (Favorece a partilha de saberes e de saber-fazer por via de uma adequada utilização das TIC)	
<b>6. INFLUÊNCIA</b> (Reforça capacidades porventura inéditas nos domínios da comunicação, da influência e de resposta face a um ambiente económico complexo)	
<b>7. ORGANIZAÇÃO EM REDES</b> (Dinamizar e criar redes internas e externas capazes de analisar o meio envolvente, favorecer a partilha do saber-fazer e implementar ações de influência)	

Fonte: Adaptado de Besson & Possin (2002)

Magrinho (2010) afirma que a “inteligência económica e competitiva é um instrumento de gestão e de intervenção, de importância crescente, utilizado sobretudo pelas empresas e instituições das economias desenvolvidas, onde se assume a gestão estratégica da informação como uma alavanca fundamental do desempenho e da competitividade”. Acresce, a “necessidade de informar e estimular continuamente os diferentes níveis de execução da empresa e das instituições, de modo a criar uma gestão ofensiva e coletiva da informação útil e estratégica, por via de mecanismos eficazes de intervenção e de antecipação em relação aos mercados-alvo”.

Santos (2015) considera a inteligência estratégica como “uma ferramenta de antecipação da mudança e dos riscos e oportunidades que ela comporta”. Trata-se de “uma ferramenta que consegue antecipar eventos com impacto estratégico nas

organizações, comunidades e territórios” e “um instrumento de apoio à liderança que permite tomar decisões mais preparadas, em contextos de elevada complexidade e mudança, como aqueles que marcam hoje a dinâmica das sociedades contemporâneas.”

Takeuchi & Nonaka (2008), consideram que “o património indispensável para as empresas de hoje não é a fábrica e o equipamento, mas o conhecimento acumulado e as pessoas que o possuem”. A gestão do conhecimento, no contexto de mercado atual, pode trazer direção para o conhecimento produzido nas organizações com o apoio dos fluxos de informação e das tecnologias que a acompanham, mas para que isso possa acontecer, é necessário às empresas criarem incentivos e espaços nos quais as pessoas possam utilizar e gerir esse ativo intangível que deve ser sociabilizado, possibilitando a disseminação do conhecimento para toda a organização. Para D’Aveni (2012), as empresas devem estar capacitadas para utilizar uma oferta de serviços como mecanismo de diferenciação e vantagem competitiva, ou seja, uma proposta de valor alinhada não só com a procura, mas também com o sistema de valores e as tendências emergentes com elevado alcance estratégico. Este novo posicionamento encontra-se assente no capital intelectual materializado em ativos não industriais, que apresentam níveis superiores de qualificação, sofisticação e desenvolvimento, que importa otimizar, para associar ao produto, e serviços de elevado valor acrescentado. Os múltiplos serviços e soluções associadas à sustentabilidade têm vindo a ganhar um peso crescente na vida empresarial.

Juillet (2005) afirma que “quem não tiver ‘inteligência económica’ perderá sempre”. Para este autor, inteligência económica é “o controlo e a proteção da informação estratégica que permite ao dirigente da empresa otimizar a sua decisão (ou tomar a qualquer momento as boas decisões)”<sup>21</sup>. Para Delbecque (2007), inteligência económica enquanto saber-fazer “compreende a combinação fortemente integrada dos métodos e instrumentos de vigilância com os da proteção do património informacional e da segurança económica em sentido amplo, aos quais se juntam, por fim, as técnicas de operações de influência”. Harbulot (2009)<sup>22</sup>, considerado um dos peritos europeus em inteligência económica, alerta para este facto, ao referir que esta é uma ferramenta ainda mais crítica em tempos de crise financeira e económica e de alteração nas correlações de força entre potências à escala mundial. “É precisamente na gestão da informação destinada a enfrentar a competição comercial que a

---

<sup>21</sup> (<http://inteligencia-competitiva.blogspot.com/2010/04/entrevista-de-alain-juillet-tdsnews.html>, acedido em 2020.11.22)

<sup>22</sup> (<https://expresso.pt/economia/inteligencia-economica-para-enfrentar-a-crise=f520438>, acedido em 2019-11-12)

inteligência económica pode jogar um papel decisivo na orientação das empresas", particularmente em face da ofensiva das novas multinacionais e da própria diplomacia económica dos países emergentes.

Para Torgal & Jalali (2010), o conceito de inteligência económica e estratégica aplicada à construção sustentável, confere à sustentabilidade um papel central e envolve três aspetos: o ambiente, a economia e a cultura. A nível da cultura, de referir que a sociedade aborda os valores sociais, culturais e de justiça na distribuição de custos e benefícios. A economia é uma obtenção de resposta à poupança a curto e longo prazo dos gastos mensais na utilização de um edifício, sendo o setor da construção um dos setores mais importantes em toda a Europa, com uma faturação anual de 750 milhões de euros, este sector representa 25% de toda a sua produção industrial, sendo o maior exportador mundial com 52% do mercado. O ambiente diz respeito a uma relação com os ecossistemas e os recursos naturais. Deste modo, o impacto ambiental que a indústria da construção apresenta, promove a incorporação do conceito de sustentabilidade neste setor, começando a surgir assim o termo "construção sustentável" como resposta do setor aos desafios do desenvolvimento sustentável (op. cit.).

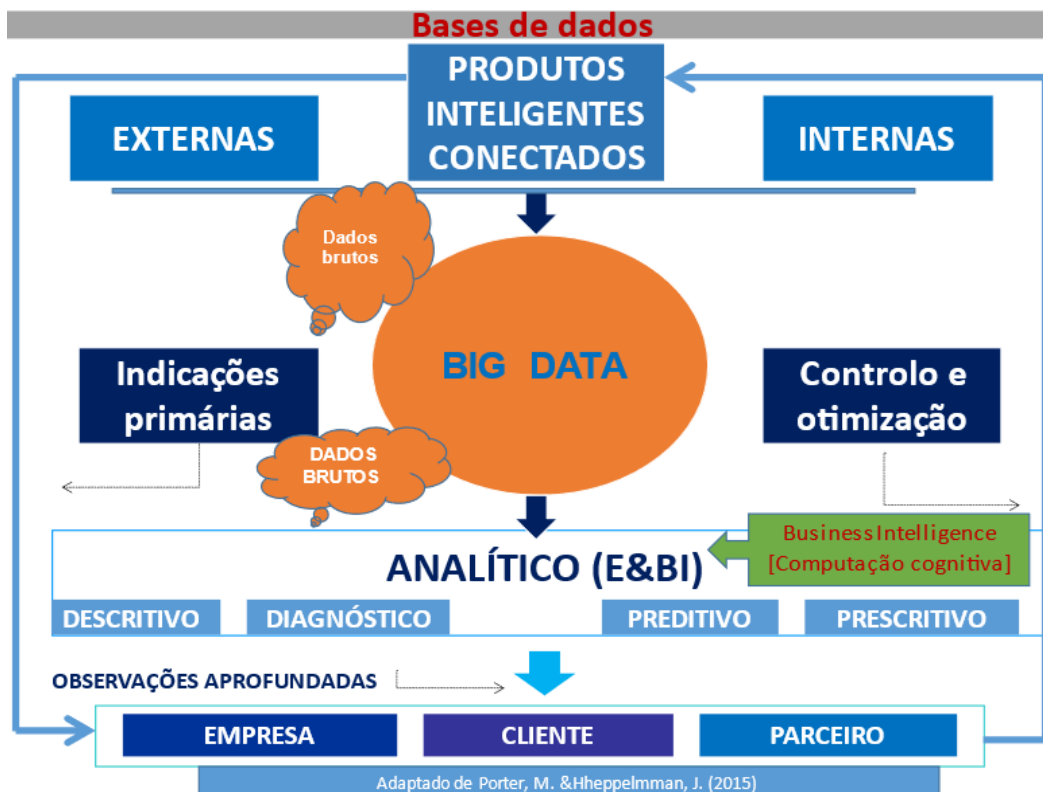
A utilização de novas tecnologias mais sustentáveis na criação de edifícios vai permitir reduzir os impactos causados pelo setor da construção, onde esta indústria é responsável por 30% das emissões de carbono, sendo que o parque edificado consome 42% da energia produzida (op. cit.).

Além disso, a nível mundial a indústria da construção consome mais matérias-primas (cerca de 3.000 mt/ano) que qualquer outra atividade económica, evidenciando um sector pouco sustentável. Por outro lado, muitos dos edifícios atuais padecem de problemas de humidade excessiva com formação de bolores, ou apresentam ambientes com valores de humidade relativa abaixo de 40%, que estão na origem de doenças do foro respiratório. Um outro problema que afeta a qualidade do ar do interior dos edifícios, tem a ver com a presença de materiais de construção no interior dos edifícios com algum nível de toxicidade, mesmo respeitando normativas regulamentares (op. cit.).

No quadro atual da transformação digital e, de um modo mais geral da Indústria 4.0, importa, também, considerar o papel instrumental da computação cognitiva e, em particular das ferramentas de *business intelligence*, para recolher e tratar a miríade de dados relevantes para a sustentabilidade, aos quais é necessário aceder, tratar e

transformar em informação e conhecimento acionáveis, com impacto na construção e habitats sustentáveis, bem como aproveitar o potencial preditivo e prescritivo que estas novas tecnologias e ferramentas digitais potenciam. A figura 4 esquematiza exatamente esse papel instrumental e o potencial analítico.

Figura 4 - *Business Intelligence*



Porter & Heppelmann (2015), enfatizam a criação de novo valor acrescentado com os dados, considerando que “dados de produtos inteligentes e conectados estão gerando ideias que ajudam empresas, clientes e parceiros, otimizam o desempenho do produto. Análises simples, aplicadas por produtos individuais a seus próprios dados, revelam percepções básicas; análises mais sofisticadas, aplicadas aos dados do produto que foi agrupado num “lake” (*Big Data*) com dados externos e fontes corporativas que permitem descobrir insights mais profundos”. É neste sentido que as empresas poderão beneficiar das ferramentas de *business intelligence* para melhor sustentarem as análises de suporte à decisão, face à multiplicidade de dados e informações relacionadas com produtos, materiais, equipamentos e afins, associados à construção e habitats sustentáveis.

Yamaguchi (2019), dirigente da *Japanese Construction Industry and Overseas Activities*, refere-se à importância crucial que a inteligência competitiva reveste para a digitalização da cadeia de valor relativa à “construção 4.0”, conforme figura infra.

Figura 5 - Construção 4.0



Evidencia a “recolha de dados”, o “armazenamento e a análise dos dados”, e o “controlo e serviço” que estão associados, que contribuem para o reforço do desempenho das empresas e das suas cadeias de valor, no que se refere a capacidades de planeamento, ao design, à investigação e desenvolvimento e, de um modo geral, para a melhoria do desempenho e competitividade da construção. Na verdade, a construção 4.0, em que o digital e a sustentabilidade, têm um impacto transversal em toda a cadeia de valor da construção, vem conferir às ferramentas de *business intelligence* um papel instrumental da maior importância num mundo em que os sistemas ciberfísicos são uma realidade cada vez mais presente e, como tal, a gestão da informação útil e estratégica, se afigura crucial para a criação de valor no negócio da construção civil (op. cit.).

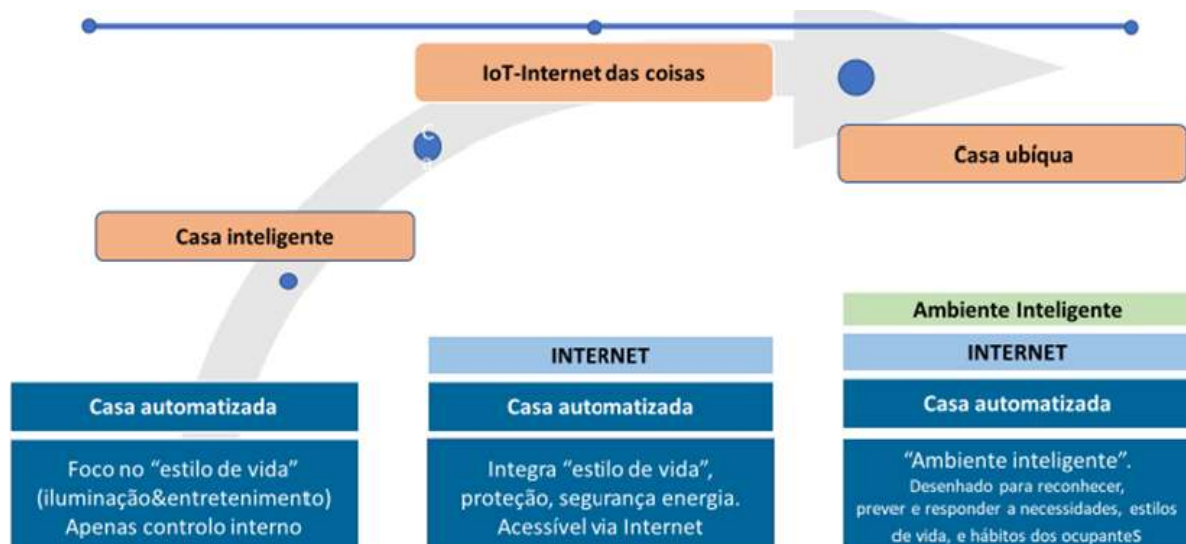
Parthenopoulou (2017), refere que “atualmente a sustentabilidade é considerada como um processo infinito através do ecossistema, uma dinâmica de caminho evolutivo para a melhoria de gestão de recursos humanos e naturais”. Desde logo, na arquitetura, a sustentabilidade descreve técnicas e design ambientalmente conscientes, minimizando o impacto ambiental negativo e aumentando a eficiência no uso de materiais, energia e espaço. Em todos os níveis de design e construção de um edifício, as questões ambientais devem ser tomadas em consideração. Cada decisão

e escolha específica pode ter consequências para o meio ambiente. Meio ambiente e sustentabilidade são questões de sobrevivência, e por isso, a principal prioridade.

De Groot & Lefever (2016), relevam o papel instrumental das novas tecnologias digitais para a “evolução das casas inteligentes e conectadas”, enfatizando a transição contínua para a “Internet das Coisas” - IoT (figura infra), o que possibilita que o mercado se mova para a “Casa Ubíqua”, onde sistemas sofisticados aprendem o comportamento / estilo de vida do utilizador e respondem em conformidade.

Tal evolução pode ser impulsionada, desde que pudéssemos “combinar o controle preditivo do modelo com aplicações inteligentes de autoaprendizagem”, em que “20-30% dos sistemas instalados poderiam ser amplamente melhorados se fossem articulados e as pessoas investissem nessa articulação” (op. cit.).

**Figura 6 - Evolução das casas conectadas e inteligentes**



Fonte: adaptado de BSRIA (2015), apud BPIE (2016)

No mesmo sentido, assinalava-se na revista BSRIA (2015), que o mercado de casas inteligentes atingira uma massa crítica parecendo estar pronto para a massificação. A conectividade com a internet e os elementos padronizados multifuncionais apresentam uma oportunidade que está sendo aproveitada pelas empresas de telecomunicações e serviços públicos para oferecer uma gama de soluções de “casa conectada”. Com a IoT, o mercado move-se para a “Casa Ubíqua”, onnipresente, onde sistemas sofisticados aprendem o comportamento / estilo de vida do utilizador e respondem em conformidade.

As cidades atuais deparam-se com diversos desafios no que se refere ao seu desenvolvimento, e um deles é a da integração entre os diversos fatores que as

constroem. Nesse contexto de diversas transformações, mudanças económicas e crescente globalização questões como qualidade urbana, habitação, economia, cultura e condições sociais e ambientais acabam ficando à mercê das estratégias governamentais. As cidades inteligentes, ou *smart cities* são as que incorporam ferramentas de tecnologia da informação e comunicação para auxiliar os processos de planeamento urbano e integram os cidadãos às questões decisivas. Isso torna as cidades mais eficientes, automatizadas, sustentáveis e, conseqüentemente mais agradáveis para se viver. É um modo de incorporar as questões importantes para criar uma cidade dinâmica e estrategicamente planeada<sup>23</sup>.

Como definido pela UE, as *smart cities* devem investir em sistemas de pessoas interagindo com fluxos de energia, serviços e materiais para determinar o melhor caminho a ser traçado. O seu desenvolvimento deve ser pensado na qualidade de vida e nas necessidades sociais e económicas locais (op. cit.).

Esse novo modelo pautado no uso de tecnologias para se pensar na qualidade do planeamento e adensamento urbano pode ser fundamental para o futuro de algumas cidades. O investimento tecnológico deve vir acompanhado de boas práticas e deve ser usado com planeamento para cada tipo de identidade urbana (op. cit.).

### 3.2. Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e crescimento inteligente

O tema da sustentabilidade surgiu na segunda metade do século XX, quando em 1962 foi publicado o livro intitulado “A Primavera Silenciosa” da autoria de Rachel Carson, no qual são expostos os efeitos negativos do uso de pesticidas, alertando o Mundo para uma maior preocupação com o ambiente - Torgal & Jalali (2010).

No plano empresarial, a sustentabilidade económica há muito que é considerada relevante no que se refere à formulação e execução da estratégia. O que difere atualmente, de acordo com Freire (2020), é o “crescente reconhecimento da relevância para o ciclo estratégico de mais três tipos de sustentabilidade (figura 7): sustentabilidade ambiental, relacionada com a proteção do planeta; sustentabilidade social, relacionada com o respeito pelas pessoas; e, sustentabilidade governativa, relacionada com a condução da empresa”.

---

<sup>23</sup> (<https://www.pracas.co/blog/o-que-e-uma-cidade-inteligente>, acedido em 2020.09.11)

**Figura 7 - Sustentabilidade Integrada**



No plano societal, em 1972, o Clube de Roma, um grupo de pessoas ilustres do mundo do conhecimento, que se reuniram para debater diversos assuntos relacionados com a política, economia internacional e essencialmente com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, contrata uma equipa do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que elabora um relatório intitulado “Os Limites do Crescimento”, onde se analisa o consumo de recursos, a distribuição económica, o crescimento populacional e a poluição. Neste relatório são abordados diversos temas relevantes para o desenvolvimento da humanidade, entre os quais, a energia, a poluição, o saneamento, a saúde, o ambiente, a tecnologia e o crescimento populacional, tendo sido um importante contributo para a consciencialização dos problemas referidos, e as suas conclusões sensatas indicam o caminho para uma sociedade mais justa e sustentável<sup>24</sup>. Estudos recentes da Universidade de Melbourne relatam que as previsões desse livro, 40 anos depois, estavam certas: continuar a seguir o modelo descrito no livro significa, como afirmado, o aparecimento dos primeiros sinais de colapso planetário muito em breve<sup>25</sup>.

Peralta, et. al. (2012), afirma que o conceito de desenvolvimento sustentável é apresentado pela primeira vez em 1987, através do Relatório de Brundtland, como aquele que “permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras satisfazerem as suas”. Segundo este Relatório devem ser tomadas uma série de medidas por forma a promover o desenvolvimento sustentável tais como: limitação do crescimento populacional; garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo; preservação da biodiversidade; diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de

<sup>24</sup> ([http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo\\_20131208132259\\_2231.pdf](http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131208132259_2231.pdf), acedido em 2020.09.11)

<sup>25</sup> (<https://jornalggn.com.br/noticia/os-limites-do-crescimento/>, acedido em 2020.09.11)

fontes energéticas renováveis; aumento da produção industrial nos países não industrializados, com base em tecnologias ecologicamente adaptadas. Este Relatório ressalva ainda que “desenvolvimento sustentável não é um estado de harmonia fixa, mas um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais são feitas de modo consistente com as necessidades presentes e futuras”.

O conceito desenvolvimento sustentável, transcende a sustentabilidade ambiental, para abraçar a sustentabilidade económica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades. Os desafios para o setor da construção, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, recomenda-se: mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições; busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis; gestão ecológica da água; redução do uso de materiais com alto impacto ambiental; redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais. Além disso, a construção e a gestão do ambiente construído devem ser encaradas dentro da perspectiva de ciclo de vida<sup>26</sup>.

Kibert (1994) apresentou a sua definição do conceito de construção sustentável numa Conferência Internacional, realizada na Flórida, e o Conselho Internacional da Construção (CIB), definia sete princípios para a construção sustentável, com o intuito de fomentar a procura de edifícios mais sustentáveis. São eles a redução do consumo de recursos; a reutilização de recursos; a utilização de recursos recicláveis; a proteção da natureza; a eliminação de tóxicos; a aplicação de análises de ciclo de vida; e assegurar a qualidade. A definição mais consensual é a proferida por Kibert (2004), em que “a construção sustentável tem como objetivo a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e em princípios ecológicos”.

Landman (1999) refere ainda que a construção sustentável utiliza tecnologias e materiais eficientes do ponto de vista do consumo de recursos, que não comprometem o ambiente e que contribuem para o bem-estar dos seus ocupantes. Para Bragança et.

---

<sup>26</sup> (<https://www.gov.br/mma/pt-br>, acessado em 2020.10.11)

al. (2011), a preocupação pela qualidade ambiental e pela equidade social permitiu uma evolução do processo tradicional de construção. Anteriormente, a competitividade da construção era avaliada segundo três parâmetros bem definidos (qualidade, custo e tempo de execução), atualmente, com a introdução da construção sustentável, este paradigma é bem diferente, uma vez que também os fatores ambientais (consumo de recursos, emissões, proteção da biodiversidade) e sociais (equidade social) são tidos em conta no processo de construção. Mateus (2009) refere que todas as fases constituintes do ciclo de vida dos edifícios são responsáveis por diversos impactos nas três dimensões do desenvolvimento sustentável. Construção sustentável é um conceito multidimensional relacionado com a redução do consumo de energia não renovável, materiais e água, e ainda da produção de emissões, resíduos e poluentes. Provém da definição de desenvolvimento sustentável, que defende que um desenvolvimento económico, ambiental e social é capaz de atender às necessidades desta geração, sem comprometer o suprimento das necessidades das gerações futuras. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

O movimento ambiental e muitas das regulamentações ambientais têm sido tradicionalmente vistos como um dispendioso impedimento à produtividade. De acordo com Porter (1999), a visão que prevalece ainda é a da ecologia versus economia, ou seja, de um lado estão os benefícios sociais que se originam de rigorosos padrões ambientais, e de outro lado, estão os custos da indústria com prevenção e limpeza. Nesta perspetiva, tais custos conduzem a altos preços e a uma baixa competitividade, e o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais<sup>27</sup>. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspetos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente<sup>28</sup>.

Araújo (2005), consultor do Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA), afirma que a “construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender às necessidades de

<sup>27</sup> (<http://www.pcc.usp.br/latinamericancib/missaocib.html>, acessado em 2020.09.13)

<sup>28</sup> (<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>, acessado em 2020.09.13)

edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras”.

Para Akadiri et.al. (2012), sustentabilidade é um conceito amplo e complexo, que se tornou um dos principais problemas da indústria da construção. A ideia de sustentabilidade envolve a melhoria da qualidade de vida, permitindo que as pessoas vivam em um ambiente saudável, com melhores condições sociais, económicas e ambientais. Estima-se que até 2056, a atividade económica global terá aumentado cinco vezes, a população global terá aumentado em mais de 50%, o consumo global de energia terá aumentado quase três vezes e a atividade industrial global terá aumentado pelo menos três vezes.

Em 1992, realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como ECO-92. Este evento reuniu mais de uma centena de chefes de Estado provenientes de todo o Mundo que procuravam meios de conciliar o desenvolvimento socioeconómico com a conservação e proteção dos ecossistemas terrestres. Durante este evento, foram elaborados alguns documentos relevantes, com destaque para a Agenda 21. Esta perspectiva concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência económica promovendo a importância da interdependência entre estes sectores rumo ao desenvolvimento sustentável dos países<sup>29</sup>.

Com o crescente interesse por esta temática, alguns autores começam a abordar o conceito “desenvolvimento sustentável” e Christensen (1989), descreve-o como um padrão de desenvolvimento que garanta a existência de sistemas naturais que atuam na base do bem-estar humano, ao assegurar condições de vida adequadas e uma apropriada base produtiva. Já Pezzey (1989), com uma definição mais orientada para a economia, afirma que o desenvolvimento sustentável é avaliado segundo o critério de que o bem-estar per capita não deve diminuir com o tempo. Barbosa (2008), refere que o National Research Council (NRC), em 1999, definiu o desenvolvimento sustentável como um conceito que tenta relacionar as aspirações de paz, de liberdade, de melhoria das condições de vida e de um meio ambiente saudável em todo o Mundo. A sua principal finalidade prende-se com a continuação do desenvolvimento da sociedade sem prejuízo do meio ambiente a longo prazo. Bezerra & Bursztyn (2000) apresentam o desenvolvimento sustentável como sendo um processo de aprendizagem social de longo prazo, direcionado por políticas públicas

---

<sup>29</sup> (<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>, acessado em 2020.09.11)

orientadas por um plano de desenvolvimento nacional. Desta forma, a grande diversidade de atores sociais e interesses presentes na sociedade colocam-se como um entrave para as políticas públicas para o desenvolvimento sustentável. Já para Mateus (2004), o conceito de desenvolvimento sustentável para além da preocupação com a manutenção e melhoria da salubridade e integridade do ambiente a longo prazo, preservando a equidade entre as gerações, também devem ser tomadas em conta as questões económicas e as problemáticas sociais, sanitárias e éticas do bem-estar humano.

O sociólogo britânico John Elkington, considerado um dos gurus globais do desenvolvimento sustentável, cofundador da ONG *SustainAbility* e descrito pela *Business Week* como o “decano do movimento da sustentabilidade corporativa”, criou o conceito *triple bottom line*: objetivos de negócios são inseparáveis das sociedades e ambientes nos quais operam. Embora ganhos económicos de curto prazo possam ser procurados, deixar de levar em conta os seus impactos sociais e ambientais torna essas práticas de negócios insustentáveis. Assim, o desenvolvimento sustentável está associado a três vertentes, assentando essencialmente num ponto de equilíbrio entre o crescimento económico, a equidade social e a proteção do ambiente<sup>30</sup>.

Ramos (2009), considera que as constantes agressões infligidas pelo Homem ao meio ambiente contribuem expressivamente para o aparecimento e desenvolvimento de diversos problemas ambientais à escala global: mudanças climáticas; efeito de estufa; perda da biodiversidade e destruição dos ecossistemas. Nesse sentido, importa também ressaltar a importância dos problemas à escala local como por exemplo, a gestão da água, dos resíduos, da energia e dos transportes. Assim, no seguimento das preconizações relativas ao desenvolvimento sustentável, surge a expressão *think global, act local*, que traduz a preocupação ativa dos problemas à escala local como forma de redução dos problemas à escala global. De acordo com Barbieri (1997), a perceção para solução de problemas globais procura, além da redução de degradações no ambiente físico e biológico, visa também a resolução de questões sociais, políticas e culturais, tais como a pobreza e exclusão social, praticando o então chamado desenvolvimento sustentável. É evidente que isto terá melhores condições de ser alcançado caso ocorra a integração das políticas de desenvolvimento sustentável, ocasionando numa maior conscientização de todos os principais agentes deste processo: população/comunidade, organizações e governo. Portanto, a questão ambiental não poderá ser encarada como um problema individual,

---

<sup>30</sup> (<https://www.bcsdportugal.org/comunicados/john-elkington-na-conferencia-anual-do-bcsd>, acedido em 2020.09.11)

ela transcende a ciência, a economia e a política e está relacionada à vida diária, aos valores morais e ao próprio futuro das demais gerações. Assim, a parcela de responsabilidade dos agentes nessa questão é desenvolver ações concretas para a melhoria do meio ambiente, tendo como foco o futuro da humanidade e não apenas os interesses imediatos e económicos locais<sup>31</sup>. Surgiram ainda diversos acordos e tratados, dos quais a Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (1991), constituída por 16 princípios relativos à gestão do meio ambiente, surge como instrumento essencial para o desenvolvimento sustentável, em que organizações versáteis, dinâmicas, ágeis e lucrativas devem ser a força impulsionadora para tal movimento. De acordo com esta Carta, as organizações precisam ter a consciência de que deve existir um objetivo comum e não conflito entre desenvolvimento económico e proteção ambiental (op. cit.).

Oliveira (2004)<sup>32</sup> considera que um dos marcos para despertar a consciência ecológica mundial foi a Conferência sobre Biosfera, realizada em Paris em 1968, assim como a primeira Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, na Suécia, em 1972, como medida para tentar frear a degradação ambiental, surgindo assim a proposta de sustentabilidade desenvolvida neste debate internacional, e consolidado na Rio-92, Rio de Janeiro, que consistiu em promover um modelo de desenvolvimento que garanta o uso sustentável dos recursos naturais, preservando a biodiversidade e assim, freando a degradação do meio. Barbieri (2000), refere que o objetivo da primeira conferência da ONU sobre o meio ambiente, em Estocolmo, foi conscientizar os países sobre a importância de se promover a limpeza do ar nos grandes centros urbanos, dos rios nas bacias hidrográficas e combate à poluição marinha. Na Rio-92 os documentos resultantes foram a Carta da Terra (também chamada de Declaração do Rio constituída por 27 princípios básicos, que visam estabelecer acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e que protejam a integridade do sistema global de ecologia e desenvolvimento) e a Agenda 21, que constitui num plano de ação com o objetivo de colocar em prática programas que visam frear o processo de degradação ambiental e colocar em prática os princípios da Declaração do Rio. Das diversas conferências e cimeiras mais marcantes sobre as alterações climáticas e o ambiente, enumeram-se as principais e sintetizam-se os temas centrais nelas debatidos no quadro seguinte.

---

<sup>31</sup> ([https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/barbieri\\_-\\_gestao\\_ambiental\\_economia\\_sustentavel.pdf](https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/barbieri_-_gestao_ambiental_economia_sustentavel.pdf), acessado em 2020.09.11)

<sup>32</sup> ([https://anais.unicentro.br/siepe/isiepe/pdf/resumo\\_286.pdf](https://anais.unicentro.br/siepe/isiepe/pdf/resumo_286.pdf), acessado em 2020.09.11)

<b>Quadro 3 - Principais Conferências e Cimeiras sobre o Clima</b>	
<b>Designação</b>	<b>Temas centrais</b>
Conferência do Rio de Janeiro (1992)	Conferência sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável, protagonizada pela ONU. Teve como objetivo travar as escalas das emissões de gases com efeito de estufa. Foi ratificado por unanimidade. Sem carácter vinculativo. É introduzido o conceito de desenvolvimento sustentável, um modelo de crescimento económico menos consumista de recursos e ecologicamente mais equilibrado.
Protocolo de Kyoto (1997)	37 países industrializados comprometem-se, com carácter vinculativo, a limitar o nível de emissões em 5,2% em relação a 1990, num prazo entre 2008 e 2012. Fixados preços para direitos de emissões acima das autorizadas. Os EUA não o subscreveram.
Cimeira de Bali (2007)	Pretendia incluir os países em desenvolvimento. Fixada meta de redução de emissões entre 25% e 40% até 2020.
Copenhaga (2009)	Visava dar continuidade e impulsionar os acordos de Kyoto, mas terminou sem novos acordos, a não ser o compromisso de envolver os países emergentes.
Conferência de Cancun (2010)	Compromisso para que o aumento da temperatura média da Terra não ultrapassasse os 2 graus, com referência à época pré-industrial. Esta meta seria revista para evitar que não chegasse a 1,5°C, assim como deveria haver uma reunião substancial para 2050. Incentivo ao uso de tecnologias de baixo carbono. Criação de um comité de adaptação para ajudar os países menos desenvolvidos no combate às alterações climáticas. Ajuda de 35 mil milhões USD\$ aos países em desenvolvimento podendo aumentar até totalizar 100 mil milhões USD\$ em 2020.
Cimeira do Clima de Durban (2011)	Compromisso entre todos os países presentes em Durban, desenvolvidos e emergentes, para se chegar a um acordo vinculativo em 2015, com pactos que só entrariam em vigor em 2020. Foram envolvidos neste compromisso, pela 1ª vez, os grandes emissores mais de metade de gases de efeito de estufa: China, EUA e Índia. Ficou conhecido como a “Plataforma de Durban”.
Cimeira das alterações climáticas de Doha, Qatar (2012)	Os 194 países reunidos em Doha alcançaram um acordo de mínimos para conhecido como “Porta climática de Doha), segundo o qual se prorrogava, uma vez mais até 2020, o compromisso de Kyoto. Deu-se um impulso ao “Fundo verde para o clima” com ajudas a longo prazo aos países em desenvolvimento.
Cimeira das alterações climáticas de Varsóvia, Polónia (2013)	Foram ativadas as ajudas aos países que sofrem os efeitos das alterações climáticas, tendo sido criado para isso um grupo de trabalho que iniciaria os trabalhos em 2014. Foi acordado que o fundo de financiamento a longo prazo as alterações climáticas se manteria nos 100 mil milhões USD\$ anuais, e se instava os países desenvolvidos a aumentá-lo a partir de 2020, com fundos privados e públicos.
Conferência de Nova Iorque (ONU) e preparação da Cimeira de Paris (2014)	A problemática do combate à desflorestação esteve em evidência, com muitas declarações de intenções, por parte de 36 países, que se propunham acabar com essa desflorestação, incluindo países como os EUA, Alemanha e França, mas sem a concordância e comprometimento do Brasil. Declaração de compromisso para recuperar 350 milhões de hectares de terras degradadas.
Acordo de Paris (2015)	Negociado durante a COP21, é um tratado inserido na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), que rege medidas de redução de emissão de gases estufa a partir de 2020, a fim de conter o aquecimento global abaixo de 2°C, preferencialmente em 1,5°C, e reforçar a capacidade dos países de responder ao desafio, num contexto de desenvolvimento sustentável. O presidente francês considerou-o “o primeiro acordo universal da história das negociações climáticas, ao ser aprovado pelos 195 países representados.

Fonte: Adaptado de Arbós (2017)

Na verdade, desde a Conferência do Rio, de 1992, desenvolve-se um longo percurso assinalado em várias conferências e cimeiras, com pequenos e grandes avanços que vêm a culminar na Cimeira de Paris, de 2015, sem dúvida a mais marcante no período mais recente pela abrangência dos países participantes e pelos compromissos vinculativos nela assumidos.

Desde o relatório “Os Limites do Crescimento”<sup>33</sup>, em 1972, ponto de partida para a discussão sobre meio ambiente e desenvolvimento populacional, tem sido percorrido um longo caminho. Acresce, no mesmo ano, a Conferência de Estocolmo sobre Ambiente Humano da ONU - considerado o primeiro evento a nível mundial a conferir visibilidade pública às questões ambientais globais. Desde essa data, tem vindo a gerar-se um amplo debate e uma dinâmica de encontros, de que resultaram diversos acordos internacionais sobre o meio ambiente. Atualmente, a Convenção - Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), o Objetivo 13 “Ação contra a mudança global do clima” da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e o Acordo de Paris, consubstanciam os referenciais mais significativos, em matéria de políticas de alterações climáticas. Uma dimensão fundamental do desenvolvimento sustentável está associada à transição energética, de acordo com a proposta de primeira Lei Europeia do Clima, apresentada pela Comissão, tem por objetivo “consagrar na lei o objetivo de neutralidade climática até 2050 para a economia e sociedade europeias, estabelecido no Pacto Ecológico Europeu”.

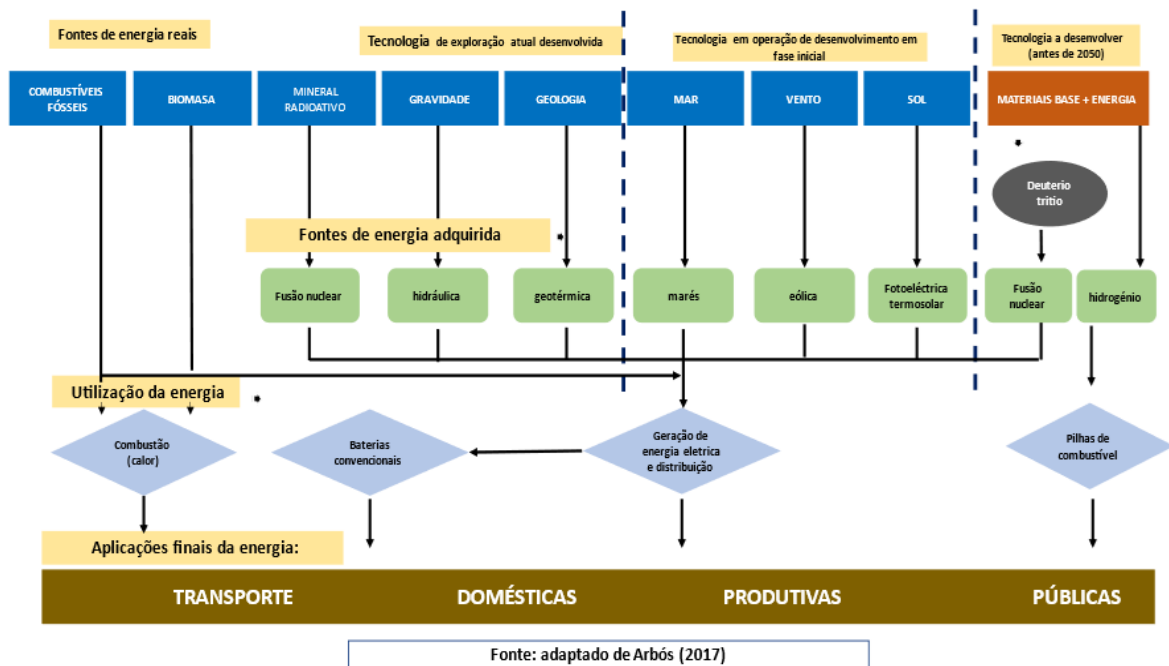
Silva (2021) refere-se à aposta nas energias renováveis - o que se tem vindo a alicerçar nas vantagens que estas proporcionam; da promoção da sustentabilidade na construção que favoreça estabilidade; da criação de postos de trabalho dignos e seguros. Enfatiza ainda importância de se chegar a uma meta que garanta um equilíbrio entre os direitos humanos, a salvaguarda do ambiente e a prática justa e equilibrada da política e economia, apoiadas no bom desempenho dos recursos energéticos eficientes, da ciência e da tecnologia, na certeza de que ainda nos falta correr muitos quilómetros de acordos internacionais conscientes e atitudes determinadas e concisas por parte de uma liderança que seja reta.

Por isso, coloca-se a necessidade de mudanças muito significativas e abrangentes quanto ao mix energético na atual fase de transição e em relação às opções futuras, estas associadas a inovações, porventura disruptivas. A figura infra, para Arbós (2017) evidencia as mudanças em curso e previsíveis no mix energético.

---

<sup>33</sup> ([https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law\\_pt](https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_pt), acedido em 2021.06.29)

Figura 8 - Fontes, utilizações e aplicações de energia, presentes e futuras



Castro (1996), considera que as empresas que fazem um compromisso com o meio ambiente, demonstram confiança e apostam no futuro, ou seja, elas buscam uma nova perspectiva em que os cuidados ambientais deixam de ser obstáculos à atividade da empresa, e tornam-se a garantia de que ela se firmará no mercado com maiores oportunidades de negócios.

Esse pensamento sobre as “questões verdes” será de grande valia não somente para as organizações, mas para toda a humanidade, pois apesar de muitos promoverem a consciencialização ambiental, o impacto e as previsões do aquecimento global estão a piorar, a diversificação a avançar, o desmatamento e a poluição a destruir o nosso ecossistema, assim como bilhões de pessoas em todo o mundo ainda não tem acesso a água potável. Para a devida preservação ambiental, existe hoje extensa legislação que impõe diversas medidas para não agredir o meio ambiente, no qual as empresas estão inseridas. Profissionais de construção civil em todo o mundo começam a integrar a sustentabilidade e a integrá-la na cadeia de valor dos projetos de construção (op. cit.).

Por exemplo, o conceito de construção sustentável tem custo mais baixo do que o método convencional e economiza energia conforme demonstrado por Hydes & Creech (2000). Isso foi ainda apoiado por Pettifer (2004), que acrescentou que os edifícios sustentáveis contribuirão positivamente para uma melhor qualidade de vida, eficiência no trabalho e ambiente de trabalho saudável. Pettifer (op. cit.) explorou os

benefícios comerciais da sustentabilidade e concluiu que os benefícios são diversos e potencialmente muito significativos - Akadiri et. al. (2012).

Para Vasconcellos (2001), nos últimos tempos, uma característica marcante da economia mundial tem sido a crescente integração económica entre países sob diversos aspetos: comercial, produtivo e financeiro. Esse processo é conhecido como globalização. Pode dizer-se que se trata de um processo que vem ocorrendo com o grande desenvolvimento tecnológico, a partir do final do Século XIX, mas que se acelerou muito a partir das últimas décadas, com o desenvolvimento da informática e dos mecanismos financeiros internacionais. Nesse sentido, é interessante separar a chamada globalização produtiva da globalização financeira.

Maia (2016), afirma que a globalização produtiva é a produção e distribuição de bens e serviços dentro de redes na escala mundial. A redução de barreiras no comércio internacional, o extraordinário crescimento das tecnologias da informação (telecomunicações e microeletrónica) e a difusão de novas tecnologias, criaram novos produtos e novas oportunidades de negócios. A partir das duas últimas décadas do Século XX, com a globalização produtiva, iniciou-se um processo de crescimento do fluxo financeiro internacional baseado no mercado internacional de capitais, denominada globalização financeira. Esta é caracterizado por inovações financeiras, como a proteção contra riscos, securitização de títulos e o desenvolvimento do mercado de derivativos (mercados futuros, opções e swaps). Associados ao elevado grau de informatização atual, esses capitais são transferidos com grande rapidez. Embora a relativa abundância desses capitais financeiros internacionais possa representar, sobretudo, para os países emergentes, um recurso importante para complementar a sua poupança interna e promover o crescimento económico, a excessiva liberdade desses capitais torna esses países extremamente vulneráveis perante a conjuntura económica internacional.

### **3.3. Sistemas de avaliação da construção sustentável**

A consciencialização da degradação do meio ambiente causada pelas políticas de desenvolvimento adotadas pela sociedade moderna, tem provocado reflexões aprofundadas sobre os problemas ambientais, sociais e económicos que afetam o planeta, tendo daí emergido o conceito de desenvolvimento sustentável como contraponto ao conceito de desenvolvimento baseado apenas em critérios de âmbito

económico. A implementação de um desenvolvimento sustentável tem como objetivo corrigir o rumo atual de desenvolvimento integrando questões ligadas à proteção do meio-ambiente e dos recursos naturais, assim como questões ligadas com a equidade social, seja no presente, seja entre gerações.

O ambiente construído é um dos setores que mais consome recursos naturais, energia e água, além de gerar grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos. Está, ainda, vinculado aos múltiplos problemas relacionados com os transportes, a mobilidade, o saneamento e a habitação. Têm sido desenvolvidos muitos estudos de modo a procurar inverter esta tendência, para minimizar estes impactos e tornar o ambiente construído mais sustentável.

Construir com sustentabilidade é construir com racionalidade, tendo em vista a minimização dos impactes ecológicos que prejudicam a biodiversidade. Este objetivo concretiza-se com o planeamento partilhado, com a utilização racional dos materiais, com o respeito pelos ciclos naturais do ar e da água, com o recurso a estratégias passivas de produção de energia e com a gestão e reciclagem de lixos.

Para possibilitar a comparação de soluções e práticas preconizadas, bem como de avaliar efetivamente a adequabilidade das soluções apresentadas como de sucesso, surgiram diversos métodos e ferramentas de avaliação de sustentabilidade. Inicialmente, os instrumentos de avaliação foram desenvolvidos para avaliar e certificar edificações de acordo com o seu desempenho ambiental, posteriormente ampliado para abordar, também, as questões sociais e económicas. Recentemente têm surgido novos métodos direcionados para a avaliação de áreas urbanas mais abrangentes, tais como bairros, comunidades e até mesmo cidades<sup>34</sup>.

O interesse pela construção "verde" está a crescer em todo o mundo e existem diversos métodos excelentes de avaliação ambiental bem documentados. Com o desenvolvimento de diferentes métodos de avaliação, existe uma necessidade clara de coerência e de consistência entre todos eles. É essencial que as definições, critérios de avaliação sejam comuns e que as medidas sejam baseadas em argumentos científicos úteis, claros e rigorosos.

Atualmente, praticamente cada país europeu, além dos EUA, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong, possui um sistema de avaliação de edifícios. Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os sistemas de avaliação ambiental

---

<sup>34</sup> (<http://civil.uminho.pt/urbanere/sbtool-urban-instrumento-para-a-promocao-da-sustentabilidade-urbana/>, acedido em 2020.09.11)

disponíveis estão sobretudo orientados para o mercado, isto é, desenvolvidos para serem facilmente absorvidos por projetistas ou para receber e divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços dispensados para melhorar a qualidade ambiental de projetos, execução e gestão operacional. Estes sistemas têm uma estrutura mais simples e estão vinculados a algum tipo de certificação de desempenho. Para responder à necessidade de pôr em prática o conceito de sustentabilidade têm sido desenvolvidos e aplicados, a nível internacional (desde a segunda metade da década de 1980), vários sistemas para avaliação do desempenho ambiental dos edifícios, como *Building for Environmental and Economic Sustainability* (BEES), *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (CASBEE), *Sustainable Building Tool* (SBTool), *Building Standard* (WELL), e Associação para a implementação e desenvolvimento de conceito da casa passiva (PASSIVHAUS), entre outros.

A iniciativa que merece maior destaque, desde o trabalho pioneiro realizado pelo *Building Research Establishment* (BRE), é o chamado *Green Building Challenge* (GBC), um consórcio internacional reunido com o objetivo de desenvolver um novo método para avaliar o desempenho ambiental de edifícios: um protocolo de avaliação com uma base comum, porém capaz de respeitar diversidades técnicas e regionais. O GBC caracteriza-se por ciclos sucessivos de pesquisa e difusão de resultados. A etapa de desenvolvimento inicial, integralmente financiada pelo governo do Canadá, envolveu 15 países e culminou em uma conferência internacional em Vancouver, Canadá - GBC'98. A divulgação dos resultados da segunda fase de desenvolvimento, compreendendo trabalhos de 19 países, foi um dos ramos centrais da conferência internacional *Sustainable Buildings* (SB) 2000, realizada em Maastricht, Holanda. Desta etapa em diante, o governo canadense deixou de ser responsável pela gestão do processo, e a sua coordenação, assim como a corresponsabilidade pela sequência de conferências SB foi absorvida pela iSBE (*International Initiative for Sustainable Built Environment*) em 2000. Com isso, as equipes participantes do GBC tornaram-se responsáveis pela captação dos recursos necessários para condução das suas avaliações. O terceiro ciclo envolveu pesquisas conduzidas em 24 países, cujos resultados foram divulgados na conferência internacional (SB'02/GBC'02), realizada em Oslo, Noruega. O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação, para refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e até mesmo valores culturais de diferentes países ou regiões num

mesmo país. Outros comités do GBC concentram-se na busca de fundamentação consistente para a definição de *benchmarks*; de ponderações entre categorias e entre itens das diversas categorias; e de uma gama mais ampla de indicadores de sustentabilidade, para refinar as comparações internacionais - Cole & Larsson (2000). Estes e outros métodos têm em vista reconhecer a sustentabilidade dos edifícios e meio construído. Para além dos métodos atrás referidos, que podem ser aplicados em Portugal, com as devidas adaptações, existem pelo menos dois cujas características foram ajustados à nossa realidade: LiderA e SBTool.

O Centro Europeu de Normalização (CEN) que criou o Comité Técnico 350 (CEN/TC 350) encontra-se a preparar um conjunto de normas que levarão a uma uniformidade na aplicação de critérios e a possibilidade de comparação de resultados obtidos a partir dos diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade. Isto, se estes adotarem a futura normalização como referencial<sup>35</sup>.

Por estes motivos, é muito importante o trabalho de normalização europeia em curso, para se definir as regras comuns que farão as classificações nacionais compatíveis e promoverão o reconhecimento mútuo dos diversos métodos de avaliação ambiental.

O *British Standards Institute* (BSI) lançou, em 1992, a norma BS 7750, que normaliza a instalação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e a sua certificação<sup>36</sup>. Seguindo o mesmo rumo, a *International Organization for Standardization* (ISO), após a grande aceitação da série ISO 9000 (Sistema de Gestão da Qualidade) fez todos os esforços para avaliar a necessidade de normas internacionais para gestão ambiental, tendo criado em 1991, o *Strategic Advisory Group on Environment* (SAGE), que tinha como objetivo propor ações necessárias para a criação de uma normalização ambiental e da certificação - Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, e Confederação Nacional da Indústria - CNI (1995)<sup>37</sup>. Criadas pela Organização Internacional de Padronização, as normas ISO, têm como objetivo melhorar a qualidade de produtos e serviços.

A ISO começou a funcionar oficialmente no ano de 1947<sup>38</sup>, é hoje uma das maiores organizações de desenvolvimento de normas do mundo, foi criada a partir da união da *International Federation of the National Standardizing Associations* (ISA) e a

<sup>35</sup> (<https://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/habitacao/construcao/construcaosustentavel.html>, acedido em 2020.09.11)

<sup>36</sup> (<https://www.ecodebate.com.br/2013/04/16/evolucao-da-normatizacao-ambiental-artigo-de-roberto-naime/>, acedido em 2020.09.11)

<sup>37</sup> (<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111379/108798.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acedido em 2020.09.11)

<sup>38</sup> (<https://gestao-de-qualidade.info/normas-iso.html>, acedido em 2020.09.11)

*United Nations Standards Coordinating Committee (UNSCC)*. Estas normas, certificam produtos e serviços em várias organizações no mundo. As Normas ISO 14000 - que propõem um padrão global de certificação e identificação de produtos e serviços no segmento ambiental - já incorporam a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), sendo as mais difundidas: ISO 14040 (1998) - Gestão Ambiental, ACV, Princípios e Estruturas; ISO 14041 (1998) - Gestão Ambiental, ACV, Definição de Objetivos, Alcance e Análise de Inventários; ISO 14042 (2000) - Análise do Impacto de Ciclo de Vida; e ISO 14043 (2000) - Interpretação do Ciclo de Vida. Recentemente, a construção ganhou normas próprias no âmbito da sustentabilidade: ISO 21930 (2007) - Sustentabilidade na Construção Civil - DAP para construção; e ISO 15392 (2008) - Sustentabilidade na construção civil - Princípios Gerais.

É do Comitê Técnico da ISO, também, o seguinte conceito de obra sustentável: “edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício” - (ISO/TC 59/SC3 N 459)<sup>39</sup>. A DAP é um documento técnico que divulga informação sobre o desempenho ambiental de um produto ou serviço, baseando-se em estudos ACV. Com esta informação é possível comparar e selecionar produtos e serviços com menor impacto ambiental, bem como ambicionar mercados mais exigentes, onde esta informação é fundamental, aumentando a competitividade.

Os crescentes desafios do ambiente e a procura da sustentabilidade (eficiência nos ciclos da energia, água, materiais e sua circularidade; alterações climáticas; consideração dos serviços de ecossistemas; procura da felicidade) nas formas de gerir o ambiente nas organizações, introduzem novos paradigmas, inovações e práticas que são essenciais como: Sistemas de Gestão Ambiental - ISO 14001; Responsabilidade Social Corporativa - ISO 26000; Desenvolvimento dos Relatórios de Sustentabilidade (GRI); Rotulagem Ecológica de Produtos - ISO 14020; envolvimento e governança das partes interessadas; marketing ambiental dos produtos e serviços, bem como a sua aplicação a ambientes construídos (SGA20 - Sustentabilidade na Gestão Ambiental - Inovação e desafios para os Países de Língua Oficial Portuguesa)<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup> ([https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589), acedido em 2020.09.11)

<sup>40</sup> (<https://www.gerirsustentabilidade.com/sga-20>, acedido em 2020.09.11)

Tendo em conta a importância que o setor dos edifícios tem na construção, a procura e a investigação de metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios cada vez mais eficientes e credíveis tem sido cada vez mais uma realidade. Com o surgimento das primeiras metodologias, a Agência Internacional da Energia (AIE) organizou as diferentes metodologias e ferramentas tendo em conta o seu objetivo, escala de análise e fase do ciclo de vida em que se aplicam, da seguinte forma: programas informáticos de simulação energética; ferramentas de avaliação do desempenho ambiental do ciclo de vida dos edifícios; metodologias de avaliação da sustentabilidade e sistemas de certificação; diretivas e *check lists* para o projeto e gestão sustentáveis de edifícios; e declarações ambientais de produto, bases de dados, catálogos, esquemas de certificação e rótulos/etiquetas - Mateus (2009).

Quanto mais sustentável uma obra, mais responsável ela será por tudo o que consome, gera, processa e descarta. A característica mais marcante deve ser a capacidade de planear e prever todos os impactos que pode provocar, antes, durante e depois do fim de sua vida útil. Segundo o arquiteto colombiano Javier Barona, a ferramenta básica para a identificação do estado e das necessidades gerais de uma obra que se pretende sustentável é a ACV<sup>41</sup>.

A ACV (em inglês *Life Cycle Assessment* - LCA) foi primeiramente utilizado nos EUA, em 1990. O crescente interesse pelas capacidades e características deste tipo de análise contribuiu para a reunião entre investigadores europeus e norte americanos que tinha como objetivo desenvolver e melhorar a metodologia de ACV - Ferreira (2004).

A ACV “inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição, a utilização, a manutenção, a reciclagem, a reutilização e a deposição final” - *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* - SETAC (1993). Com o objetivo de regulamentar a aplicação de ACV a um determinado produto ou processo, foi criado, no início da década de 90, por um comité técnico, uma série de normas relacionadas com ACV, como o ISO 14040, ou ISO/TR 14047, em 2003. Posteriormente, em 2006, com o intuito de facilitar a sua aplicação, as especificações contidas nas normas 14041, 14042, 14043 foram aglomeradas apenas em dois documentos: ISO 14040 e ISO 14044.

---

<sup>41</sup> ([https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589), acessado em 2020.09.11)

**Quadro 4 - Síntese dos sistemas de avaliação e normativos**

Sistemas de avaliação ambiental e normas	Atributos	Elementos relevantes	Impacto na construção sustentável
BEES; BREEAM; LEED; CASBEE; WELL; GBC; PASSIVHAUS; LiderA; SBTTool; etc.	Sistemas para avaliação do desempenho ambiental dos edifícios	Ferramentas para implementação de metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios mais eficientes e credíveis, respeitando diversidades técnicas e regionais	
CEN/TC 350	Normalização europeia em curso que levará a uma uniformidade na aplicação de critérios e a possibilidade de comparação de resultados obtidos a partir dos diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade	Assegurar maior eficiência nos ciclos da energia, água, materiais e sua circularidade	
Normas ISO: 9001; 14000; 15392; 21930	Certificação de produtos e serviços das organizações em termos da qualidade; ambiente (inclui ACV); e sustentabilidade na construção civil (inclui DAP)	Melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, e conservar a energia e os recursos, reciclar materiais e reduzir as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício	

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.4. Aspetos relevantes da construção sustentável

A definição de construção sustentável surgiu na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, criada pela ONU, em Estocolmo, Suécia, em 1972, para discutir e propor meios de harmonizar dois objetivos: o desenvolvimento económico e a conservação ambiental. Este conceito adquiriu maior expressão através do relatório da ONU - Nosso Futuro Comum (1987), e da Conferência ECO-92 ou RIO-92, ocorrida no Rio de Janeiro - Brasil, em 1992, que teve como um dos principais resultados a Agenda 21 (instrumento de planeamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência económica), onde a construção sustentável é definida como "um processo holístico que aspira à restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade económica".

Trevisan (2012), observa que desde a Crise do Petróleo, em 1973, até ao presente, a visão sobre o que é construção sustentável tem vindo a modificar-se e a aprofundar. A discussão era sobre edifícios energeticamente mais eficientes. O

desafio era superar essa crise através de edifícios menos dependentes de energia. Depois, o problema passou a ser o entulho gerado pela obra; depois, a água; a seguir, o lixo dos seus utilizadores; agora, o maior problema são as emissões de CO<sub>2</sub> e os GEE e o aquecimento global. Começou-se a perceber que a construção sustentável não é um modelo para resolver problemas pontuais, mas uma nova forma de pensar a própria construção e tudo o que a envolve. Trata-se de intervir no meio ambiente, preservando-o e, em escala evolutiva, recuperando-o e gerando harmonia no meio envolvente (op. cit.).

Toda a edificação sustentável é saudável. A finalidade de uma construção sustentável não é apenas preservar o meio ambiente, mas também proteger os seus ocupantes da poluição dos grandes centros urbanos. Ela não pode gerar doenças, como os prédios que acarretam a Síndrome do Edifício Doente (SEE) - patologia catalogada pela OMS (Organização Mundial da Saúde) no início da década de 1980, cuja ocorrência se dá em edifícios com má ventilação e baixa dispersão de poluentes internos (gás carbónico, fumo de cigarro e automóvel, emissão e acúmulo de compostos orgânicos voláteis). Considera-se que um edifício está “enfermo” quando cerca de 20% de seus habitantes apresentam sintomas semelhantes como irritação nasal e ocular, problemas respiratórios e mal-estares em geral. A edificação sustentável deve funcionar como uma segunda pele do seu utilizador. Ela é a sua extensão, como afirma o geobiólogo espanhol Mariano Bueno. A edificação deve funcionar como um ecossistema particular, e as interações no interior e a envolvente de uma habitação ecológica devem reproduzir ao máximo as condições do meio: humidade relativa do ar adequada para o ser humano, temperatura estável, sensações de conforto, segurança e bem-estar.

O conceito de moderna construção sustentável baseia-se no desenvolvimento de um modelo que proponha soluções aos principais problemas ambientais da sua época, sem renunciar à moderna tecnologia e à criação de habitats que atendam as necessidades dos seus utilizadores. Trata-se de uma visão multidisciplinar e complexa, que integra diferentes áreas do conhecimento a fim de reproduzir a diversidade existente. A construção sustentável edifica microcosmos, e teoricamente ela incorpora conhecimentos de arquitetura, engenharia, paisagismo, saneamento, química, eletrónica, mas também de antropologia, biologia, medicina, sociologia, psicologia, filosofia, história e espiritualidade. A moderna construção sustentável, num ideal de perfeição, deve visar a sua autossuficiência e a sua autossustentabilidade, que é o seu estágio mais elevado. Autossustentabilidade é a capacidade de manter-se

a si mesmo, atendendo a suas próprias necessidades, gerando e reciclando seus próprios recursos a partir do seu sítio de implantação<sup>42</sup>.

Addis (2007), considera que na atualidade, dois desafios antagônicos estão presentes nas ambições de concepção e construção de edifícios: edifícios de grande precisão de concepção, de construção leve, produzidos em série, baratos e com pouca capacidade de serem adaptados para outros usos; e edifícios capazes de adaptação a um número indeterminado de usos, construídos para durar e constituindo um legado vivo para o futuro.

Para Daniels (2003), o planejamento integrado é um desafio e uma oportunidade para arquitetos e engenheiros. Esta abordagem implica mais do que uma mera integração dos sistemas de engenharia nos edifícios, o que obriga a uma colaboração total e unificada entre diversas disciplinas na busca de um conceito de edifício total. A integração favorece as capacidades de desempenho em alternativa aos aspetos ou objetivos individuais, em direção a uma aproximação global, traduzida em oportunidades reais para uma redução das ineficiências e custos de operação.

No passado, a visão das engenharias passava por um entendimento baseado no domínio de um conjunto de conhecimentos. No futuro, o desafio está baseado no como se pode utilizar esse conhecimento para servir as necessidades dos clientes e da sociedade para: criar edifícios que funcionem para os seus ocupantes; criar valor para o cliente; explorar o desconhecido, gerir os riscos, e mostrar confiança; reduzir os impactes dos edifícios no meio ambiente; realizar as ambições dos clientes e da sociedade - Addis (2007). Procura-se, pois, o detetar de todo um vasto espólio de conhecimento recente sobre as temáticas da sustentabilidade aplicada aos edifícios, processos de melhoria das eficiências, energéticas, ecológicas, económicas e processuais - Varela (2010).

Segundo AICEP (2020) a consciência de que a indústria da construção ameaça a sustentabilidade do planeta está cada vez mais presente, o que tem vindo a desencadear a procura de soluções construtivas com menor impacto ambiental, quer através da recuperação de materiais e métodos tradicionais de utilização milenar, quer através da criação de produtos inovadores. No entanto, a aplicação de materiais ecológicos na arquitetura é ainda pontual e o cimento continua a ser o material mais recorrente, sendo responsável por cerca de 5% das emissões de dióxido de carbono a nível mundial (mais do que o tráfego aéreo) e pelo aumento da escassez de areia

---

<sup>42</sup> ([https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589), acedido em 2019-11-12)

(preocupante para a manutenção das áreas costeiras). Apesar do crescente comprometimento com a Agenda Verde e o Pacto Ecológico, os ODS, entre outros acordos, convenções e pactos mundiais que apelam a práticas sustentáveis na indústria da construção, ainda há muito por fazer.

A inovação tecnológica e a aposta na investigação têm trazido soluções mais ecológicas, embora pouco implementadas, talvez devido a uma certa resistência a mudanças de hábitos, o que poderia ser combatido com incentivos municipais na aprovação a projetos amigos do ambiente. E tal como o século XX assistiu a obras inéditas apenas possibilitadas pelo surgimento do betão armado (de que é exemplo o legado de Le Corbusier), poderão os próximos tempos ser uma oportunidade única para promover um pensamento arquitetónico criativo e transformador através de materiais e métodos construtivos sustentáveis, cruzando os ensinamentos milenares com as descobertas atuais (op. cit.).

O número de etapas a serem observadas para se chegar a uma obra sustentável e saudável é grande, uma vez que a mesma é aberta, mutável e em permanente evolução e melhoramento. Como prerrogativa da construção sustentável recomenda-se a aceitação de dois elementos-chave: a sua complexidade; e a sua pluralidade. É a partir do local de implantação e de todas suas interações (ecológicas, sociais, económicas, biológicas e humanas), do perfil do cliente e das necessidades do projeto, que se define uma obra sustentável. A construção sustentável é uma síntese das abordagens que associam o edificar e o habitar à preocupação com a preservação do meio ambiente e saúde dos seres vivos. Para ela convergem tendências como arquitetura ecológica, arquitetura antropológica, arquitetura orgânica, arquitetura bioclimática, arquitetura biológica, bioconstrução, ecobioconstrução, domobiótica, arquitetura sustentável, construção ecológica, construção e arquitetura alternativas, *earth-ship* (navio terrestre) e autoconstrução. Os principais tipos de construção sustentável são: construções coordenadas por profissionais da área e com o uso de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis modernas, fabricados em escala, dentro das normas e padrões vigentes para o mercado; e sistemas de autoconstrução - sistema construtivo em que o próprio habitante e/ou comunidade constroem a sua habitação, com ou sem a ajuda de um profissional da área<sup>43</sup>.

O desempenho dos edifícios enquadrados nos referenciais de sustentabilidade e certificações visam: integrar o controlo dos impactos ambientais do projeto no

---

<sup>43</sup> ([https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589), acedido em 2019-11-12)

ambiente externo (conservação de recursos, utilização de materiais reciclados, gestão de energia, gestão da água, redução da poluição e dos resíduos); melhoria da qualidade de vida dos ocupantes, criando um ambiente interior saudável e confortável para a prevenção e gestão de riscos para a saúde (qualidade da água, qualidade do ar, prevenção da poluição sonora); ter em conta os aspetos gerais económicos e sociais (otimização da gestão de custos discutidos em termos de custos globais de utilização e manutenção) ao longo de todo o ciclo de vida do edifício (desde as fases de anteprojecto à sua reabilitação-desconstrução passando pelas fases de conceção, construção, operação e manutenção). De uma forma mais concisa, através da sustentabilidade, enquadramento e referenciais é possível: melhorar a funcionalidade, flexibilidade e durabilidade dos edifícios; otimizar o desempenho dos edifícios; reduzir o impacto ambiental; potenciar redução de consumos de energia, água e resíduos; reduzir custos de funcionamento e manutenção; aumentar a satisfação dos utilizadores do edifício; aumentar o valor dos imóveis; e diminuir o absentismo laboral quando os edifícios são locais de trabalho.

Os promotores privados e os investidores podem utilizar a sustentabilidade para evidenciar o comportamento sustentável dos seus edifícios de uma forma rápida, compreensível e visível no mercado. Os agentes imobiliários podem utilizar a sustentabilidade para promover junto de potenciais compradores e inquilinos as características ambientais e os benefícios de um edifício. Os gestores podem utilizar a sustentabilidade para medir o comportamento dos edifícios, desenvolver planos de ação, monitorizar e reportar os rendimentos a nível de um único ativo ou de todo um parque imobiliário. Os projetistas e gabinetes de arquitetura podem utilizar a sustentabilidade como ferramenta para melhorar o comportamento dos edifícios, aumentar o conhecimento em aspetos ambientais de sustentabilidade<sup>44</sup>.

Para o desenvolvimento do conceito é muito importante observar os sistemas e as ferramentas de ACV mais adequadas ao mercado, para a construção sustentável, tendo em conta a escolha dos melhores materiais e equipamentos a utilizar. Pela análise dos sistemas de avaliação existentes verificamos que eles são naturalmente diferentes (porém construídos sobre uma base comum) pelas seguintes razões: os níveis de pressão sobre determinados aspetos ambientais (agendas ambientais) variam de país para país, mesmo que dentro do bloco dos países desenvolvidos, e o mesmo acontece nos grupos de países em desenvolvimento ou de economias em transição; as práticas construtivas e de projeto são diferentes, e influenciadas também

---

<sup>44</sup> (www.bureauveritas.pt, acedido em 2020.09.21)

por aspetos climáticos; a receptividade dos mercados à introdução dos métodos é diferente. Também se verifica que todos os sistemas contemplam o consumo de recursos naturais, fora este item, o foco e a profundidade analítica dos métodos varia e, conseqüentemente, a sua aplicabilidade. A GBTool é naturalmente o método que mais se aproxima do perfil ideal de um sistema de avaliação, uma vez que foi, desde o início, desenvolvido para superar as limitações dos métodos que o precederam. Na tentativa de abranger todos os aspetos considerados relevantes na definição de edifícios ambientalmente responsáveis, a ferramenta de avaliação tornou-se inevitavelmente complexa. As equipas de avaliação participantes do GBC encontraram dificuldades práticas para avaliar, por exemplo, campos como energia incorporada nos materiais, e reflexos da inserção da construção no meio ambiente envolvente e na comunidade. Por ter sido projetado também para funcionar como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, os aspetos avaliados no LEED têm peso idêntico e a sua estrutura permite que apenas os quesitos para que se pretende obter a certificação sejam avaliados. Isto significa, por exemplo, que aspetos de projeto recebam créditos e que o resultado não seja afetado ainda que aqueles controlados pelos projetistas não tenham sido sequer considerados - Todd & Lindsay (2000) e Silva (2001).

Na escolha do ACV temos de atuar em duas áreas de conhecimento: na consolidação da metodologia de avaliação ambiental em si; e, no desenvolvimento de uma ferramenta de projeto que informe objetivamente os projetistas nas primeiras etapas do processo do projeto, que concentram as decisões de maior potencial gerador de impactos ambientais. Em ambos os casos, trata-se de iniciativas em sintonia com as principais expectativas internacionais nesta área de pesquisa. Entende-se que o delineamento da metodologia de avaliação adaptada às práticas de projeto e construção sustentável permitirá identificar e extrair as informações de maior relevância para alimentar o desenvolvimento de uma ferramenta de projeto que em Portugal a LiderA parece ser a resposta mais adequada e otimizada.

A proposta de implementação de avaliação de edifícios, sob o enfoque da construção sustentável, deve ser pautada pelos seguintes princípios: salto da avaliação ambiental para a avaliação de sustentabilidade de edifícios e contemplar a dimensão social e a dimensão económica; os requisitos a avaliar, assim como o critério de ponderação, devem partir da análise dos métodos existentes, cujos requisitos deverão ser modificados, eliminados ou complementados de forma a refletir as prioridades da Agenda 21 nacional e setorial; o método deve ser o mais próximo

possível dos conceitos de ACV, para promover a coleção de dados ambientais de materiais e produtos de construção e utilizá-los na avaliação global dos edifícios - Silva (2001).

São também muito importantes os esforços para a construção de bases de dados ambientais de produtos disponíveis nos níveis regional e nacional e, principalmente, para o estabelecimento de desempenhos de referência que orientem a confecção de novos projetos e a definição de políticas e regulações específicas para o setor da construção (energia, teor mínimo de resíduos/reciclados, etc.) ou mesmo de esquemas de certificação ambiental de edifícios. Silva et. al. (2001), considera que os métodos existentes são diferentes, porque as agendas ambientais variam entre países, assim como as práticas construtivas e de projeto, o clima e a receptividade dos mercados à introdução dos métodos. Devemos passar pelo mesmo processo de amadurecimento por que passaram os países de origem dos métodos existentes, mas com as vantagens de não precisarmos começar do zero e de podermos aprender com as experiências anteriores. De qualquer forma, os sistemas de avaliação existentes contemplam apenas os impactos ambientais dos edifícios. Já para os países em desenvolvimento a questão central é passar da avaliação ambiental para a avaliação da sustentabilidade dos edifícios, e contemplar também os aspetos sociais e económicos relacionados à produção, operação e modificação do ambiente construído.

## **CAPÍTULO IV - Metodologia de investigação**

### **4.1. Enquadramento teórico - teoria dos *stakeholders***

A teoria dos *stakeholders* afigura-se adequada para explicar o papel das partes interessadas na atividade e negócio da construção civil, identificando os grupos que influenciam e sofrem influências por parte das tomadas de decisões entre as relações existentes. Deste modo, qualquer decisão tomada referente a uma comunidade, afeta os interesses dos indivíduos e outros atores que vivem ou que dependem da comunidade. Desde Freeman (1984), que a sua obra de referência "*Strategic Management: a stakeholder approach*" tem servido de base à teoria dos *stakeholders* e de gestão das partes interessadas. De um modo geral, Freeman op. cit., afasta-se da conceção restrita de *stakeholder*, considerando-o de forma abrangente, como uma rede com vários interessados, públicos ou privados, internos ou externos, que afetam

a organização e são afetados pela sua dinâmica, pois existe uma relação de interesses das diferentes partes interessadas. Esta interação pode evoluir, existindo vários grupos que mantêm interesses específicos numa empresa ou organização: comunidade, acionistas, fornecedores, funcionários, governo, associações etc., que obtêm benefícios e são beneficiados pela organização. Nesta perspetiva, a gestão deve atender aos objetivos das partes interessadas, por forma a desenvolver estratégias para o seu negócio. Assim, identificar as partes interessadas, afigura-se o trabalho mais crítico da gestão dentro da organização, pelo que ter uma visão mais ampla do ambiente em que atua, auxilia na elaboração das estratégias, que devem ter um foco com maior abrangência, envolvendo todas as partes interessadas no negócio. Por isso, a gestão eficiente dos *stakeholders* contribui significativamente para o sucesso da empresa e, conseqüentemente, amplifica a vantagem competitiva.

No mesmo sentido, Donaldson & Preston (1995) referem que a teoria dos *stakeholders* comporta uma constelação de cointeresses, que possuem valores intrínsecos e que cada parte interessada merece a consideração devida, não se circunscrevendo apenas ao económico, mas sim ao conjunto dos resultados que poderão ser alcançados. Muitos deles são identificados pelos contratos existentes, mediante os quais assumem uma relação que é firmada e medida pelo desempenho coletivo.

Freeman & Mcvea (2001) consideram duas abordagens estratégicas no planeamento corporativo: (i) Previsão - pela qual se pode fazer uma previsão dos negócios futuros no contexto do ambiente competitivo em que se opera; e, (ii) Adaptação - através da qual a empresa perspetiva o melhor posicionamento, de modo a adaptar-se aos negócios previsíveis. Estes autores, consideram ainda que a análise das partes interessadas é realizada como parte integrante da análise do ambiente. Donaldson & Preston (1995) também referem que a teoria dos *stakeholders* é descritiva, utilizada para a compreensão dos comportamentos e características corporativas; e, instrumental, na medida em que estabelece a ligação entre as partes interessadas e de base normativa servindo para a interpretação de diretrizes morais, filosóficas e de gestão. Em síntese, para a organização sobreviver num ambiente de rápida transformação, os negócios devem ser sustentados em estratégias de longo prazo, em que a gestão deve ter o apoio das partes que afetam a empresa e podem ser afetadas por ela. Deste modo, estão em causa objetivos de sobrevivência organizacional, em que os *stakeholders* auxiliam e promovem planos e decisões estratégicas que beneficiam todas as partes interessadas, conforme Freeman &

Mcvea (2001). Por sua vez, Freeman (2010), refere como *stakeholders* os acionistas, os fornecedores, os empregados, administradores, comunidade e consumidores. Oliveira (2008), alarga essa rede, acrescentando funcionários, governo, mídia e Organizações Não Governamentais (ONG). Sousa & Almeida (2006) ampliam ainda mais essa rede, acrescentando os sindicatos e os concorrentes.

Merece, no entanto, ser realçada uma das controvérsias e críticas que diz respeito à afirmação de que todos os *stakeholders* devem ser tratados igualmente, conforme afirmado por Gioia (1999) e Sternberg (2000), apud Bazanini et. al. (2020), contrariando a visão de Donaldson & Preston (1995) que advogam que todos os *stakeholders* têm interesses com valor intrínseco e não devem ser considerados apenas através do seu protagonismo na defesa de interesses relacionados com algum outro *stakeholder*. Em relação a esta controvérsia, releva-se a posição de Brickson (2007), que a propósito de um trabalho de investigação sobre identidade organizacional, argumenta que apesar de todos os *stakeholders* serem importantes para a organização, será impossível satisfazer todas as suas pretensões.

Szabo et. al. (2014), referindo-se à relação entre a teoria dos *stakeholders* e a sustentabilidade, refere que “a sustentabilidade é um constructo multidimensional que envolve todos os principais *stakeholders*, o ambiente e a sociedade em geral”. Neste sentido, a teoria dos *stakeholders* enquadra a *Corporate Social Responsibility* (CSR), que, por sua vez, de acordo com Parmar et. al. (2010), integra uma diversidade de conceitos, tais como: o desempenho social das empresas, responsividade social corporativa, cidadania corporativa, governança corporativa, a responsabilidade corporativa, a sustentabilidade e o *triple-bottom-line*, empreendedorismo social e empresarial.

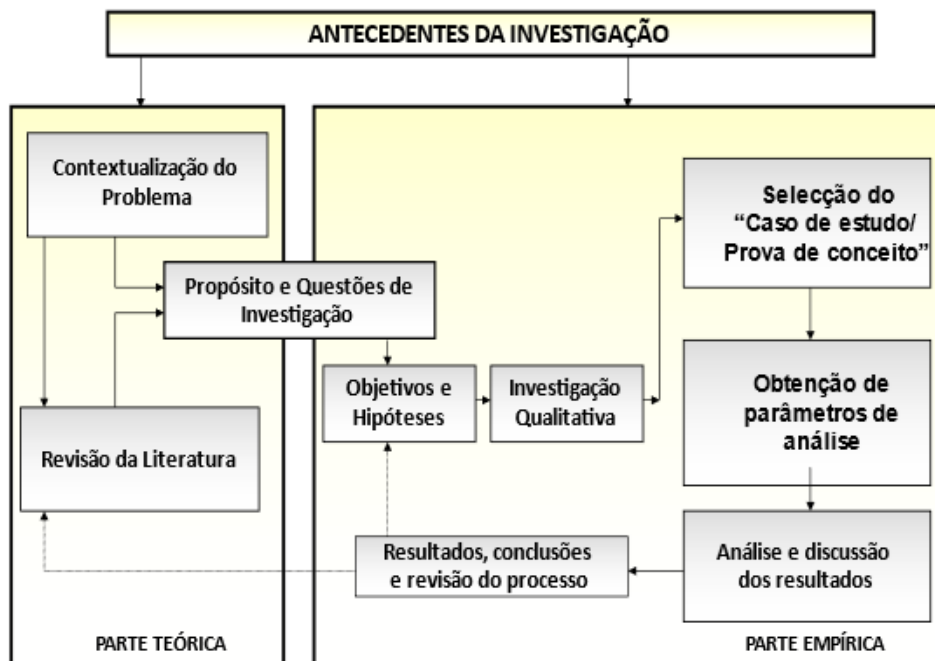
Assim sendo, a sustentabilidade empresarial só é possível quando a interligação dos fatores económicos, sociais e ambientais se torna uma preocupação das organizações, dado que o “Desenvolvimento Sustentável”, conforme Veiga (2010) define-se também por ser “socialmente inclusivo, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo”. Significa também que a pressão social crescente quanto à prestação de contas por parte das empresas e demais organizações, em relação a um conjunto diverso de partes interessadas, que relevam nomeadamente as questões relacionadas com a proteção do ambiente, a economia verde e a sustentabilidade em geral, está-se a afirmar como um valor societal relevante.

Os Acordos de Paris de 2015 e o Pacto Ecológico Europeu, traduzem e incorporam, a nível europeu, esta pressão social a que nos referimos. Esta perspetiva também vai ao encontro de Freeman et. al. (2007), ao associar a teoria dos *stakeholders* a uma “revolução integrativa”, em que a principal responsabilidade de um executivo é criar o máximo de valor possível para aos *stakeholders*, porque ao fazê-lo cria igualmente o máximo valor possível para os acionistas.

### 4.2. Procedimentos metodológicos

O racional subjacente a este trabalho de investigação alicerçou-se num conjunto de procedimentos, conforme figura 9, que reflete a estrutura da tese apresentada na tabela incluída na introdução.

**Figura 9 - Desenho e procedimentos para a investigação**



Fonte: adaptado de Magrinho (2009)

Em relação aos antecedentes, como também foi explicado na introdução, as motivações subjacentes à escolha do tema prendem-se, por um lado, com a relevância estratégica da sustentabilidade, nas suas diferentes asserções, e, por outro lado com a ligação profissional do mestrando, em termos empresariais, à problemática deste trabalho de dissertação. Enquanto isso, a contextualização do tema (problema) e a revisão bibliográfica suportam os objetivos e as questões de investigação, assim como sustentam o caso de estudo em que se alicerça a prova de conceito de

construção e habitat sustentável, identificando parâmetros críticos e a discussão sobre a sua plausibilidade e aderência dos resultados.

Deste modo, a fim de responder às questões de investigação que se colocam em razão das mudanças profundas que se estão a operar na cadeia de valor da construção e das empresas, foi utilizada a revisão bibliográfica e o estudo de caso, entendido no contexto deste trabalho, como prova de conceito, aplicada à empresa Tecdream. É uma opção metodológica adequada, tendo em conta que, tanto a Indústria 4.0 quanto a construção sustentável, são temas emergentes sem padrões ainda estabilizados e com um número limitado de aplicações integradas e em funcionamento pleno no setor, cuja dinâmica de inovação é intensa e em muitos aspetos disruptiva. Para isso, deu-se primazia a publicações científicas procuradas em catálogos como os do *Google Scholar* e *Web of Science*. Uma parte significativa dessas buscas foram feitas através de combinações de palavras-chave em inglês (ex: *Industry 4.0*; *BIM*; *Construction*; *Supply chain*; *Integration*; *Information Technologies*; *Systems applications in construction*; *Automation*; *Performance monitoring*, *Metamaterials*, *Vision analysis*, etc.) e o termo “Construção 4.0”. Naturalmente, que a literatura explorada em revistas e documentação especializadas sobre o sector da construção sustentável e as dinâmicas de inovação neste setor, nomeadamente de associações empresariais do setor, foram amplamente consideradas.

De facto, no âmbito deste trabalho, seguiu-se uma metodologia baseada na observação documental, que é tida hoje como um dos mais modernos métodos utilizados, visto ser o que possibilita o mais elevado grau de precisão nas ciências sociais - Gil (2008). Seguindo esta metodologia, pretende-se observar o que já acontece ou já aconteceu, em termos de resultados práticos com as dinâmicas e soluções implementadas em construções de habitats sustentáveis. Nesta perspetiva, esta investigação também apresenta um carácter descritivo, ao pretender uma maior compreensão sobre os temas, de modo a descobrir, observar e registar o estado da arte das pesquisas científicas internacionais e nacionais que tratam do tema de investigação - Rudio (1986); Acevedo & Nohara (2010). Também Szabo et. al. (2014) aplicam esta metodologia para analisar a produção científica internacional entre 1998-2011 em relação aos *stakeholders* da sustentabilidade. Silvia & Truzzi (2020), na senda de Torracco (2005) assumem que uma revisão integrativa da literatura é um método específico de pesquisa que permite a síntese e análise crítica de um corpo de literatura para destacar novas perspetivas e gerar novos conhecimentos sobre os temas selecionados. Para tal, Seuring & Muller (2008), apud Silvia & Truzzi (2020),

consideram quatro etapas: devem ser recolhidos os materiais apropriados e estabelecidos os limites da investigação; a análise descritiva deve ser utilizada para descrever aspetos formais dos materiais recolhidos para fornecer uma base para a análise conseqüente; os elementos recolhidos devem ser categorizados; e, finalmente, os materiais recolhidos devem ser avaliados, considerando as suas dimensões estruturais para evidenciar questões relevantes e facilitar a interpretação dos resultados obtidos na investigação.

Mas, este trabalho de investigação também apresenta uma abordagem indutiva, na medida em que envolve a teoria que é orientada por dados, utilizando dados qualitativos. Assim, de acordo com Bryman & Bell (2015), a teoria é entendida como um conjunto diverso de posições que ligam os principais conceitos da teoria entre si. Em abono desta perspectiva, Woo et. al. (2017) argumentam que a investigação indutiva começa com um propósito claro e, possivelmente, com uma questão de investigação na base da qual o estudo é orientado para lhe responder. Neste trabalho, formulou-se uma questão de partida “Como integrar na cadeia de valor das empresas de construção civil, os desafios da sustentabilidade e da transformação digital que instrumentalmente lhe está associada?”, dela derivando também as hipóteses de investigação. Uma mesma abordagem metodológica foi adotada por Badi (2018), para responder à questão de investigação “Quais são os principais elementos necessários para construir edifícios sustentáveis, adotando uma perspectiva de modelos de negócios?”.

### **4.3. Estratégias e métodos para implementar a sustentabilidade na construção**

O mundo está a mudar mais rápido do que nunca, e a população que vive em áreas urbanas vai atingir os 2,5 mil milhões de pessoas em todo o mundo em 2050, representando 68% da população mundial<sup>45</sup> - ONU (2018), as quais precisam de preços acessíveis da habitação, bem como infraestrutura social, de transporte e comodidades. Em face de tais desafios, a indústria está quase sob a obrigação moral de se transformar. Esta transformação terá impacto na sociedade em geral, reduzindo os custos de construção, no meio ambiente, melhorando o uso de materiais escassos ou tornando os edifícios mais eco eficientes ao longo do tempo, e na economia, reduzindo a lacuna de infraestrutura global e impulsionando o desenvolvimento da

---

<sup>45</sup> (<https://www.dn.pt/sociedade/nacoes-unidas-calculam-que-68-da-populacao-mundial-em-2050-sera-urbana-9348442.html>, acedido em 2021.07.11)

economia em geral. Enquanto a maioria das outras indústrias passaram por mudanças tremendas nas últimas décadas, e colheram os benefícios das inovações de processo e produto, o setor de engenharia e construção tem hesitado em abraçar as últimas oportunidades tecnológicas, e a sua produtividade do trabalho estagnou. Este histórico inexpressivo pode ser atribuído a vários desafios externos como a fragmentação persistente da indústria, inadequada colaboração com fornecedores e empreiteiros, as dificuldades em recrutar uma talentosa força de trabalho e transferência de conhecimento insuficiente de projeto para projeto, para nomear apenas alguns.

A indústria de Engenharia & Construção (E&C) afeta fortemente a economia, o ambiente e a sociedade como um todo. Influencia o cotidiano de todos, e a qualidade de vida é fortemente influenciada pelo ambiente construído em torno das pessoas. A indústria da construção serve quase todas as outras indústrias, como toda a criação de valor económico ocorre dentro ou através de edifícios ou outros "ativos construídos". Como uma indústria, além disso, representa 6% do PIB global. É também o maior consumidor global de matérias-primas, e os edifícios representam 25-40% do total das emissões de carbono do mundo. A indústria tem um vasto potencial e pode melhorar a sua produtividade e eficiência, graças à digitalização, tecnologias inovadoras e novas técnicas de construção. Considere o rápido surgimento de realidade aumentada, *drones*, digitalização e impressão 3D, *Building Information Modeling* (BIM), equipamento autónomo e materiais de construção avançados - todos eles atingiram a maturidade de mercado. Ao explorar e adotar essas inovações, as empresas aumentarão a produtividade, simplificam a sua gestão de projetos e procedimentos, e melhoram a qualidade e segurança. Para capturar todo esse potencial, será necessário um esforço comprometido e concentrado pela indústria em muitos aspetos, desde tecnologia, operações e estratégia do pessoal e regulamentação - *World Economic Forum* (2018).

Sustentável significa escolher um caminho social, económico, e de progresso político que vá de encontro às necessidades do presente sem comprometer a capacidade para as futuras gerações de satisfazer as suas necessidades<sup>46</sup>.

Para se atingir uma construção sustentável que atenda às recomendações das Normas ISO 21930 e ISO 15392, é importante pensar e atuar de forma holística, sem dividir e decompor em partes estanques e separadas o que se propõe para a edificação. Não se trata de formar inúmeras equipas multidisciplinares cada qual

---

<sup>46</sup> ([https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/desenvolvimento\\_sustentavel/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/), acessado em 2020.09.11)

especializada num campo na obra sustentável - o que a tornaria acessível apenas a proprietários e investidores de alto poder aquisitivo, mas sim de criar a cultura da sustentabilidade no seio da própria sociedade. Dessa forma, muito mais do que um tema de “domínio público” do qual muito se fala, mas pouco se faz, o conhecimento da construção sustentável poderá tornar-se um saber e um viver público, ou seja, um processo cultural<sup>47</sup>.

As diretrizes gerais para edificações sustentáveis podem ser resumidas em nove passos principais, que estão conformes ao que recomendam alguns dos principais sistemas de avaliação e certificação de obras: planeamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo-acústico; uso racional de materiais; e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis. Cada um destes passos é imprescindível para se chegar a uma obra sustentável e autossustentável. Um resumo breve de cada um destes passos é: planeamento do ciclo de vida da edificação - ela deve ser económica, ter longa vida útil e conter apenas materiais com potencial para, ao término de sua vida útil (ao chegar o momento da sua demolição), serem reciclados ou reutilizados. A sua meta deve ser resíduo zero; aproveitamento dos recursos naturais - como sol, humidade, vento, vegetação - para promover conforto e bem-estar dos ocupantes e integrar a habitação com o meio envolvente, além de economizar recursos finitos, como energia e água; eficiência energética - resolver ou atenuar os consumos de energia geradas pela edificação, preconizando o uso de energias renováveis e sistemas para redução no consumo de energia e climatização do ambiente; eficiência na gestão e uso da água - economizar a água; tratá-la localmente e reciclá-la, além de aproveitar recursos como a água da chuva; eficiência na gestão dos resíduos gerados pelos utilizadores da edificação; prover excelentes condições termo-acústicas, de forma a melhorar a qualidade de vida física e psíquica dos indivíduos; criar um ambiente interno e externo com elevada qualidade no tocante a paisagem local e qualidade atmosférica e elétrica do ar; prover saúde e bem-estar aos seus ocupantes ou moradores e preservar o meio ambiente; usar materiais que não comprometam o meio ambiente, saúde dos ocupantes e que contribuam para promover um estilo de vida sustentável e a consciência ambiental dos indivíduos; resolver localmente ou minimizar a geração de resíduos; estimular um novo modelo económico-social, que

---

<sup>47</sup> ([https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589), acessado em 2019-11-12)

gere empresas de produtos e serviços sustentáveis e dissemine consciência ambiental entre colaboradores, fornecedores, comunidade e clientes (op. cit).

A prática de construção sustentável refere-se a vários métodos no processo de implementação de projetos de construção que envolvem menos danos para o meio ambiente - ou seja, prevenção da produção de resíduos, maior reutilização de resíduos na produção de material de construção - ou seja, gestão de resíduos, benéfico para a sociedade e lucro para a empresa.

Hill & Bowen (1997) afirmam que a construção sustentável começa no estágio de planejamento de um edifício e continua ao longo de sua vida até sua eventual desconstrução e reciclagem de recursos para reduzir o fluxo de resíduos associado à demolição. Estes autores descrevem a construção sustentável como consistindo em quatro princípios: social, económico, biofísico e técnico. A fim de alcançar um futuro sustentável na indústria da construção, Asif (2007) sugere a adoção de uma abordagem multidisciplinar cobrindo uma série de recursos, tais como: economia de energia, melhor uso de materiais, minimização de resíduos de materiais, controle de poluição e emissões, etc.

Existem diversas formas pelas quais a natureza atual da atividade de construção pode ser controlada e melhorada para torná-lo menos prejudicial ao meio ambiente, sem reduzir a produção útil das atividades de construção. Para criar uma vantagem competitiva utilizando práticas de construção amigas do ambiente, todo o ciclo de vida dos edifícios deve, portanto, ser o contexto em que essas práticas são realizadas. Existem três objetivos gerais que devem moldar a estrutura para a implementação de projetos e construções sustentáveis, considerando os princípios das questões de sustentabilidade (social, ambiental e económica): a conservação de recursos; a eficiência de custos; e o design para adaptação humana - Akadiri, et. al. (2012). É também uma forma de retratar a responsabilidade da indústria na proteção do meio ambiente.

#### **4.4. Principais parâmetros para um sistema de construção sustentável**

A metodologia experimental deste trabalho passa pela criação de um modelo conceptual para um sistema de construção sustentável dos procedimentos a ter em atenção durante todas as fases de fornecimento e construção dos habitats sustentáveis. Tem por objetivo lançar as bases e procedimentos para se criar um

modelo adequado e explícito de uma nova forma de trabalhar na construção civil, utilizando-se para isso algumas das bibliografias relacionadas (livros, artigos, estudos e outros) e através das ações para implementação prática de um modelo para um sistema de construção sustentável, desenvolver projetos de acordo com os melhores princípios, para um novo conceito de habitat sustentável, de acordo com a atual realidade ambiental e regulamentar.

Na linha de pensamento, introduzida pelos princípios para a construção sustentável referenciados pelo CIB, surgem algumas medidas que vão de encontro ao conceito de construção sustentável. A aplicação dos princípios, em todo o ciclo de vida do edifício, torna-se uma ação preponderante para a obtenção de construções mais sustentáveis. Assim sendo, estes princípios devem estar presentes logo desde a fase de projeto, transpondo-se posteriormente para as fases que lhe sucedem, a construção, a operação/manutenção e a demolição/deposição. Apesar dos impactos ambientais na fase de projeto não serem palpáveis, esta reveste-se de uma importância extrema, visto ser nessa altura que se tomam decisões que terão influência no desempenho ao longo da vida do edifício, nomeadamente no que diz respeito a materiais a utilizar, bem como às necessidades energéticas e de água. Relativamente à fase de construção, os principais problemas estão ligados ao consumo de materiais, à produção de resíduos e à alteração nos ecossistemas. A fase de maior duração no ciclo de vida de um edifício é a de operação/manutenção, sendo, portanto, responsável por uma maior acumulação de impactos ambientais, entre os quais, o consumo de energia, materiais e água, a produção de resíduos e emissões atmosféricas. No que à fase de demolição/deposição diz respeito, é de salientar a produção de resíduos como principal impacto ambiental resultante desta fase, sendo o consumo de materiais, energia e as emissões de ruído e vibrações, geralmente pouco representativas - Pinheiro (2006).

A indústria da construção é um setor vital para a economia, mas tem um impacto significativo no meio ambiente. Em virtude do seu tamanho, a construção é um dos maiores consumidores de energia, recursos materiais e água, e é um grande poluidor ambiental. Em resposta a esses impactos, existe um consenso crescente entre as organizações comprometidas com as metas de desempenho ambiental de que estratégias e ações apropriadas são necessárias para tornar as atividades de construção mais sustentáveis. Em relação a essa influência significativa da indústria da construção, a abordagem de construção sustentável tem um alto potencial para fazer uma contribuição valiosa para o desenvolvimento sustentável. Os profissionais

da construção civil começaram a prestar atenção no controle e na correção dos danos ambientais causados por suas atividades. Arquitetos, projetistas, engenheiros e outros envolvidos no processo de construção têm uma oportunidade única de reduzir o impacto ambiental por meio da implementação de objetivos de sustentabilidade no estágio de desenvolvimento de design de um projeto de construção. Embora as iniciativas, estratégias e processos de sustentabilidade atuais se concentrem em aspirações globais e objetivos estratégicos mais amplos, eles são visivelmente fracos na abordagem da tomada de decisão integrada no nível micro (nível específico do projeto). Paradoxalmente, é precisamente nos níveis micro que os objetivos da sustentabilidade devem ser traduzidos em ações práticas concretas, usando uma abordagem holística para facilitar a tomada de decisões. Embora novas tecnologias, como os métodos de avaliação ambiental do BREEAM, BEES, LEED, etc., estejam constantemente sendo desenvolvidas e atualizadas para complementar as práticas atuais na criação sustentável de estruturas, o objetivo comum é que os edifícios sejam projetados para reduzir o impacto geral do ambiente construído na saúde humana e no ambiente natural. A abordagem da construção sustentável é considerada uma forma de a indústria da construção avançar em direção ao desenvolvimento sustentável levando em consideração as questões ambientais e socioeconômicas<sup>48</sup>.

Um projeto sustentável é concebido, construído, renovado, operado ou reutilizado de forma ecológica e com eficiência de recursos. Deve atender a uma série de objetivos: eficiência de recursos e energia; redução de emissões de CO<sub>2</sub> e GEE; prevenção de poluição; mitigação de ruído; melhoria da qualidade do ar interno; harmonização com o meio ambiente. Um projeto ideal deveria ser construído de forma econômica, ter longa duração e baixos custos de manutenção, mas ser totalmente reciclável. Em geral, é consenso que a amplitude do princípio da construção sustentável espelha a do desenvolvimento sustentável, que trata de relações sinérgicas entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais da sustentabilidade. Cada um desses três pilares (e seus princípios relacionados) é sustentado por um conjunto de princípios orientados para o processo. Esses princípios formarão uma estrutura para alcançar a construção sustentável que inclui uma avaliação ambiental durante os estágios de planejamento e design de projetos de construção, e a implementação de práticas sustentáveis. Ele será usado para orientar o processo de construção em todos os níveis e dentro de todas as disciplinas. A partir deles, é possível extrapolar uma série infindável de princípios e diretrizes específicos de

---

<sup>48</sup> ([www.mdpi.com/journal/buildings/](http://www.mdpi.com/journal/buildings/), acessado em 2020.11.12)

projetos ou disciplinas, que podem garantir que as decisões tomadas sigam o caminho do desenvolvimento sustentável (op. cit.).

As entidades responsáveis devem criar condições para incentivar a construção sustentável com o fomento de boas práticas com a criação de legislação urbanística e regulamentação das edificações, incentivos fiscais e convênios com as entidades fornecedoras dos serviços de água, esgotos e energia.

Em relação à construção sustentável existem hoje duas tendências: por um lado, centros de pesquisa em tecnologias alternativas aconselham a utilização de materiais e tecnologias antigas com utilização da terra crua, da palha, da pedra, do bambu, entre outros materiais naturais e pouco processados para criação de habitats ecológicos, e por outro, empresários que apostam em "empreendimentos verdes", com as certificações, embora muitos dos edifícios rotulados como verdes refletem apenas esforços para reduzir o consumo de energia, mas são, em muitos outros aspetos, convencionais, tanto na aparência quanto no processo construtivo.

Para a implantação urbana, recomenda-se: adaptação à topografia local, com redução da movimentação de terra; preservação de espécies nativas; previsão de ruas e caminhos que privilegiem o pedestre e o ciclista e contemplem a acessibilidade universal; previsão de espaços de uso comum para integração da comunidade; e, preferencialmente, de usos do solo diversificados, minimizando os deslocamentos.

No âmbito da edificação, entende-se como essenciais: adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais; previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida ou, no mínimo, possibilidade de adaptação posterior; atenção para a orientação solar adequada, evitando-se a repetição do mesmo projeto em orientações diferentes; utilização de coberturas verdes; e a suspensão da construção do solo (a depender do clima).

Na escolha dos materiais de construção deve-se procurar a utilização de materiais disponíveis no local, pouco processados, não tóxicos, potencialmente recicláveis, culturalmente aceites, propícios para a autoconstrução, com conteúdo reciclado. Além disso, deve-se evitar sempre o uso de materiais químicos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente, como amianto, entre outros. Quanto aos resíduos da construção civil, deve-se atentar para a sua redução e disposição adequada, promovendo-se a reciclagem e a reutilização.

Em relação à energia, recomenda-se a instalação de painéis solares para aquecimento de água, e produção de energia solar fotovoltaica, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública. Sobre águas e esgotos, é importante fazer a recolha de águas pluviais para a sua reutilização, instalar dispositivos economizadores de água, e fazer o tratamento adequado dos esgotos no local.

No que diz respeito ao tratamento das áreas externas, recomenda-se a valorização dos elementos naturais no tratamento paisagístico e o uso de espécies nativas, a criação de espaços para produção de alimentos e compostagem de resíduos orgânicos, o uso de produtos reciclados da construção nos pavimentos e de pavimentação permeável, a previsão de passeios sombreados no verão e ensolarados no inverno.

Perante esta realidade, torna-se imprescindível a busca por uma economia e desenvolvimento sustentável, objetivando manter os recursos para as futuras gerações. Nesta perspetiva, deve-se encarar o mercado desenvolvendo projetos voltados para a preservação ambiental, tendo como retorno, o seu reconhecimento e abertura nos mercados nacional, internacional e nas comunidades local e regional, bem como a consciência de estar contribuindo para um futuro promissor.

Para Varela (2010), a indústria da construção tem uma contribuição importante para a competitividade e o crescimento da economia. Uma infraestrutura moderna e eficiente é fundamental na condução dos elementos construídos de um modo inovador e eficaz em termos de custos. A conceção, construção, e operação do ambiente construído tem outros efeitos económicos importantes, tais como a percentagem de uso dos recursos. Os edifícios são responsáveis por uma grande percentagem de emissões de dióxido de carbono, consumo de água, um terço dos desperdícios e, um quarto de todas as matérias-primas utilizadas na economia. No que concerne ao impacto no ambiente construído, a indústria da construção é essencial na direção para uma promoção do crescimento e desenvolvimento sustentável.

### **4.4.1. Parâmetros dos habitats sustentáveis**

A crescente procura de edifícios responsáveis por um menor consumo de energia, materiais e água, e, portanto, mais protetores do meio ambiente, estimulou o aparecimento dos primeiros sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios.

Pinheiro (2006), refere que a CIB, na Agenda 21 para a construção sustentável, define um conjunto de elementos-chave baseado em diversas aproximações sobre a construção sustentável, desde uma procura de redução no uso de fontes de energia renovável, à problemática do esgotar dos recursos naturais: problemas físicos conectados à questão dos recursos; problemas biológicos conectados à vida dos seres humanos; problemas sociológicos nas facetas sociopolíticas, socioeconómicas e sociocultural; conservar as áreas naturais e a biodiversidade; e manter a qualidade de vida do ambiente construído e gestão da qualidade de ar interior.

McDonough (1992), identifica os seguintes tópicos extrínsecos e intrínsecos: valor para a qualidade e propriedade; resposta às necessidades dos utilizadores no futuro, flexibilidade e adaptabilidade; ciclo de vida prolongado; utilização dos recursos naturais; processos de construção; utilização eficiente dos solos; economia no uso da água; utilização de produtos derivados; distribuição de informação relevante às tomadas de decisão; serviços imateriais; desenvolvimento urbano e mobilidade; recursos humanos; e economia local.

Os princípios de Hanôver, preparados para a Expo 2000, são um conjunto de objetivos com a finalidade de inspirar uma aproximação à conceção que vá ao encontro das necessidades e aspirações do presente, sem comprometer a capacidade do planeta de sustentar um futuro sustentado:

- coexistência com a natureza - insistir no direito da humanidade e da natureza em coexistirem em condições saudáveis, diversas e sustentáveis;
- reconhecer a interdependência - os elementos das conceções humanas interagem e dependem do mundo natural, com diversas implicações de escala (expandir as condições de projeto para reconhecer mesmo os efeitos mais distantes);
- respeitar as relações entre espírito e matéria - considerar todos os aspetos dos assentamentos humanos incluindo as comunidades, habitações, indústria, em termos das conexões existentes, e em desenvolvimento entre uma consciência espiritual e material;
- responsabilidade social - aceitar a responsabilidade para as consequências das decisões de projeto nos seres humanos, a viabilidade dos sistemas naturais e no seu direito de existência;
- criar objetos de valor durável - não sobrecarregar as gerações futuras com a necessidade de manutenção e administração de vigilância dos perigos potenciais devido à utilização menos cuidado de produtos, processos ou normas;

- eliminar o conceito de desperdício - avaliar e otimizar a totalidade do ciclo de vida dos produtos e processos, num aproximar do estado dos sistemas naturais, no qual não há desperdícios;
- confiar nos fluxos de energia natural - as concepções humanas devem, como no mundo natural, derivar das forças criativas dos ganhos perpétuos solares (incorporar esta energia de forma eficiente e de forma segura para uma utilização responsável);
- entender as limitações dos projetos - nenhuma criação humana dura eternamente e os projetos não resolvem todos os problemas (aqueles que criam e planeiam devem praticar com humildade perante a natureza e devem tratar a natureza como um modelo e mentor, não como uma inconveniência para ser evadida ou controlada);
- procurar melhoramento constante pela partilha de informação - encorajar a comunicação direta e aberta entre colegas, clientes, fabricantes, e utilizadores, para conectar considerações sustentáveis de longo prazo com uma responsabilidade ética, e restabelecer uma relação integral entre os processos naturais e as atividades humanas.

Estes princípios devem ser entendidos como um documento comprometido para o transformar e entendimento da nossa interdependência com a natureza, para que nos possamos adaptar à medida que o nosso conhecimento do mundo se desenvolve (op. cit).

No congresso mundial de arquitetos da *Union International des Architectes* (UIA), realizado em Chicago em 1993, foi produzida uma declaração de interdependência para um futuro sustentável, em reconhecimento de<sup>49</sup>:

- uma sociedade sustentável restabelece, preserva e realça, a natureza e a cultura em benefício de toda a vida, presente e futura; um meio ambiente diversificado e saudável é intrinsecamente valioso e essencial para uma sociedade saudável; a sociedade atual está a degradar-se de forma séria o ambiente e não é sustentável.
- somos interdependentes do ponto de vista ecológico com todo o meio ambiente natural; somos socialmente, culturalmente, e economicamente interdependentes com toda a humanidade; sustentabilidade, no contexto desta interdependência, requer parcerias, equidade e equilíbrio entre todas as partes.

---

<sup>49</sup> (<https://www.gerirsustentabilidade.com/sga-20>, acedido em 2020.09.11)

- edifícios e o ambiente construído representam um papel importante no impacto humano no ambiente natural e na qualidade de vida; uma conceção sustentável integra uma consideração dos recursos e da eficiência energética, edifícios saudáveis e materiais, uso sensível ecológico e social dos solos e uma sensibilidade estética afirmativa; conceções sustentáveis podem reduzir de forma significativa os impactos adversos humanos no ambiente natural, enquanto que, de forma simultânea se melhora a qualidade de vida e o bem-estar económico.

Para a *Federal Energy Management Program (FEMP) - The Business Case for Sustainable Design in Federal Facilities: Resource Document, U.S. Department of Energy* (2004) são identificados os três objetivos seguintes - Pereira (2009):

- proteção ambiental - proteção do ar, água, solos, ecossistemas, e conservar dos recursos, incluindo os combustíveis fósseis, através da preservação do planeta para as gerações futuras;
- responsabilidade social - melhoria da qualidade de vida para os indivíduos, comunidades e a sociedade como um todo;
- prosperidade económica - redução de custos, acréscimo de valor e criação de oportunidades económicas para os indivíduos, organizações e comunidades.

A aplicação pelos projetistas destas dimensões conceptuais, tomam uma posição holística em todos os aspetos da conceção das edificações, através da implantação, eficiência no uso da água, minimização do consumo de energia, uso dos materiais e recursos, da qualidade do ar interior, na operação, e manutenção dos edifícios.

O governo britânico através do *H.M. Government, Strategy for Sustainable Construction, Strategic Forum for Sustainable Construction* (2008), identificou um conjunto de compromissos essenciais como fatores estratégicos (aquisição e integração; compromisso com as pessoas; liderança dos clientes; sustentabilidade; qualidade de conceção; saúde e segurança) e estratégias para uma indústria da construção sustentável - quadro 5. A sua agenda está baseada no seguinte:

- aumento da rentabilidade pela utilização dos recursos de forma mais eficiente;
- aproveitar por parte das empresas das oportunidades oferecidas pelos produtos e materiais sustentáveis ou modos de trabalho;
- melhorar a imagem e perfil das empresas no mercado pelo endereçar de assuntos relacionados com uma responsabilidade social e corporativa.

**Quadro 5 - Estratégias para uma indústria da construção sustentável**

	Desafios	Objetivos
<b>Meios</b>	Aquisição	Alcançar um melhor valor global através da promoção das melhores práticas de aquisição para a construção de edifícios e integração da cadeia de fornecimento, pelo encorajar a adoção de compromissos para a construção, quer nos sectores público como no privado e durante a cadeia de fornecimento.
	Conceção	Objetivos globais para uma qualidade de conceção para garantir que os edifícios, infraestruturas e espaços públicos, são construídos para garantir uma habitabilidade e são eficientes na utilização dos recursos, sustentável, com resiliência, adaptáveis e atrativos.
	Inovação	Permitir à indústria a capacidade para inovar e aumentar da sustentabilidade, quer do processo de construção tal como dos ativos resultantes.
	Pessoas	Aumento do compromisso das organizações para um planeamento para a formação nos temas da sustentabilidade.
	Melhor regulação	Redução dos fardos administrativos que afetam os sectores privados e públicos e, redução das taxas de acidentes fatais e graves na indústria da construção.
<b>Fins</b>	Mitigação às alterações climáticas	Redução das emissões totais de dióxido de carbono, com o objetivo em que todas as novas habitações tenham emissões zero de carbono a partir de 2016 e restantes edifícios públicos tenham emissões zero de carbono a partir de 2018.
	Adaptação às alterações climáticas	Desenvolvimento de uma aproximação robusta à adaptação às alterações climáticas promovidas pelos governos centrais.
	Água	Redução do consumo per capita de água nas habitações através de medidas de eficiência de custo, numa média de 130 litros por pessoa por dia ou em 120 litros por pessoa por dia dependendo nos novos desenvolvimentos tecnológicos e
	Biodiversidade	A conservação e melhoramento da biodiversidade, relacionada com os locais de construção sejam considerados em todas as fases e processo de um empreendimento.
	Desperdícios	Redução em 50% dos desperdícios resultantes da construção, demolição e de escavações.
	Materiais	Que os materiais utilizados na construção tenham o menor impacte ambiental e social mantendo a sua viabilidade económica.

A NORDEN, *Increased Exchange in the Building Sector: Reduction of Housing Construction Costs*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen (2007), identifica duas áreas fundamentais para se proceder a uma transformação do sector da construção: uma focada nos impactos de negócio (aumento da competição global, baixas margens de lucro no sector, sector fragmentado dominado por pequenas empresas, má imagem em termos de segurança, baixa qualidade, alto preço; pressão para aumentar a produtividade e a qualidade no sector da construção; diminuição da força de trabalho em geral e no sector da construção com o objetivo de aumentar a produtividade e atrair outros grupos e recursos), outra, direcionada para a pesquisa (novos processos integrados, parceiros, industrialização e produtividade; requisitos de competência, liberdade de mobilidade dos recursos, força de trabalho, materiais, atividades; impacto

na economia e mercados; análise custos do edifício, gestão de estudos e competição; remoção de barreiras na regulamentação como base de deliberação de possíveis harmonizações e no identificar as consequências das possíveis alterações).

O *American Institute of Architects* - AIA (2007), definiu projeto integrado ou, em inglês, IPD (*Integrated Project Delivery*) como uma abordagem aos mecanismos de projeto, o que integra as pessoas, sistemas, estruturas de negócio, e práticas, num processo colaborativo, aproveitando os talentos e discernimento de todos os participantes, para redução dos desperdícios e otimização da eficiência através de todas as fases, da conceção, fabrico e construção. Os princípios para um projeto integrado podem ser aplicados a uma variedade de situações contratuais, e as equipas constituintes de um projeto integrado incluem de forma habitual membros que vão além da tríade entre dono de obra, projetistas e construtor. O projeto integrado surge como uma inovação de processo, pois trata-se de uma nova modalidade de contratação no mercado, integrando os principais envolvidos na cadeia da construção. Esse novo formato de contratação traz grandes impactos no setor da construção civil, exigindo mudanças culturais e comportamentais nos agentes da cadeia e inserindo um novo conceito de desenvolvimento e contratação de projetos.

Nesse sentido a plataforma e ferramentas da *Building Information Modeling* - BIM, vêm facilitar e possibilitar a integração e a colaboração durante todo esse processo. Trata-se de uma abordagem de entrega de projeto que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas em um processo que aproveita de forma colaborativa os talentos e percepções de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as fases do projeto, fabricação e construção. Este modelo de informação da construção constitui um conjunto importantíssimo de informações que são geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício. Os impactos que o IPD tem na temática da cadeia produtiva, podem traduzir-se em inovação no formato de contratação, mudanças de comportamentos dos profissionais e maior integração entre os envolvidos do processo, sendo um componente importante para a capacidade competitiva das empresas do setor da construção civil (op. cit.).

Sobek (2008) estabeleceu os princípios para um planeamento integrado, que implica ter-se uma abordagem de gestão de processos de projeto, que envolva a totalidade do ciclo de vida dos edifícios. O objetivo do planeamento integrado é o de alcançar uma avaliação holística individual, separando os diversos aspetos do

planeamento, e permitir uma integração quer horizontal, interdisciplinar, como vertical, relacionado com ciclo de vida. É possível introduzir novas descobertas e requisitos no processo de planeamento desde o início e implementar técnicas de otimização para um planeamento eficiente. Uma conceção integrada é um processo no qual todas as variáveis de projeto são consideradas de forma conjunta e centenas de combinações são analisadas para se chegar a um desenho ótimo que cumpra os requisitos e minimize o consumo de energia. O processo linear tradicional, falha ao não ter em conta as interações entre diferentes componentes dos edifícios e respetivas implicações.

Para Varela (2010) o objetivo para um futuro próximo está na possibilidade de alcançar uma integração total, do projeto à construção. Esta nova abordagem obrigará a uma utilização extensiva das novas ferramentas de informáticas de gestão, e inclui novas áreas de foco como, conceção automatizada, integração de conceção com processos de aquisição, locais de construção automatizados, e possibilidade de gestão em obra em tempo real.

O Cluster Habitat Sustentável<sup>50</sup>, reconhecido pelo QREN no âmbito das Estratégias de Eficiência Coletiva (EEC) é muito abrangente, pois envolve desde o sector extrativo ao da transformação de materiais da construção, passando pela área da construção e reabilitação até outras atividades como a dos fornecedores de bens e equipamentos para o habitat. As entidades do Cluster pretendem criar sinergias no sentido do desenvolvimento de novos produtos, tecnologias e sistemas de construção e de uma nova prática de conceção de espaços e envolventes, induzindo uma atitude de inovação através da sustentabilidade do ambiente construído que se pretende geradora de fatores de competitividade acrescida. Este Cluster adotou o tema da sustentabilidade enquanto fator dinâmico e transversal para o seu desenvolvimento estratégico, pretendendo-se assim contribuir para tornar o "Habitat Sustentável". A sustentabilidade constitui o mote para a inovação e para a transformação pretendida pelo Cluster, com os desejados impactos em termos económicos, sociais e ambientais. Enquanto no mercado nacional, a EEC perspetiva intervenções principalmente relacionadas com a reabilitação, conservação e qualificação do património construído, no mercado internacional, especialmente nos países em vias de desenvolvimento, perspetivam-se também intervenções relacionadas com a construção nova. Em ambos os mercados, a afirmação de uma especialização em construção sustentável por parte das empresas deste Cluster pode constituir um

---

<sup>50</sup> (<http://www.centrohabitat.net/pt>, acedido em 2019.11.22)

elemento de diferenciação, gerando fatores de competitividade acrescidos face à concorrência internacional. Tem como missão desenvolver uma dinâmica concertada que procure, através da inovação, da qualidade e da modernização das empresas, o reforço da sua competitividade, mobilizando um conjunto de atores focados em áreas específicas e críticas para o desenvolvimento do Cluster. O seu objetivo é desenvolver uma dinâmica concertada que procure, através da inovação, da qualificação e da modernização das empresas, o reforço da sua competitividade, mobilizando para tal um conjunto de entidades diferenciadas do Cluster. A sustentabilidade do ambiente construído é um fator crucial de promoção da inovação e competitividade do Cluster, pois pode implicar um reforço de competitividade das empresas, por via do desenvolvimento de materiais, produtos, tecnologias e processos de alto conteúdo tecnológico e valor acrescentado, valorizados pelo atual mercado. Pretende facilitar o aparecimento de projetos de inovação, com a disponibilização de condições para a sua concretização em parceria. As empresas e outros agentes de desenvolvimento terão aqui uma oportunidade para enquadrar o seu desenvolvimento estratégico à luz da EEC do Cluster Habitat Sustentável, aproveitando as sinergias nele reunidas. O Cluster procura aumentar a competitividade das empresas, em consequência do incremento do valor acrescentado dos produtos e serviços empresariais orientados pelos conceitos da Construção Sustentável.

A Associação *Passivhaus* Portugal foi criada no seguimento da estratégia definida pela *Homegrid* e pelo *Passivhaus Institut*<sup>51</sup> para a implementação e desenvolvimento da norma *Passivhaus* em Portugal. Esta Associação pretende disseminar (promover e desenvolver) o conceito *Passive House* em Portugal e definir um caminho credível que contribua para a independência energética e sustentabilidade de Portugal. A Associação *Passivhaus* Portugal<sup>52</sup>, na sua missão de contribuir para a independência energética e sustentabilidade de Portugal, apresenta a *Passive House* como a solução ótima para os edifícios com necessidades quase nulas de energia - NZEB (*Nearly Zero Energy Building*) em Portugal, que passaram a ser obrigatórias desde 1 de Janeiro de 2019 nos edifícios públicos, e desde 1 de Janeiro de 2021 nos edifícios particulares, de acordo com a Diretiva 2010/31/EU - Diretiva Europeia sobre o Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD). Em Portugal a definição do NZEB consta do artigo 16º do Decreto-Lei 118-2013 - “São edifícios com necessidades quase nulas de energia os que tenham um elevado desempenho energético e em que a satisfação das necessidades de energia resulte em grande

<sup>51</sup> (<https://passivehouse-international.org/>, acedido em 2020.11.23)

<sup>52</sup> (<http://passivhaus.pt/index.html>, acedido em 2020.11.23)

medida de energia proveniente de fontes renováveis, designadamente a produzida no local ou nas proximidades.” A *Passive House* ao aliar as reduzidas necessidades energéticas dos edifícios novos e existentes, com uma redução de 75% a 90% das necessidades de aquecimento e arrefecimento, à produção local de energia com baixa potência instalada responde de forma custo-eficiente ao exigido pela EPBD. Nesse sentido e respondendo à definição geral do NZEB, foi definido pelo *Passivhaus Institut*, sediado em Darmstadt na Alemanha, a classe *Passive House Plus* que entra em consideração com a produção local e renovável de energia. Deste modo, esta apresenta-se como uma solução ótima em termos de custo benefício e perfeitamente adequada ao NZEB em Portugal. A *Passive House Plus*, é uma solução que proporciona aos seus ocupantes uma melhor qualidade de vida, devido ao conforto e qualidade do ar interior, uma maior autonomia e resiliência energética e uma maior autonomia financeira. A implementação da *Passive House* com renováveis para a definição do NZEB é uma exigência económica, técnica, ambiental e moral e é uma tarefa que está nas mãos de cada um, de cada decisor, de cada promotor, de cada projetista, de cada cidadão<sup>53</sup>.

As cidades inteligentes elencam áreas chave de desenvolvimento para aplicar as ferramentas tecnológicas e combinam os seus diversos fatores para gerar os resultados. As áreas prioritárias desmembram-se em diversos aspetos importantes no que se refere à construção de cidades sustentáveis com maior qualidade de vida. Uma Universidade de Viena, na Áustria, desenvolveu um Modelo Europeu de Cidade Inteligente, que pode servir como um incentivo para avaliarmos o quanto as nossas cidades se enquadram nos aspetos descritos, priorizando seis áreas chave (economia, mobilidade, pessoas, governança, meio ambiente, e qualidade de vida), indicando quais as características devem ser incorporadas na tentativa de se criar uma cidade mais inteligente.

Conseguir inferir se esses aspetos estão interligados pode ser um aspeto dificultado, pelo que o uso das tecnologias é tão importante no conceito de cidades inteligentes. Esses conceitos podem trazer benefícios no que se refere à participação social (ao aproximar os agentes sociais às instituições governamentais e privadas), e ao auxiliar a mensuração dos fatores imprescindíveis para um desenvolvimento efetivamente sustentável. Num mundo cada vez mais influenciado pelo uso das tecnologias de informação e comunicação é natural pensar que o futuro das cidades

---

<sup>53</sup> (<http://passivhaus.pt/index>, acedido em 2019.11.22)

pode estar atrelado na conexão desses sistemas tecnológicos aos tradicionais para criar as cidades do futuro<sup>54</sup>.

Uma reinvenção no âmbito da indústria da construção terá de estar forçosamente direcionada para a resolução dos problemas e desafios atuais. Os objetivos passam por um direcionar da indústria para realizar concepções sustentáveis, numa necessidade constante para ultrapassar os requisitos mínimos, pela introdução e aplicação de técnicas de projeto integrado, no estabelecer de metodologias de avaliação. Mendler, et. al. (2008) identificou aqueles que podem ser os principais objetivos para as concepções sustentáveis (telhado verde - green roof e revestimento vivo; aproveitamento da água da chuva; tratamento biológico de esgotos através de sistema ETAR; energia fotovoltaica; e energia eólica) - Varela (2010).

Naturalmente que a evolução da ciência e da tecnologia são fundamentais para se atingirem as mudanças de que a construção carece, onde a transformação digital tem um importante papel. Haito & Moratti (2019), referindo-se a Oesterreich; Teuteberg, Dallasega, Rauch & Linder (2018), considera que a aplicação dos conceitos de construção 4.0 afeta a cadeia de valor da construção civil, cujos benefícios estão associados à melhoria na qualidade do produto, diminuição do tempo de comercialização, aumento da colaboração entre empresas, redução do prazo da obra, redução de custos, bem como melhorias no desempenho das empresas.

#### **4.4.2. Materiais e soluções de construções sustentáveis**

A sustentabilidade inerente a um edifício depende em grande escala dos materiais que o compõem, portanto é essencial que haja uma seleção criteriosa dos materiais a utilizar. Assim sendo deve-se dar primazia a materiais duráveis, não tóxicos, que estejam associados a baixas emissões de GEE e com elevado potencial de reutilização e reciclagem.

A escolha dos produtos e materiais para uma obra sustentável deve obedecer a critérios específicos - como origem da matéria-prima, extração, processamento, gastos com energia para transformação, emissão de poluentes, biocompatibilidade, durabilidade, qualidade, dentre outros, que permita classificá-los como sustentáveis e elevar o padrão da obra, bem como melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes e do próprio meio envolvente. Essa seleção também deve atender parâmetros de

---

<sup>54</sup> (<https://www.pracas.co/blog/o-que-e-uma-cidade-inteligente>, acedido em 2020.09.11)

inserção, estando de acordo com a geografia circundante, história, tipologias, ecossistema, condições climáticas, resistência, responsabilidade social, dentre outras leituras do ambiente de implantação da obra.

É importante evitar ou minimizar o uso de materiais sobre os quais parem suspeitas ou que reconhecidamente acarretem problemas ambientais, tais como o PVC (policloreto de vinil), que gera impactos em sua produção, uso e descarte/degradação (sua queima gera ácido clorídrico e dioxina) e alumínio (que provoca grandes impactos ambientais para sua extração e requer imensos gastos energéticos durante sua produção e mesmo reciclagem, se comparado a outros materiais). Outros produtos, quando na ausência de opções mais eco eficientes, devem ser usados criteriosamente quando no interior da edificação, caso de materiais compensados ou de madeira recomposta, como o OSB e MDF, que contêm em sua elaboração adesivos à base de formaldeído (substância tóxica) e que não são recicláveis ou mesmo biodegradáveis.

Para o AICEP (2020) a sustentabilidade de um material construtivo tem de ser analisada a partir de todas as fases do seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima, passando pelo fabrico do produto, pelo transporte para o estaleiro da obra, pela manutenção do edifício e finalmente pela demolição deste. Por isso, para além da eficiência energética dos materiais em si, devem também ser tidos em conta aspetos como o recurso a combustíveis fósseis, a emissão de gases poluentes ou a produção de resíduos não reutilizáveis (na Europa, por exemplo, 30% dos resíduos provêm da indústria da construção). O retorno a materiais biodegradáveis e métodos de construção milenares, como é exemplo o bambu, tem vindo a ganhar maior interesse, fazendo-se uso da criatividade para reinventar a tradição e propor novas soluções. Muito utilizado como material construtivo nas zonas tropicais onde encontra o seu habitat natural, o bambu tem vindo a tornar-se cada vez mais popular, não só pela sua sustentabilidade, como também pelas particulares características estéticas que apresenta, figurando em obras de arquitetos internacionalmente aclamados. Diferentemente das outras árvores, o ciclo de crescimento do bambu é muito mais rápido, o que permite repor as florestas em menos tempo. Também pelas suas propriedades mecânicas, possui muita durabilidade quando adequadamente tratado e permite diversas aplicações, tanto estruturalmente como enquanto revestimento. Em alternativa aos materiais de tradição milenar, têm vindo a surgir novos materiais na indústria da construção e aplicações inovadoras. É o caso da cortiça, que até recentemente apenas era considerada como material de isolamento, principalmente

pelas suas potencialidades acústicas, mas tem vindo a ganhar destaque enquanto material estrutural e de revestimento por se adaptar a diversas utilizações (op. cit.).

Segundo dados da Sociedade de Pesquisa sobre Materiais Industriais Renováveis, publicados no site Ecodesenvolvimento, a construção de 1,7 milhões de casas com estruturas tradicionais de madeira, aço e betão consome a mesma quantidade de energia que o aquecimento e a refrigeração de 10 milhões de casas por ano<sup>55</sup>.

Quanto maior for a durabilidade de um material, maior será a sua vida útil e consequentemente menor será o seu impacto ambiental. Se por exemplo aumentarmos a durabilidade do betão de 50 para 500 anos, haverá uma redução do seu impacto ambiental de um fator de 10 vezes. Por isso, é importante pensar na utilização de materiais que ajudam a tornar a construção de uma casa bem mais sustentável. E atualmente, já é possível encontrar alguns deles com facilidade. Uma das formas para atingir a ecoeficiência dos materiais de construção, passa pela incorporação de resíduos de outras indústrias em materiais de construção. A investigação neste domínio tem vindo a merecer uma atenção especial por parte da comunidade científica.

A utilização de materiais provenientes de fontes renováveis contribui inequivocamente para a sustentabilidade da indústria da construção. Neste grupo podem incluir-se materiais como a madeira, ou o bambu, desde que o ritmo de renovação destas espécies seja superior ao ritmo do seu consumo pela indústria da construção.

Os materiais recicláveis apresentam vantagens ambientais óbvias, pelo facto de esgotada a sua vida útil poderem vir a gerar outros materiais. Incluem-se nestes quase todos os materiais metálicos, bem como os materiais de origem geológica.

Se se optar pela reciclagem de produtos, em vez do fabrico de materiais a partir de novas matérias-primas, pode-se reduzir o impacto negativo ambiental. Na indústria da construção, grande parte dos produtos ou materiais têm baixo potencial de reciclagem. No entanto, há produtos que podem ser reciclados várias vezes, mas, hoje em dia, este potencial raramente é usado. Na Suécia, em 1992, o nível de produtos reciclados era de 5% e na Alemanha, em 1990, foram reciclados 29% dos produtos. Na Holanda, as empresas de demolição, na fase de concurso, têm que declarar a

---

<sup>55</sup> (<https://www.sienge.com.br/blog/sustentabilidade-na-construcao-civil-materiais-de-construcao-sustentaveis/>, acedido em 2020.11.12)

quantidade de material que será vendido para reciclagem, juntamente com uma apresentação de como irão publicitar esta situação (op. cit.).

A redução dos padrões energéticos atuais é uma prioridade fundamental para a construção sustentável. Para lá do facto que se prende com a situação energética deficitária da realidade portuguesa e que implica a importação desta, já que Portugal depende em mais de 85% de fontes exteriores de energia primária. A sua redução resolve quer um problema económico, quer um problema ambiental decorrente das emissões de carbono das centrais termoelétricas.

Alguns autores referem que os materiais de construção representam quase 15% da energia na construção de edifícios, enquanto outros apontam para reduções de quase 30% em termos de emissões de CO<sub>2</sub>, devido a uma correta escolha dos materiais de construção. A necessidade de minimização da energia, gasta em transporte de materiais de construção, implica por isso necessariamente que se deva privilegiar a utilização de materiais locais. Enquanto as construções anteriores eram feitas de materiais naturais, as construções atuais podem incluir quase 70.000 combinações de químicos, libertando para o ar interior quase 1000 produtos químicos. Além disso, uma escolha errada de materiais de construção, aliada a uma ventilação insuficiente, pode contribuir para ambientes com humidades relativas muitas vezes abaixo de 40%, que estão ligados à síndrome dos “edifícios doentes”.

Torgal & Jalali (2010) referem que a escolha dos materiais de construção a utilizar num contexto de ecoeficiência, não pode ser feita, numa base casuística e dispensando uma abordagem global de todos os impactos ambientais causados pelo material. O conceito “material sustentável” engloba vários parâmetros, e por isso torna-se necessário ponderar diversos fatores aquando da seleção dos materiais. Por exemplo, comparando o betão com o aço, torna-se difícil à primeira vista aferir qual dos dois materiais representa a solução mais sustentável. O betão utiliza materiais locais, minimizando assim a energia de transporte e pode contribuir para o escoamento de resíduos industriais, porém as quantidades de dióxido de carbono associadas à sua fase de produção são elevadas. Por outro lado, o aço tem como grande vantagem, a capacidade de ser reciclado indefinidamente e como ponto fraco, o elevado consumo energético associado à sua fase de produção e ainda a sua facilidade de degradação por corrosão. A avaliação da sustentabilidade de um material não é um processo fácil nem imediato, na medida em que tem como base uma grande diversidade de parâmetros e indicadores que se enquadram nas três dimensões do

desenvolvimento sustentável. A análise de todos esses parâmetros obriga a um processo de avaliação complexo, moroso e dispendioso, pelo que as ferramentas e sistemas de avaliação não abordam todos esses parâmetros, selecionando apenas os que consideram mais representativos nos objetivos de avaliação. Como tal, é importante a utilização de ferramentas apropriadas que nos permitam selecionar materiais economicamente viáveis e que ao mesmo tempo apresentem reduzidos impactos ambientais. De entre as várias categorias de impactos ambientais normalmente utilizadas para as análises do ciclo de vida - ACV, destacam-se as seguintes: consumo de recursos não renováveis; consumo de água; potencial de aquecimento global; potencial de redução da camada de ozono; alteração dos habitats, entre outras (op. cit.).

Uma tal metodologia correntemente designada por ACV ou *Life Cycle Assessment* (LCA) foi primeiramente utilizada nos Estados Unidos em 1990 e é definida como o processo de avaliação dos impactos que um determinado material ou produto têm no ambiente ao longo do seu ciclo de vida. Esta metodologia tem vindo a ser utilizada por diversos autores na seleção de materiais de construção. Nos Estados Unidos a *U.S. Environmental Protection Agency* desenvolveu um programa destinado à tomada de decisão de materiais de construção que tem a designação BEES (*Building for Environmental and Economic Sustainability*). O programa BEES apresenta as seguintes categorias de impacto: potencial de aquecimento global, de acidificação, de eutrofização, de formação de smog, e de degradação da camada de ozono; consumo de combustíveis fósseis; qualidade do ar; alteração de habitat; consumo de água; poluição do ar; saúde pública; e toxicidade ecológica. Sendo o desempenho medido em unidades mensuráveis, como unidades de dióxido de carbono para o impacto de aquecimento global, este programa apresenta, no entanto, uma limitação decorrente das suas bases de dados utilizarem valores relativos a produtos produzidos nos EUA, pelo que tal ferramenta é recomendável somente para o plano experimental e educacional.

Segundo Mateus (2009) a ACV tem como objetivo avaliar o conteúdo em recursos e os impactos ambientais associados ao ciclo de vida de um determinado produto. Através da aplicação deste método, pode-se perceber a influência das diferentes fases do ciclo de vida no impacto ambiental global e ainda proceder a uma comparação entre produtos, nomeadamente acerca do seu desempenho ambiental. Em síntese, a metodologia de ACV constitui uma ferramenta de grande utilidade uma vez que permite perceber o desempenho ambiental dos produtos relativamente às

diversas categorias de impacto ambiental existentes e assim influenciar positivamente a escolha de produtos responsáveis por impactos ambientais reduzidos.

Globalmente, o setor de construção é indiscutivelmente uma das indústrias que mais consome recursos. Em comparação com outras indústrias, esta, cresce mais rapidamente no uso de energia e de recursos finitos de combustíveis fósseis, e já levantou preocupações sobre as dificuldades de abastecimento, exaustão de recursos energéticos e impactos ambientais pesados - destruição da camada de ozono, emissões de dióxido de carbono, aquecimento global, alterações do clima. A produção de material de construção consome energia, a fase de construção consome energia e a operação de um edifício concluído consome energia para aquecimento, iluminação, energia e ventilação. Além do consumo de energia, a indústria da construção é considerada um grande contribuinte para a poluição ambiental, um grande consumo de matérias-primas, com 3 bilhões de toneladas consumidas anualmente ou 40% do uso global e produz uma enorme quantidade de resíduos - Akadiri et. al. (2012).

Para Goldemberg & Villanueva (2003) a captura e a remoção de CO<sub>2</sub> na própria fonte, antes de ele ser lançado na atmosfera, é uma grande opção técnica a ser considerada quando a principal preocupação é o Efeito Estufa propiciando uma produção mais limpa. A captura do CO<sub>2</sub> requer uma grande quantidade de energia, contudo propicia uma menor quantidade de emissões atmosféricas que, a curto prazo podem ser benéficas, contudo a grande mudança deve ser no sistema de produção e nos materiais utilizados atualmente.

Stachera & Casagrande (2007) referem que tal como prevê a Agenda 21 para a construção sustentável, a indústria da construção civil precisa reduzir suas emissões. O custo com a implantação de tecnologias adequadas será mínimo diante dos benefícios de tornar esse setor mais ambientalmente correto. A principal causa dos problemas de aquecimento através do Efeito Estufa é o uso de combustíveis fósseis. As indústrias de cimento, cal, cerâmica vermelha, aço e brita/areia são agressoras do meio ambiente e, apesar do entendimento de muitos setores da sociedade sobre os malefícios que esses setores provocam na vida do planeta, pouco se faz ou se discute sobre o assunto. Em muitos casos torna-se necessário a substituição de materiais tradicionais por materiais locais proporcionando ganhos ecológicos e, na maioria dos casos, ganhos econômicos. Para que isso se torne realidade é necessário romper com velhos paradigmas, não é mais admissível conviver-se com um problema sabendo de soluções para sua a minimização ou extinção.

Na indústria da construção, a variedade e quantidade dos materiais que podem ser utilizados é enorme e a maior parte destes materiais possui características e propriedades muito distintas, tornando difícil aferir, à partida, sobre a sua sustentabilidade.

A consciência de que a indústria da construção ameaça a sustentabilidade do planeta faz-se cada vez mais presente, o que tem vindo a desencadear a procura de soluções construtivas com menor impacto ambiental, quer através da recuperação de materiais e métodos tradicionais de utilização milenar, quer através da criação de produtos inovadores. No entanto, a aplicação de materiais ecológicos na arquitetura é ainda pontual e o cimento continua a ser o material mais recorrente, sendo responsável por cerca de 5% das emissões de dióxido de carbono a nível mundial (mais do que o tráfego aéreo) e pelo aumento da escassez de areia (preocupante para a manutenção das áreas costeiras).

De forma a reduzir o impacto que a construção, nomeadamente o setor dos edifícios, tem nas três vertentes da sustentabilidade (ambiente, sociedade e economia) deve-se ter em conta diversos critérios na seleção dos materiais de construção. A metodologia que serve como ferramenta essencial para avaliar a sustentabilidade de um material ou produto, deve englobar as diversas atividades que decorrem durante o seu ciclo de vida, ou seja, desde a extração das matérias-primas necessárias à sua produção até à sua deposição final.

Para isso, é muito importante o critério sobre a escolha dos materiais de construção tendo em conta os parâmetros da sustentabilidade que não pode ser feita de uma forma aleatória nem dispensando a análise global dos impactos ambientais causados pelo material. Portanto a avaliação do desempenho ambiental de materiais constitui um processo complexo que pressupõe a concretização de levantamentos exaustivos sobre os impactos ambientais do material ao longo da sua vida útil.

### **4.4.3. Equipamentos para a sustentabilidade dos habitats do futuro**

Pretende-se também com este trabalho elucidar sobre a importância da adequada seleção dos materiais e equipamentos que compõem as construções, bem como da incorporação de técnicas e soluções construtivas inovadoras para a obtenção de edifícios mais sustentáveis. Para os habitats do futuro deve-se levar em conta a escolha criteriosa dos seus equipamentos para a sustentabilidade.

O setor residencial apresenta-se como um dos maiores consumidores da energia produzida em todo o mundo, o que conseqüentemente se traduz em elevadas emissões de gases poluentes para a atmosfera. Nesta ótica, deve-se consciencializar os utilizadores para a seleção de equipamentos de iluminação e eletrodomésticos mais eficientes, sistemas de climatização adequados e também fomentar a procura de soluções inovadoras e ambientalmente mais favoráveis para a produção de água quente sanitária, como por exemplo através de sistemas de painéis solares.

A *International Energy Agency - IEA (2009)*, na *SHC Task 40, Joint Project: Towards Net Zero Energy Solar Buildings*, identifica o conhecimento atual dos edifícios autossuficientes, e esta investigação tem estado centrada nas opções de conceção e construção de edifícios autónomos. Um edifício autónomo requer dispendiosos sistemas de armazenamento que possam garantir grandes quantidades de energia, no entanto, uma armazenagem eficiente e a longo termo de energia elétrica continua de difícil resolução. A primeira estratégia é o de reduzir as exigências através de uma conceção arquitetónica adequada e melhorar a conceção e construção dos invólucros dos edifícios.

As medidas para alcançar estes objetos, dependem do clima, do tipo de edifício, do isolamento, melhorias dos envidraçados, do uso correto da iluminação artificial, estanquicidade, ventilação natural, sistemas ativos e passivos de sombreamento, e controlo dos ganhos solares. Acresce, uma necessidade de melhoria dos sistemas de eficiência energética, controlos, iluminação, correspondente a uma estratégia para uma utilização eficiente da energia. Contudo, para se alcançar um uso zero de combustíveis fósseis ou um nível zero de emissões de carbono, requer uma utilização intensiva dos conceitos de energia renovável, incluindo aquecimento solar, arrefecimento solar, fotovoltaico, biocombustíveis e outras fontes de energia limpa (op. cit.).

A *World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2007)*, estabeleceu um conjunto de abordagens para a energia e eficiência energética nos edifícios, para uma neutralidade energética que incluem:

- reduzir a procura de energia - edifícios que utilizam equipamentos que sejam mais eficientes;
- produção local de energia - a partir de fontes renováveis ao contrário do desperdício de recursos energéticos;

- partilhar a energia - criar edifícios que possam produzir um excesso de energia para alimentar uma rede inteligente de infraestruturas.

A energia solar pode ser captada de forma ativa ou passiva: na energia solar passiva capta-se, armazena-se e usa-se a energia solar sem recurso a equipamentos específicos; a energia solar ativa implica transformar energia através de equipamentos.

Em países como Portugal, a energia solar passiva é extremamente importante, permitindo um aquecimento ou arrefecimento dos edifícios sem recurso a sistemas mecânicos ou elétricos. Tudo isto se traduz num melhor armazenamento e utilização de energia nos meses de inverno, ou na diminuição da captação e conseqüente menor armazenamento nos meses mais quentes.

A conceção e construção de edifícios autossuficientes são um conceito atrativo disponível pela fusão de edifícios eficientes conectados à rede geral em acréscimo com uma geração de energia, pela utilização de fontes renováveis de energia no local, para gerar anualmente tanta energia como aquela que é utilizada pelos edifícios.

Segundo D'Aveni (2018), recorrendo às tecnologias atuais e emergentes, a difusão de uma construção eficaz em termos de custo, os habitats de energia zero (edifícios que não utilizem combustíveis fósseis) podem ser alcançadas dentro de 10 a 15 anos. De modo geral esta situação significa uma redução na utilização de energia nos edifícios em cerca de 70% em relação à média atual e satisfazendo as restantes necessidades através dos recursos de energias renováveis instaladas no, ou fora do local das construções.

O aumento da eficiência energética exige uma atitude pró-ativa da parte dos gestores de manutenção dos edifícios e dos seus proprietários, permitindo para uma atuação em termos de adequação efetiva dos seus equipamentos e processos a novas tecnologias e estratégias atualmente disponíveis.

As medidas de eficiência energética transversais deverão incidir sobre os principais consumidores de energia, permitindo reduções de consumo de energia em maior escala, pelo que se deve levar em linha de conta as soluções disponíveis atualmente (iluminação inteligente e luminárias LED; eficiência energética nos eletrodomésticos; economia de energia e a eficiência na adoção de sistemas de equipamentos de ar condicionado - AVAC de ventilação VMC - Ventilação Mecânica Controlada, e bombas de calor; sistemas de geração de energia e aquecimento

(painéis solares); e sistemas para aproveitamento e uma correta gestão dos recursos hídricos para aproveitamento de águas pluviais).

A reduzida quantidade de água potável existente no mundo deve ser condição suficiente para efetivar uma gestão eficaz da utilização da água. Neste sentido, a seleção de equipamentos e dispositivos (torneiras, chuveiros, autoclismos) eficientes, de materiais que incorporem baixas quantidades de água durante o seu ciclo de vida e o consumo responsável de água por parte dos utilizadores destacam-se como os parâmetros chave para otimização do consumo de água em edifícios.

**Quadro 6 - Síntese dos atributos dos materiais e soluções sustentáveis**

Atributos Processos, Materiais e Soluções sustentáveis	Vantagens	Outros aspetos relevantes
Ações de âmbito tecnológico, político, de educação, procedimentos contratuais, e redefinição dos processos de construção	Ganhos através da implantação de novos formatos de contratação, com menores custos, maior eficiência na elaboração dos projetos e maior rapidez de resposta	Novas tecnologias permitem um novo formato de eficiência, produtividade, controle de custos e prazos
Materiais naturais, biodegradáveis, renováveis, reutilizáveis, e que possibilitem reduzir consumos energéticos na sua produção e utilização	Sustentabilidade (ambiente, sociedade e economia) através das fases do ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima, passando pelo fabrico do produto, pelo transporte para o estaleiro da obra, pela manutenção do edifício e sua demolição	Eficiência no uso da água, minimização do consumo de energia, uso dos materiais e recursos, da qualidade do ar interior, na operação e manutenção dos edifícios
Equipamentos, dispositivos e sistemas inovadores com recurso a tecnologias do ambiente para melhor gestão e aproveitamento dos recursos energéticos renováveis e naturais escassos	Substituição do consumo de energias fósseis para redução emissões de GEE e CO <sub>2</sub> ; gestão eficaz dos recursos hídricos que incorporem baixas quantidades de água durante o seu ciclo de vida	Comunidades de energia, redução na utilização de energia nos edifícios; utilização de equipamentos e dispositivos para reaproveitamento de águas pluviais e residuais

Fonte: Elaborado pelo autor

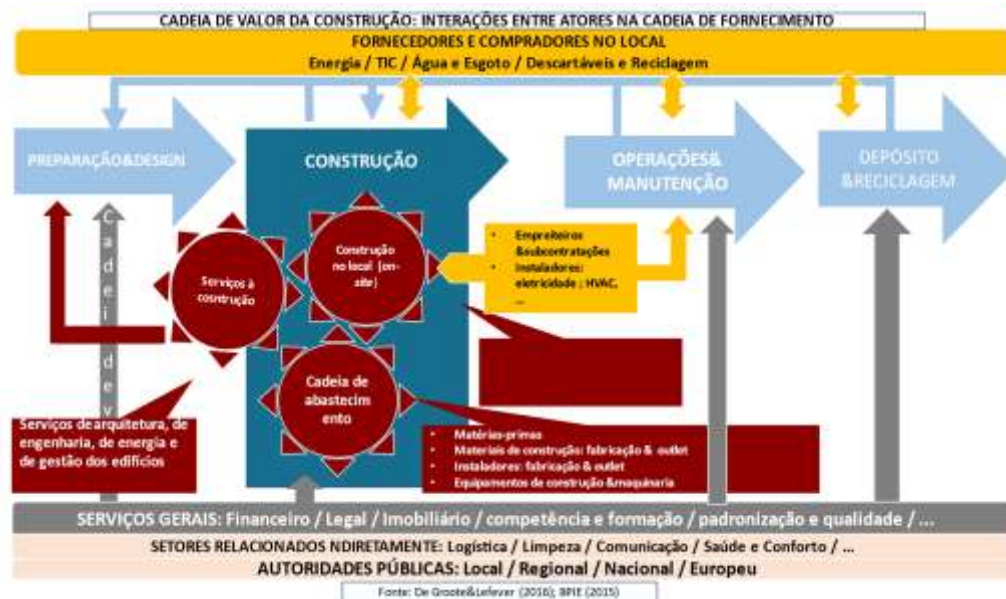
## CAPÍTULO V - Discussão dos resultados

### 5.1. Uma cadeia de valor em mudança na construção

A contextualização e a revisão da literatura efetuadas apontam claramente para mudanças muito abrangentes e profundas em toda a cadeia de valor do setor, em particular as empresas de construção.

São diversos os atores relevantes e as mudanças estão em curso na maior parte dos elos da cadeia de valor, desde a preparação e design dos edifícios, à construção, às operações de manutenção, até ao depósito e reciclagem dos resíduos, conforme BPIE (2015), ilustrado na figura 13.

Figura 10 - Cadeia de valor da construção



A implementação de práticas sustentáveis de construção de edifícios tem sido defendida como um caminho a seguir na promoção do avanço económico na indústria da construção, minimizando o impacto no meio ambiente. Akadiri et al (2012), consideram que, a fim de reduzir esses impactos negativos da construção no meio ambiente e alcançar a sustentabilidade na indústria, três princípios emergem: eficiência de recursos, eficiência de custos e design para adaptação humana. Eles formam uma estrutura para a integração dos princípios de sustentabilidade em projetos de construção desde o estágio conceitual. Haito & Moratti (2019), referindo-se a Oesterreich & Teuteberg, (2016) e Dallasega, Rauch & Linder (2018), considera que a aplicação dos conceitos de construção 4.0 afeta a cadeia de valor da construção civil, cujos benefícios estão associados à melhoria na qualidade do produto, diminuição do tempo de comercialização, aumento da colaboração entre empresas, redução do prazo da obra, redução de custos, bem como melhorias no desempenho das empresas.

Os requisitos de sustentabilidade estão, em maior ou menor medida, inter-relacionados. O desafio dos designers é reunir esses diferentes requisitos de sustentabilidade de maneiras inovadoras. A nova abordagem de design deve reconhecer os impactos de cada escolha de design sobre os recursos naturais e culturais dos ambientes local, regional e global. Estes requisitos de sustentabilidade serão aplicáveis ao longo das diferentes fases do ciclo de vida do edifício, desde a sua conceção, ao longo da sua vida útil, até à gestão dos resíduos de construção na fase

de demolição. Esta estrutura estabelece as bases para o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à decisão para ajudar a melhorar o processo de tomada de decisão na implementação da sustentabilidade em projetos de construção - Akadiri et. al. (2012). No mesmo sentido Tan et. al. (2011) consideram a construção sustentável como a aplicação do desenvolvimento sustentável ao ciclo integral da construção, desde a extração da matéria-prima, passando pelo planeamento, projeto e construção de edifícios e infraestrutura, até a desconstrução final e gestão dos resíduos resultantes.

O BPIE (2016) refere-se às atuais oportunidades de inovação e aos desafios dos vários *players* na cadeia de valor da construção, enfatizando o facto dos processos de construção tornarem-se cada vez mais complexos, razão pela qual é necessária mais interação e colaboração entre os atores. Coloca-se assim, perante a necessidade de uma gestão inteligente dos *stakeholders*. Enfatizam-se também as várias oportunidades para se eliminarem as barreiras relacionadas com os processos e o mercado, por via da inovação organizacional, conduzindo a novos modelos de negócios com foco na colaboração entre os diferentes atores da construção e/ou novos ecossistemas relacionados com a cadeia de valor da construção. Vários tipos de estruturas de colaboração para a obtenção de edifícios de alto desempenho energético estão surgindo em todos os países e as experiências relacionadas com elas estão preparando um cenário favorável a níveis de desenvolvimento superiores, onde o novo ecossistema tecnológico e a sustentabilidade, nomeadamente a transição energética, se afiguram dimensões ativas da estratégia das empresas.

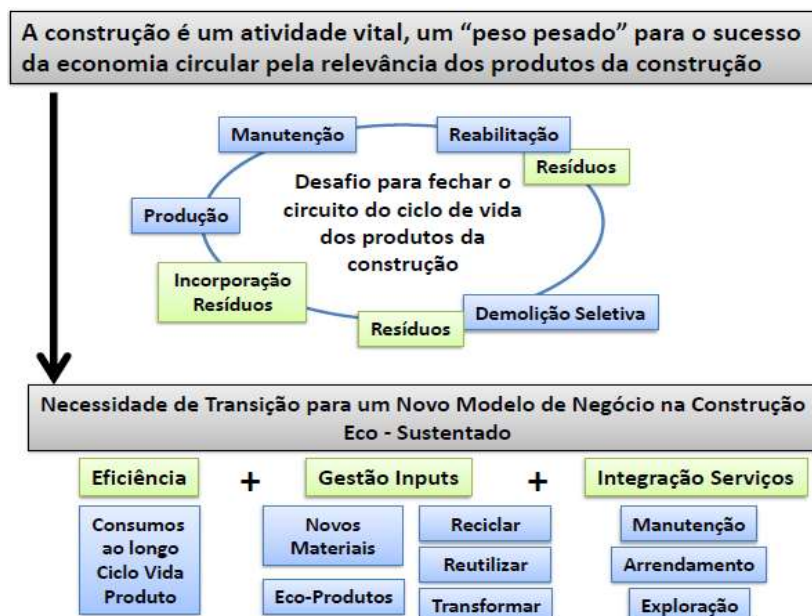
Um dos primeiros fatores a se pensar no momento em que se vai construir um habitat ecologicamente correto é o uso de materiais e equipamentos de construção alternativos. São diversas as opções que, além de respeitarem o meio ambiente, ainda trazem muito charme ao projeto de arquitetura. É certo que a inovação ocorrerá dentro das empresas, mas também dentro dos ecossistemas, concentrando-se numa fase específica do ciclo de vida de um edifício, por exemplo, modelos de colaboração entre arquitetos, empreiteiros e investidores durante a fase de construção, ou automação predial para residências existentes configuradas e projetadas por um promotor para uma família específica durante a fase de operação. Mas, muitos outros tipos de inovação podem ser avançados: produto, serviço, processo, marketing e inovação organizacional, de acordo com a fase de construção e os atores existentes e novos. Releva-se também, de acordo com Parthenopoulou (2017), a propósito da sustentabilidade através de edifícios inteligentes, que “a utilização de sistemas

inteligentes integrados em edifícios para o controlo do clima e a promoção dos princípios bioclimáticos, bem como a utilização de materiais inteligentes nos revestimentos de construção têm um efeito positivo direto na energia consumida nos edifícios e no seu impacto geral no ambiente”.

## 5.2. Economia circular na construção civil

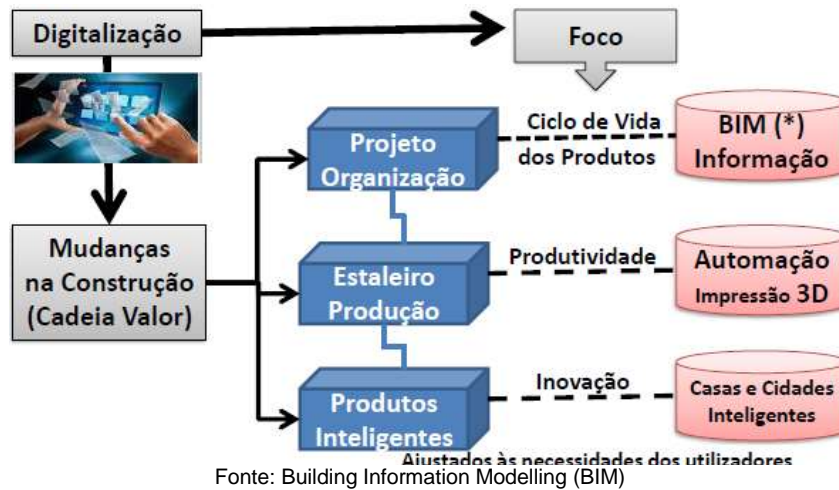
A economia circular tem relevância acrescida no sector da construção civil dadas as suas externalidades decorrentes dos modelos de construção convencionais. De acordo com o *World Economic Forum* - WEF (2016), num projeto de construção vertical típico, com mais de 30 anos de vida útil do edifício, o valor presente de *Organization and Methods* - O&M e custos de serviços públicos é quase tão elevado quanto os custos iniciais do projeto, sendo certo que continua ainda a não ser prática comum na indústria, fazer a otimização deliberada do custo do ciclo de vida do ativo final. Apontam-se como possíveis razões eventuais conflitos de interesses entre o promotor, construtor e proprietário do ativo, devido a *trade-offs* entre os investimentos iniciais e os custos subsequentes do ciclo de vida, ou ainda a ausência de uma visão neutra e imparcial do valor do ciclo de vida do edifício (op. cit.). Gomes (2017) defende que se deve fazer uma abordagem inovadora para uma gestão eficiente dos recursos na construção sustentável, claramente alinhada com a problemática da economia circular - figura infra:

**Figura 11 - Gestão eficiente dos recursos na construção sustentável**



A prazo, o sucesso da economia circular na construção só ocorrerá se no presente forem alterados o modelo de negócios, o design e os processos de construção, gerando menos resíduos no futuro. Para isso a digitalização tem um papel importante - figura 12 (op. cit.).

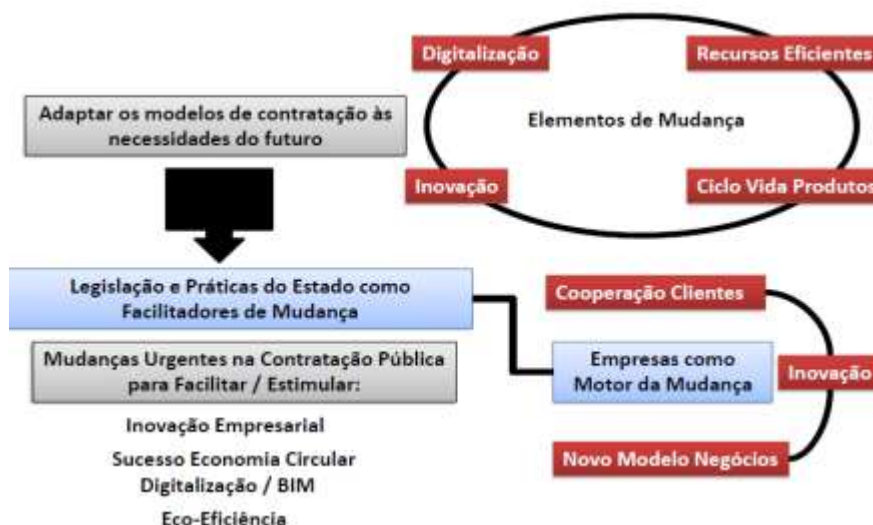
**Figura 12 - Contributo da digitalização para modernização da construção**



Desafios fundamentais para a digitalização da construção (op. cit.):

- consolidação de plataformas digitais e acesso à informação;
- conectividade e integração com a “internet das coisas”;
- utilização de tecnologias emergentes;
- automação e robótica.

**Figura 13 - Inovação e modelos de contratação**



Segundo a *California Public Utilities Commission* (2008), as estratégias para transformação do mercado são baseadas em orientações utilizadas para impelir ou

influenciar produtos e práticas mais eficientes para o mercado. Já no que concerne à eficiência energética as transformações de mercado envolvem uma alteração, quer na cadeia de fornecimento dos produtos e serviços, como no comportamento dos consumidores - apud Varela (2010). O papel instrumental da tecnologia nas estratégias e na promoção da economia circular assume a maior relevância. “A tecnologia é milagrosa porque nos permite fazer mais com menos, elevando as nossas capacidades fundamentais a um nível mais elevado” - Thiel (2014).

### 5.3. O caso Tecdream: prova de conceito alicerçada na sustentabilidade

Neste caso de estudo em particular é abordado um novo conceito de construção de habitats sustentáveis, implementado na empresa Tecdream, pelo autor desta dissertação, através dos projetos QREN desenvolvidos por si e aprovados pelo AICEP - Internacionalização, e IAPMEI - Inovação Produtiva.

Procurar-se-á aqui fazer uma análise de benchmarking como ferramenta para comparar diferentes sistemas construtivos através da comparação das características dos materiais com o objetivo de verificar as vantagens e benefícios para o respetivo sistema construtivo, estabelecendo padrões de desempenho, pesquisando novas ideias e práticas para serem copiadas e ou adaptadas.

Uma empresa moderna e inovadora no sector da construção civil deve estar focada na sustentabilidade, no desenvolvimento de projetos inovadores, com novos sistemas construtivos, com as tecnologias mais avançadas, que proporcionem excelentes qualidades físicas, energéticas e ecológicas em cada habitat.

Consciente dos atuais problemas ambientais, a Tecdream procura desenvolver soluções de habitats sustentáveis com base nos seguintes princípios:

- projetos de arquitetura bioclimática (contemporânea, moderna e intemporal);
- soluções que visem a economia (custos controlados) e o máximo aproveitamento de áreas para a melhor utilização possível e rentabilização dos espaços;
- sustentabilidade e respeito pelo meio ambiente (ecologia e autossustentabilidade);
- materiais que conciliem ecologia, qualidade, ergonomia, e equilíbrio estético;
- utilização das mais avançadas tecnologias disponíveis para proporcionar o máximo conforto aos utilizadores.

A atividade de uma empresa do setor da construção como a Tecdream deve procurar assentar nos seguintes valores:

- vocacionado para o cliente/utilizador;
- distinguir-se na antecipação e resposta rápida às necessidades do cliente, mediante uma estratégia de flexibilidade e inovação sempre valorizadas;
- fornecimento de serviço de reconhecida qualidade como fator de diferenciação;
- dignidade do Homem e do trabalho;
- manutenção de um ambiente de trabalho que atraia e desenvolva colaboradores empenhados e que partilhem do sucesso da empresa, agindo em equipa;
- preocupação com a comunidade e as questões ambientais;
- construção de um referencial do ponto de vista económico e social para a região onde está inserida, contribuindo para o desenvolvimento dessa mesma região;
- estímulo da melhoria contínua ao nível do processo de trabalho e do relacionamento com o cliente;
- empenho no reforço e manutenção de uma imagem de credibilidade forte, assente nos princípios da ética empresarial.

A sua principal missão deve ser criar projetos inovadores que proporcionem o máximo conforto aos utilizadores das suas construções, com a utilização de tecnologias sustentáveis em modernos projetos de arquitetura bioclimática e o mais adequada possível ao meio envolvente, aliada à otimização dos seus espaços interiores, fazendo desses produtos um modelo do que deve ser a atitude pró-ativa de qualquer empresa de construção na sociedade atual.

A internacionalização deve ser um desígnio de uma empresa moderna, pelo que o seu enfoque deverá estar na expansão da sua atividade para outros mercados, suportada num projeto comercial e industrial, de modernização e fabrico de produtos inovadores e de novas soluções para o sector da construção.

Deve ter como objetivo ser uma empresa de referência e prestígio ao nível internacional na venda de produtos, soluções e na prestação de serviços de construção, podendo chegar, primeiramente, a mercados de proximidade cultural.

Além disso, é fundamental ser detentora de sentido empreendedor, procurando aumentar a sua notoriedade no mercado nacional, expandir a sua atividade para outros mercados, modernizar o seu parque de equipamentos e definir uma coerente e dinâmica estratégia comercial e de marketing.

Na base do desenvolvimento de um modelo conceptual para um sistema de construção sustentável a Tecdream teve implícito três fatores chave para aquilo que se pode considerar ser a consciência de uma empresa dos novos tempos:

- tecnologia - criar projetos com incorporação tecnológica, conciliando um sistema de construção sustentável, como o sistema construtivo ICF (*Insulated Concrete Forms*), constituído por blocos de EPS (*Expanded PolyStyrene*), com a aplicação de produtos e equipamentos previamente selecionados, otimizando a organização do espaço habitacional para proporcionar o máximo conforto aos seus utilizadores;
- inovação - inovar através do seu conceito de habitat do futuro, com um sistema ICF nas estruturas (conciliando a ecologia dos blocos de EPS com a robustez e segurança do betão armado); desenvolver projetos sustentáveis, apostar na criatividade com vista à autossuperação e à entrega de produtos únicos e simples criando-se, assim, um novo conceito de habitat, que vá ao encontro das necessidades atuais.
- ambiente - desenvolver soluções com total respeito pelos princípios da ecologia e da sustentabilidade com recurso às mais avançadas tecnologias do ambiente.

Os casos de estudo aqui apresentados são referentes a três sistemas de construção e correspondentes a soluções construtivas de isolamento de paredes de fachada e de cobertura. A informação obtida através da consulta documental disponível no setor da construção civil e obras públicas, e do estudo dos diferentes sistemas construtivos permitem apresentar os seguintes dados comparativos, tendo em conta as suas características, conforme figura seguinte, e disponível no site da empresa<sup>56</sup>.

**Figura 14 - Comparação de sistemas construtivos**

Dados	Alvenaria	Sistema ICF TECdream	Pré-fabricado (LSF)
Rapidez de Construção	18 a 24 meses	10 a 12 meses	4 a 9 meses
Construção em Altura	até 12 pisos + cave	Até 7 pisos + cave	Até 2 pisos + cave
Desperdício de Obra	Entre 20% e 30%	Apenas 3%	Apenas 2%
Isolamento Térmico	Classe B- a A+	Classe A ou A+	Classe B a A+
Coef. Transmissão Térmica	U 0.40 a 0.50	U 0.28	U 0.20 a 0.35
Isolamento Acústico	32 a 45 dB	A partir de 44 dB	32 a 55 dB
Resistência a incêndio	1 a 2 horas	1 a 4 horas	1 a 3 horas
Resistência ao vento	Até 280 Km/h	Até 320 Km/h	Até 200 Km/h
Poupança energética	0 (base de comp.)	50% a 60%	15% a 40%
Periodo de vida útil	60 a 80 anos	100 a 120 anos	50 a 70 anos
Resistência das paredes	R 20	R 38	De R 9 a R 15
Perda de resistência pela má cura do betão	10% a 30%	~0%	n.a.

Fontes para Sistemas Comparados: FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto | LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil (2017)

Fontes Sistemas ICF da Tecdream: Testes realizados por entidades certificadoras (externas) às construções | Tecdream, Lda (2017)

<sup>56</sup> (<https://www.tecdream.com/sistema-icf>, acedido em 2021.07.11)

Os dados apresentados, estão comprovados e ajudam a perceber que o sistema construtivo ICF não é uma alternativa, é uma certeza no panorama da construção de habitats do futuro. Neste processo de estudo de caso, recorreu-se às DAP, com o objetivo de comparar materiais diferentes que desempenhem a mesma função num edifício, tendo em conta os diversos critérios de sustentabilidade, e foi utilizada a seguinte metodologia:

- seleção dos materiais para o isolamento térmico;
- consulta de DAP, a fim de obter os dados ambientais quantificados sobre o CVP e os respetivos indicadores da avaliação de impacte do ciclo de vida dos materiais em estudo;
- realizar um estudo comparativo entre os materiais/sistema construtivo tendo em conta os diversos parâmetros acima mencionados;
- análise e discussão dos resultados.

Dado que se trata de um modelo para um sistema de construção sustentável previamente estudado e projetado, os objetivos a ter em conta são a execução de todas as sequências seguindo os princípios lógicos e todas as normas da arte de bem construir, não descurando os aspetos da limpeza, desperdícios de material e os tempos previstos para a execução de cada tarefa. Assim as diversas fases de montagem e aplicação de materiais deverão estar discriminadas com sequência de lógica de execução, encontrando-se explicitadas com detalhe. Pretende-se com a criação de um modelo para um sistema de construção sustentável, contemplar todos os procedimentos a ter em atenção durante todas as fases de fornecimento e construção dos modelos de habitats sustentáveis a implementar.

A edificação de um habitat começa logo na fase de licenciamento camarário do processo, onde os técnicos já desenvolveram a implantação da construção, tendo em conta as características do terreno em termos de topografia e orientação sobre os pontos cardiais. Por outro lado, os responsáveis de produção, em função da localização da obra, e também da organização de equipas a deslocar para o local da obra, já deverão ter elaborado um planeamento que contempla a entrega de materiais, e o respetivo enquadramento das tarefas a executar. Este sistema construtivo permite às empresas construtoras e às autoridades implementar projetos de ordenação e requalificação urbana totalmente integrados, com custos controlados e com uma capacidade de resposta ímpar no mercado. O sucesso deste sistema construtivo garante e vem permitir dar uma resposta rápida e eficaz às necessidades prementes

da construção, com sustentabilidade e qualidade. Acima de tudo, irá proporcionar um serviço de excelência aos seus clientes e crescer através de conceitos baseados na visão global, inovação, criatividade e qualidade, pelo que uma empresa como a Tecdream deve estar atenta às constantes mutações e revolucionamento das necessidades do mercado global.

Por outro lado, procurou-se desenvolver com base no sistema construtivo ICF, fazer uma nova abordagem para um método de trabalho mais eficiente, com novas soluções de construção, com respeito pelos princípios da ecologia e da sustentabilidade com recurso às mais avançadas tecnologias.

**Figura 15 - Valorização dos trabalhadores no sistema ICF**

Formação simples para colaboradores	A forma de instalação dos blocos de EPS é, na sua essência, um processo fácil de aprender. A formação dos colaboradores é facilmente feita em contexto de obra, e requer que cada trabalhador assimile menos processos e lide com menos ferramentas.
Mão-de-obra especializada reduzida	A redução de etapas construtivas permite também a simplificação e eficácia do método de trabalho. O recurso a mão-de-obra especializada, muitas vezes escassa e mais dispendiosa, é reduzido.
Redução dos acidentes de trabalho	Por serem produtos extremamente leves comparativamente aos utilizados atualmente no sector tradicional da construção, a utilização dos blocos de EPS contribui significativamente para a redução dos acidentes de trabalho e para as consequências a longo prazo no corpo humano, fruto do esforço no transporte humano de materiais pesados.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os projetos de construção que têm por base o sistema ICF, cuja técnica é de rápida execução, custos controlados e excelente qualidade de acabamentos é constituído por blocos de EPS, isolantes em poliestireno expandido, que após a sua montagem, com malha de varas em aço, são posteriormente preenchidos com betão armado, formando as paredes exteriores (estruturais) dos edifícios.

Estabelecemos parcerias com empresas que procuram inovar e certificar produtos e processos, pois só assim poderemos ser exigentes com os produtos que complementam o sistema ICF da Tecdream. Partilhamos da visão de que todos temos um papel que pode ser ativo na busca de um meio melhor para nós. Formamos as mentes do futuro para práticas sustentáveis e alertamos as consciências individuais e coletivas para uma maior proatividade ambiental.

Este estudo de caso também resulta na comparação de diferentes soluções construtivas de isolamento de paredes de fachada pelo interior e de isolamento de coberturas tendo em conta determinados parâmetros que caracterizam o desempenho

ambiental dos materiais. As paredes e as coberturas são responsáveis por mais de 50% das perdas energéticas associadas à envolvente dos edifícios, portanto torna-se pertinente e importante encontrar soluções que proporcionem um sistema de isolamento eficaz e que ao mesmo tempo contribuam para a proteção do meio ambiente. O sistema ICF da Tecdream é uma evolução natural da construção tradicional. Através de materiais tecnologicamente evoluídos e processos tecnicamente mais eficientes, esta construção é o futuro nos dias de hoje conforme figura infra.

**Figura 16 - Vantagens do sistema ICF na construção sustentável**



Fonte: Elaborado pelo autor

O sistema de construção ICF, é constituído por blocos de “cofragem perdida” para betão armado feito com um isolamento térmico rígido que podem ser aplicados para construção de paredes exteriores, para construção de paredes interiores, construção de pisos e coberturas, em EPS. Como são unidades modulares interligadas, encaixam umas nas outras, sem ser necessário qualquer tipo de argamassa, conferindo à estrutura uma construção sem pontes térmicas.

Do sistema de construção ICF resultam paredes de cimento armado que estão “ensandwichadas” entre duas camadas de material isolante - formas ou painéis de EPS, conferindo à sua estrutura ótimas propriedades de isolamento das quais resulta uma superior eficiência energética, bem como, superior insonorização. Esta cofragem consiste, assim, em blocos pré-fabricados que são constituídos por dois painéis separados, os quais são unidos por uns espaçadores que permitem o sistema de ancoragem em plástico ou metal (*Wall System | Grid System | Waffle Grid System*).

As qualidades de isolamento das paredes com o EPS conservam o aquecimento e arrefecimento muito melhor do que nas habitações convencionais, uma vez que ajuda a manter a mesma temperatura em toda a parte, eliminando pontes térmicas que ocorrem nas paredes em outros sistemas. O betão na parede de blocos de EPS dá-lhe a propriedade de absorção de calor da “massa térmica”, por isso a casa não tende a oscilar rapidamente entre o frio ou quente. Por outro lado, a insonorização acústica é o mais alto padrão no sector a nível mundial, o que permite proporcionar aos seus utilizadores padrões de conforto que até aqui eram inexistentes na maior parte dos programas habitacionais.

O betão tem sido utilizado com sucesso na indústria da construção durante vários séculos. Os sistemas ICF foram originalmente desenvolvidos na Europa no final da década de 40 do século passado, quando os blocos de fibras de madeira tratada unidas por cimento foram utilizados na Suíça. Nas décadas de 40 e 50 do século passado, as empresas químicas desenvolveram as aplicações do plástico, o que permitiu na década de 60 a um inventor canadense inventar um bloco de espuma que se assemelhava aos ICF's atuais, ao mesmo tempo que os europeus desenvolviam sistemas similares à época.

Mas foi só na última década deste século que a sua utilização se expandiu nos EUA, sendo utilizada na construção de casas e edifícios individuais, bem como para uso comercial, ao nível de escritórios, hotéis, hospitais, etc. Atualmente os sistemas ICF são de uso generalizado em mais de 20 países, considerados desenvolvidos (América do Norte e Europa), existindo cerca de 80 fornecedores desses sistemas nos EUA e cerca de 20 na Europa.

A primeira patente ICF foi registada no início dos anos 40 do século passado usando resíduos de madeira reciclada e cimento, como material isolante. Esta patente foi registada por Shnell e Alex Bosshard na Suíça. Werner Gregori patenteou pela primeira vez, no Canadá, um sistema ICF de poliestireno em 1966. As primeiras formas de EPS para o sistema de construção ICF foram desenvolvidas na década de 60, com a expiração da patente original e da invenção das espumas plásticas modernas.

O método de construção ICF tem vindo a desenvolver-se desde 1970, sendo inicialmente caracterizado por uma falta de consciência, de códigos de construção e da total inexistência de padronização industrial, levando a que nas décadas de 80 e 90 algumas empresas americanas desenvolvessem a tecnologia ICF, tendo em meados

da década de 90 fundado a *Insulated Concret Form Association* (ICFA), com o objetivo de fazer pesquisa e promoção dos produtos, bem como, trabalharam em conjunto para a elaboração de um código de construção ICF, em conjunto com a Associação de Cimento de Portland. Com esta colaboração o sistema ganha credibilidade e o número de produtores de formas ou painéis de EPS para um sistema ICF aumenta levando a que como consequência direta exista um natural aumento da concorrência levando a que os custos deste produto sejam cada vez mais moderados.

Fruto da concorrência acrescida as novas empresas que vão entrando no sector, fazem-no através do desenvolvimento de variações e inovações de modo a distinguir o “seu” sistema ICF de outro seu concorrente, e levando posteriormente a que alguns fabricantes de EPS para o sistema ICF consigam fazer vingar o seu produto e em consequência ganhem quota de mercado, o que conduz a que o mercado seja caracterizado por um menor número de empresas de maior dimensão.

Inicialmente os fabricantes de EPS para o sistema ICF associando os benefícios energéticos e a maior qualidade de construção a uma menor concorrência entre produtores levou a que fosse mais caro construir em ICF do que tradicionalmente, fruto desta realidade o primeiro mercado alvo foi a construção de casa “premium”, uma vez que os clientes estavam capazes de pagar pela qualidade dessa construção. Aumentando o conhecimento do sistema de construção ICF por parte dos clientes associado à entrada de novos *players* com respetivas inovações de produto quer ao nível de fabricação quer ao nível de instalação, os construtores começaram a aplicar o ICF também na construção de casas de gama média. Atualmente alguns construtores estão a promover a construção de grandes empreendimentos em ICF, ao nível de apartamentos, hotéis, salas de cinema, etc.

Vários fatores associados às suas inovações e à satisfação do cliente em conjunto com a vontade de utilizar novas tecnologias foram progressivamente transformando a construção ICF num segmento de crescimento elevado no mercado dos Estados Unidos da América e no Canadá.

De acordo com a ICFA e a Associação de Cimento de Portland (PCA), a participação dos sistemas ICF para casas individuais e multifamiliares no mercado foi de 8% em 2005, o que corresponde a cerca de 129.000 edifícios.

Uma empresa construtora atual ou fabricante de materiais de construção deve procurar desenvolver soluções com total respeito pelos princípios da ecologia e da

sustentabilidade com recurso às mais avançadas tecnologias do ambiente. Deve estar focada no desenvolvimento de novos projetos de construção, que utilizem técnicas de rápida execução, com custos controlados e elevada qualidade dos seus acabamentos. Assim, a Tecdream tem como missão criar projetos inovadores, com o sistema construtivo ICF, otimizar a organização dos espaços, utilizar os melhores produtos e equipamentos, recorrendo às mais avançadas tecnologias, e proporcionar o máximo conforto aos seus utilizadores.

A visão da nossa arquitetura é baseada no que pretendemos para o futuro dos clientes - uma vida de liberdade e conforto, onde o espaço da nossa casa é a extensão da nossa qualidade de vida. Os princípios da arquitetura são potenciados através da multidisciplinaridade existente na estrutura da Tecdream - arquitetura, engenharia, design, ecologia - permitindo criar habitats únicos e adaptados para cada situação e cada cliente. Com base na arquitetura bioclimática pensamos e projetamos habitats tendo em conta toda a envolvência climatérica e características socioambientais do local em que se insere. Pretende-se assim otimizar o conforto no interior do edifício (conforto térmico, luminosidade, acústica) e também no seu exterior (aproveitamento de flora local, minimização do impacto na fauna ou na geografia local) utilizando não só o design dos elementos arquitetónicos disponíveis, mas também a maneira como estes se relacionam com o meio envolvente de cada habitat. Adicionalmente, a inclusão de materiais locais, aproveitamento de recursos específicos, ou a potenciação de equipamentos de recolha e transformação de energia são fator integrante da arquitetura bioclimática moderna.

A própria arquitetura é planeada com base no aproveitamento das características de cada local e dos recursos disponíveis pelo meio circundante a cada habitat Tecdream - orientação da casa face ao sol e às brisas, dimensão e pé direito, layout e posicionamento das divisões para se obter maior privacidade ou funcionalidade, etc. Todos os elementos de uma construção são pensados de forma a tornar mais eficiente a captação e o uso da energia da envolvente ao edifício - paredes, janelas, recurso a varandas, palas ou beirais, inclusão de portadas e persianas, entradas de ar, pisos e coberturas são alguns exemplos do que é projetado para potenciar a construção final.

No final, esta metodologia traz inúmeras vantagens para o ambiente - pela diminuição do recurso a energias complementares - e para os clientes, que assim vêm

uma real diminuição na fatura da eletricidade e dos investimentos em diferentes equipamentos para aquecimento ou arrefecimento.

**Figura 17 - Princípios da Tecdream**



Fonte: Elaborado pelo autor

Procuramos projetar e construir com a noção da nossa intervenção no meio que nos rodeia, e partilhamos a responsabilidade de reduzir a pegada ecológica do nosso setor, dos nossos habitats, e de quem trabalha e colabora connosco. Para tanto, a Tecdream procura desenvolver a sua atividade tendo em vista os seguintes objetivos:

- mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis, com recurso à arquitetura bioclimática, com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo custos de produção e manutenção;
- busca de soluções que potenciem o uso racional de energia ou de energias renováveis;
- gestão ecológica da água e recurso a inovadores equipamentos mais amigos do ambiente;
- redução do uso de materiais com alto impacto ambiental e recurso a materiais ecológicos;
- redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais.

A construção e a gestão do ambiente construído devem ser encaradas dentro da perspetiva de ciclo de vida. Assim, a empresa está focada no desenvolvimento de

projetos de construção, com o sistema ICF, constituído por blocos de EPS, cuja técnica é de rápida execução, custos controlados e elevada qualidade dos acabamentos. Como fatores mais favoráveis à aplicação deste sistema surge o potencial desaparecimento de pontes térmicas e a estanquidade à ação da água nas paredes exteriores.

Trata-se de um sistema de construção tecnicamente avançado, não pré-fabricado, que proporciona excelentes qualidades físicas, uma boa insonorização e isolamento térmico e que permite uma poupança considerável de custos e energia, o qual favorece a manutenção adequada da construção e do meio ambiente.

**Figura 18 - Sistema ICF da Tecdream**



Fonte: Elaborado pelo autor

Nas obras a Tecdream procura fornecedores locais para matérias-primas e materiais de grande peso e/ou volume, como betão, pedra, britas ou areias.

Tendo em conta a existência de variadas opções para a espessura de isolamento térmico, importa especificar que a solução adotada pela Tecdream, e analisada neste estudo de caso, é a mais adequada ao tipo de clima em Portugal e aquela que apresenta as características técnicas mais apropriadas à carga de esforço que é necessário comportar nos trabalhos de betonagem das paredes estruturais.

Apesar do propósito de utilização ser o mesmo (isolar termicamente o edifício), estes materiais isolantes têm propriedades próprias que os distingue. Ao nível da eficiência energética de edifícios, a principal característica deste material é o seu baixo coeficiente de condutibilidade térmica que o distingue da maioria dos materiais de

construção. Através do emprego deste tipo de material consegue-se a redução de trocas de calor entre o exterior e interior dos edifícios, ou seja, consegue-se limitar o consumo de energia associado ao aquecimento e arrefecimento dos espaços, que se intitula como um dos principais responsáveis pelo consumo energético em edifícios.

Para além das suas características próprias, este material apresenta um processo de produção que tem em conta um fator relevante no desempenho ambiental, cujo processo de fabrico tem uma baixa pegada ecológica, pois a produção de blocos de EPS exige baixo consumo de energia tanto na sua produção como no seu transporte. Além disso a fábrica da Tecdream foi dotada com sistema de claraboias, permitindo aproveitar a exposição solar do local onde a fábrica se situa, tendo obtido uma poupança de energia elétrica na ordem de 60%.

Também o sistema construtivo da Tecdream, em obra, reduz significativamente os resíduos ou desperdícios (apenas 3%, face os cerca de 15% a 20% da construção tradicional). Além disso, o EPS é um material 100% reciclável (reaproveitamento dos desperdícios para utilização noutras indústrias e aplicações). O bloco de EPS funciona como cofragem perdida, permitindo isolar o betão das oscilações de temperatura e humidade exteriores, em tempo frio ou quente. Esta vantagem permite uma cura rápida do betão, numa velocidade mais uniforme e em ambiente de humidade controlada, resultando num material final mais resistente e durável durante todo o tempo de vida útil da construção.

Relativamente aos elementos da envolvente, no que respeita ao isolamento térmico de coberturas, estima-se que representem a fatia mais significativa (cerca de 30%) das perdas energéticas associadas à envolvente de um edifício. A procura de sistemas construtivos mais eficientes a nível térmico e ambiental constitui então uma área de intervenção decisiva para a obtenção de construções mais sustentáveis.

O sistema construtivo formado pelo bloco de EPS da Tecdream constitui um eficaz suporte para os revestimentos de paredes e coberturas e apresenta ainda variadas funções como um isolamento térmico contínuo, pelo exterior e interior, e sem pontes térmicas, uma ventilação adequada, e excelente acabamento das paredes.

As qualidades de isolamento das paredes com o EPS conservam o aquecimento e arrefecimento muito melhor do que nas habitações convencionais, uma vez que ajuda a manter a temperatura em toda a parte eliminando as pontes térmicas que ocorrem nas paredes em outros sistemas. A redução de custos de energia nos

habitats consiste numa diminuição dos custos mensais de utilização ao longo da vida das mesmas. A energia mais rentável é a energia que não é necessária.

Como empresa do setor da construção, a Tecdream procura criar projetos de habitats de qualidade superior, oferecendo padrões de tecnologia e equipamento, baseadas em novas formas de construir e romper com os modelos tradicionais há muito esgotados. A sustentabilidade ambiental inclui ações que reduzam o uso de recursos físicos. O maior impacto ambiental de um edifício são as emissões de aquecimento e arrefecimento. Por outro lado, a insonorização acústica do sistema ICF é o mais alto padrão no sector a nível mundial, o que permite proporcionar aos seus utilizadores padrões de conforto que até aqui eram inexistentes na maior parte dos programas habitacionais.

**Figura 19 - Vantagens para os clientes**



Fonte: Elaborado pelo autor

A exigência do planeamento e do desenho que os nossos profissionais colocam em cada projeto resulta na potenciação da nossa ideia central - o conforto. Um conforto real, visível e que se sente em cada habitat Tecdream. A colocação do conforto como objetivo principal leva a empresa a desenvolver a sua filosofia de arquitetura bioclimática numa base moderna e em constante evolução e simplificação - as áreas de cada planta são projetadas com conhecimento das dinâmicas familiares modernas, e adaptadas às necessidades familiares de cada cliente.

Este conhecimento e análise resultam em desenhos com características transversais às nossas linhas de arquitetura, com plantas amplas e diversas vezes em plano aberto, otimização dos acessos interiores e exteriores, cozinhas práticas com bastante arrumação, quartos e wc's funcionais. Como exemplos de interiores, paredes

não estruturais tendem a ser substituídas por zonas de arrumação como armários embutidos ou a dar lugar a janelas ou balcões; janelas para zonas exteriores de lazer dão lugar a portas, aumentando assim a funcionalidade e utilização real dos espaços. Para exemplos de espaços exteriores, moradias com formato de planta em “L” ou “U” têm as suas divisões desenhadas de forma a criar e potenciar espaços de lazer exterior; noutros casos, coberturas inclinadas são simplificadas e dão lugar a coberturas direitas que criam condições para instalação resguardada de equipamentos ou mesmo transformadas em zonas de lazer, como terraços acessíveis equipados com barbecue, por exemplo. O grau de exigência depositado no sistema ICF, no processo construtivo e na qualidade dos materiais e acabamentos influencia diretamente o grau de conforto em cada habitat Tecdream.

A Tecdream segue princípios como os que existem numa Passive House, que estão na base dos verdadeiros habitats do futuro, cujo conceito construtivo define um padrão de elevado desempenho para qualquer tipologia de construção. O conceito *Passive House* “satisfaz hoje os requisitos de eficiência energética de amanhã”, segundo 5 principais critérios:

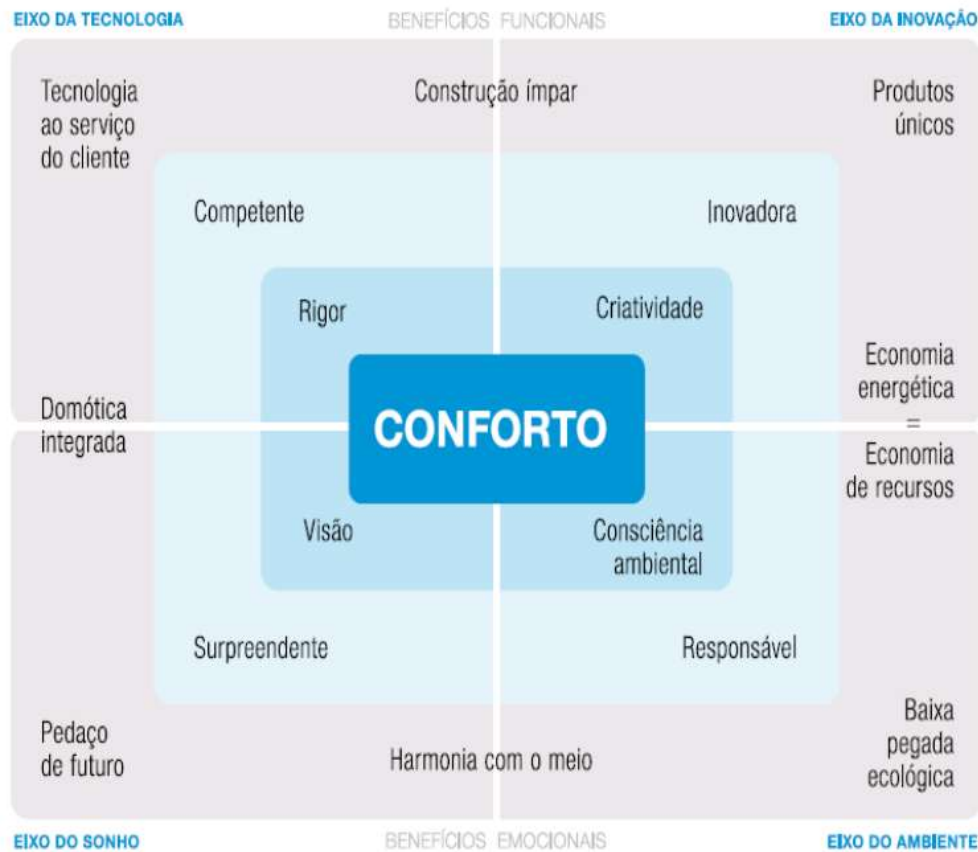
- saúde e conforto dos ocupantes;
- saúde do edifício (evitar o surgimento de patologias e otimização do desempenho);
- eficiência energética correspondendo à definição internacional do NZEB;
- acessibilidade em termos financeiros;
- sustentabilidade em termos de independência relativamente a combustíveis fósseis.

O sistema ICF reduz drasticamente as pontes térmicas interior-exterior e proporciona elevados índices de isolamento térmico, ambos complementados por sistemas de ventilação controlada em todas as divisões da habitação. Resultado, o ar presente no interior da casa apresenta temperaturas mais amenas e é mais seco, proporcionando uma vivência mais saudável por parte dos utilizadores regulares dos nossos habitats. Além da saúde dos habitantes, também a saúde do habitat em si é superior (problemas como infiltrações, bolor ou manchas de humidade são virtualmente eliminadas).

O conforto superior exige a melhor tecnologia ao dispor do verdadeiro habitat de futuro. Assim, através do IoT, controlamos os equipamentos e eletrodomésticos de forma centralizada, e temos a capacidade de gerir toda a infraestrutura ligada à internet via smartphone, com aplicações específicas para o efeito. Ter também possibilidade de controlar cada equipamento vídeo ou áudio de forma intuitiva, como o

sistema de som ambiente *multi-room* ou as luzes das divisões onde exista consumo de multimédia. Estar seguro é estar confortável. A segurança e monitorização em tempo real, permite ter informação sobre a sua casa. Desde o sistema de deteção de inundação, simulação de presença quando se encontra ausente, até ao videoporteiro que permite dar acesso à sua casa mesmo quando está fora.

**Figura 20 - Eixos e benefícios do sistema construtivo**



Fonte: Elaborado pelo autor

A saúde com iluminação circadiana (*Circadian Adaptive Lighting*) - os sistemas de iluminação modernos utilizam tecnologia de ponta aliada a estudos e tendências antigas. Sistemas circadianos são criados para controlar os ritmos circadianos: complementar a luz natural pela manhã, estimulando o início da atividade física das primeiras horas do dia; regular o tom e intensidade da luz pela noite, ajudando à redução da energia do corpo e facilitando o sono natural.

Pela sua simplicidade construtiva, o sistema ICF não apresenta limitações ou constrangimentos em termos de aplicação de acabamentos. Quer sejam pavimentos ou revestimentos, qualquer tipologia ou coleção de materiais que tenham sido desenhados para utilização em moradias ou espaços comerciais podem ser utilizados

nos habitats da Tecdream. Os ambientes interiores são projetados em conjunto com o projeto arquitetónico no seu todo, e todos os seus detalhes são pensados de forma a integrar com harmonia e funcionalidade os melhores materiais e acabamentos. Os materiais que sugerimos nos nossos projetos chave-na-mão são ajustados em função do projeto de arquitetura, do gosto e do orçamento de cada cliente. Procuramos as marcas e empresas exemplos de inovação pela funcionalidade e pelo design, próprias de marcas portuguesas com excelente qualidade e reputação internacional.

É prioridade da Tecdream criar habitats que tenham os seus espaços integrados com o ambiente envolvente da habitação, de forma a potenciar o investimento dos clientes. Ambientes internos com pátios, áreas de socialização, jardins e varandas também garante espaços com melhor amplitude visual e funcionalidade. Além disso, essa conexão com o ar livre dá mais personalidade ao ambiente, tornando-o agradável e atrativo.

De uma forma genérica, a Tecdream procura a sustentabilidade assente nos três grandes vetores: o planeta (preocupações ambientais), as pessoas (preocupações sociais) e a rentabilidade (preocupações económicas). Neste caso particular, a sustentabilidade visa conceber habitats energeticamente eficientes, utilizando reduzidos recursos materiais de energia, produzindo reduzidas quantidades de resíduos, tendo sempre como base, preocupações económicas e ambientais. Assim, um projeto Tecdream de um habitat dito “sustentável” passa essencialmente por:

- melhorar a eficiência energética, diminuindo as necessidades em iluminação, ventilação e climatização artificiais (os edifícios concebidos para o futuro irão explorar todas as funcionalidades da eficiência energética, e deve-se substituir o consumo de energia fóssil por energia renovável, não poluente e gratuita);
- considerar a normalidade do ciclo de vida de um edifício pelo uso de componentes duráveis e de manutenção reduzida (componentes e materiais para reparações e substituições, devem estar separados para evitar destruições e serem reutilizáveis se removidos);
- adaptabilidade e flexibilidade de um ponto de vista da construção, de modo a tornar possível a continuação na utilização do edifício mesmo quando as funções se alteram (é necessária uma diferenciação e o desenvolvimento cuidadoso da especificação de produtos para os edifícios e estes devem incluir a organização e as mudanças previsíveis no catálogo de requisitos e ir além das generalizações);

- na escolha do local para implantação de um habitat as medidas de desenvolvimento continuam um fator chave na qualidade ambiental e eficácia de custo dos edifícios (viver em cidades é eficiente do ponto de vista ambiental e ecológico, já que as infraestruturas técnicas apenas podem ser garantidas a longo prazo em áreas fortemente densificadas);
- adotar sistemas de tratamento de resíduos orgânicos, de reaproveitamento de água e outros;
- utilizar materiais de origem local, preferencialmente materiais de fontes renováveis ou com possibilidade de reutilização e que minimizem o impacto ambiental (como extração, consumos de energia e água, aspetos de saúde e emissões poluentes; a utilização de materiais para um edifício pode ser reduzida de forma considerável como meio de recurso eficiente; a possibilidade de utilizar materiais de forma eficiente e integrar os materiais de construção com uma nova forma de construir permite economias consideráveis; utilização de menos materiais aumenta a possibilidade no uso de materiais de alta tecnologia e, portanto, reduzir o uso de substâncias que criam prejuízos para os edifícios e o ambiente).

### 5.4. Reflexão crítica e principais resultados

Estudo da McKinsey & Company (2020) refere que o setor da construção, é a maior indústria da economia global, respondendo por 13% do PIB mundial. Um olhar mais atento sobre seu desempenho subjacente destaca os desafios da indústria em tempos económicos bons, muito menos em tempos de crise. O crescimento anual da produtividade nos últimos 20 anos, no setor da construção, foi de apenas um terço das médias totais da economia. A aversão e a fragmentação ao risco, bem como as dificuldades em atrair talentos digitais, reduzem a inovação. A digitalização é mais baixa do que em quase qualquer outro setor. A lucratividade é baixa, em torno de 5% da margem de EBIT, apesar dos altos riscos e de muitas insolvências. A satisfação do cliente é prejudicada por incumprimentos de prazos, orçamentos excessivos e procedimentos demorados dos sinistros. A transformação da indústria da construção criará grandes oportunidades e riscos consideráveis à medida que o seu valor e potenciais lucros mudem nos próximos 15 anos. Nos últimos anos, aproximadamente US \$11 trilhões em valor agregado e US\$ 1,5 trilhões em lucros foram desigualmente distribuídos ao longo da cadeia de valor da construção e em todas as classes de

ativos. No futuro, até 45% desse valor pode estar em jogo nas partes do mercado mais fortemente afetadas pelas mudanças. Desse total, 20% a 30% serão mantidos e redistribuídos dentro do ecossistema para permitir que as mudanças ocorram. Os restantes 15% a 20% serão valorizados em função da redução de custos e ganhos de produtividade gerados, com benefícios para os promotores ou clientes (na forma de redução de preços ou aumento de qualidade). Se esse valor for totalmente capturado pelos participantes do ecossistema, o lucro total pode quase dobrar, para 10%. Os investidores que se moverem rapidamente e conseguirem superar os seus concorrentes podem ficar com a maior parte dos lucros. A indústria sentirá fortemente o impacto económico do COVID-19, assim como o ecossistema de construção - que inclui empresas de construção e fornecedores de materiais básicos, promotores e proprietários, distribuidores e fornecedores de máquinas e *software*. O desempenho lento da indústria da construção é resultado direto das regras e características do mercado da construção e da dinâmica da indústria que ocorrem em resposta a elas. Espera-se que os fornecedores de *software* aumentem significativamente a sua contribuição de valor agregado, embora de 1 a 2% da cadeia de valor. Além disso, uma grande parte do valor deverá passar dos estaleiros de obras para as fábricas de pré-fabricação fora do local. Em contraste, empreiteiros gerais e especializados podem enfrentar um grande declínio, a menos que se reposicionem como empresas que vão além da execução apenas. O projeto de base, a engenharia, a distribuição de materiais e a logística podem enfrentar riscos substanciais de comoditização e automação. O valor em jogo pode beneficiar os participantes do ecossistema à medida que os lucros aumentam, os trabalhadores na forma de salários mais altos ou os clientes por meio de preços mais baixos e maior qualidade. Empresas que se movem com rapidez e conseguem reduzir a sua base de custos e aumentar a produtividade terão uma vantagem sobre a concorrência. Esses pioneiros poderiam traduzir seus ganhos de produtividade em lucro. No longo prazo, à medida que outros *players* se ajustam e a competição se intensifica, a dinâmica noutros setores sugere que grande parte dos ganhos será repassada aos clientes. Neste cenário estima-se que 10 a 12% das atividades de construção passarão pelas fases descritas (figura 21) até 2035, mas a mudança irá variar significativamente por classe de ativo devido aos diferentes pontos de partida e capacidades de transformação. No setor imobiliário, por exemplo, esperamos que até 2035 mais 15% dos novos projetos de construção possam ser concluídos por meio de uma cadeia de valor redesenhada. Esse número acima da média é em parte resultado do potencial de padronização em residências unifamiliares e multifamiliares, hotéis, escritórios e hospitais (op. cit.).

Figura 21 - Nova cadeia de valor da construção sustentável



Fonte: CapitalIQ; Euroconstruct; FMI; McKinsey analysis

A transformação total da indústria da construção pode levar décadas, mas o processo já começou, e os líderes do setor concordam que as mudanças ocorrerão em maior escala nos próximos 5 a 10 anos e a crise do COVID-19 acelerará essas mudanças. 90% dos decisores acreditam que o setor precisa mudar e esse sentimento tem vindo a crescer nos últimos 10 anos, e 80% acreditam que a indústria será radicalmente diferente daqui a 20 anos. Investidores emergentes, e operadores históricos, estão a procurar controlar uma parte maior da cadeia de valor, usando, novas tecnologias, incluindo design e engenharia e fabricação fora do local. Tem-se vindo a verificar um aumento em I&D na indústria e as empresas que investiram em tecnologia e instalações de construção estão a ganhar força. Diante dessa transformação, as empresas de toda a cadeia de valor precisam rever onde desejam atuar, em quais classes de ativos, segmentos, geografias e etapas da cadeia de valor. Para ter sucesso, será fundamental que as empresas se tornem organizações mais ágeis, implementando novas estratégias, iniciando novas operações, ou fazendo fusões e aquisições. No segmento da distribuição de materiais e logística, as instalações de produção fora do local irão transferir a procura de remessas para os centros das fábricas, os principais nós de logística, o que aumentará as expectativas do cliente para a entrega *just-in-time*. O segmento será ainda mais remodelado por canais de vendas *on-line* e diretos, aumento das expectativas dos clientes e maior uso de tecnologias como análises avançadas. Uma mudança na atividade de compras, de pequenas empresas de comércio especializado para empreiteiros maiores, afetará o poder de negociação das empresas, e a internacionalização permitirá que as empresas comprem mais a países de baixo custo. As empresas que se familiarizarem com a próxima normalidade e se moverem mais rapidamente estarão mais bem posicionadas para criar valor e manter a sua vantagem competitiva (op. cit.).

Assim sendo, são diversas, profundas, incisivas e em muitos aspetos disruptivas as tendências e orientações que decorrem de todo o processo transformacional da cadeia de valor convencional da construção civil. O efeito conjugado dos desafios da sustentabilidade e da transformação digital, potenciados por valores sociais emergentes, são os responsáveis principais por estas mudanças, conforme figura 22.

**Figura 22 - Tendências e orientações decorrentes da nova cadeia de valor da construção sustentável**



Fonte: Adaptado de *Global Roadmap para Construtores e Construção (GlobalABC, 2020)*

Nesta nova cadeia de valor da construção civil sustentável, evidenciam-se oito áreas críticas (planeamento urbano; novos edifícios; edifícios existentes; operações de construção; eletrodomésticos e sistemas; materiais; resiliência; e, energia limpa), às quais estão associados um conjunto de problemas críticos e orientações estratégicas. Respostas inteligentes e sustentáveis farão doravante parte dos desafios e soluções de sustentabilidade numa nova cultura de gestão das empresas e organizações que integram esta cadeia de valor.

A *United Nations Environment Programme* (2020), considera as seguintes ações críticas para se alcançar a sustentabilidade dos edifícios:

- desenvolver políticas de planeamento urbano integrado que levem em conta o objetivo de longo prazo de descarbonizar as edificações e o setor de construção (devem incluir estruturas de planeamento urbano considerando a eficiência do uso do solo, design orientado para o tráfego, espaços verdes e planos locais de abastecimento de energia - através da colaboração entre agências nacionais, subnacionais e locais, para garantir o planeamento urbano e edifícios de energia sustentável mais integrados e mais eficazes).
- implementar e fazer cumprir uma construção com energia zero ou quase zero emissões nos novos edifícios (criar medidas de alto desempenho energético, sem pontes térmicas, isolamento térmico, portas e janelas de baixa emissividade e telhados verdes).
- trabalhar com todos os *stakeholders* para definir um desempenho energético com alvos claros para edifícios existentes e promover projetos bioclimáticos para reduzir o consumo de energia (desenvolver estratégias nacionais e locais para descarbonizar os materiais de construção e aumentar a eficiência energética com uma taxa anual de renovação para se atingir 4% em 2050).
- instalar sistemas para permitir a classificação do edifício, do seu desempenho, e desenvolver *benchmarks* para avaliar o desempenho energético das construções e garantir que eles sejam acessíveis e divulgados para facilitar a comparação (promover o uso de auditorias regulares de desempenho de energia para garantir que os sistemas estejam sendo mantidos e fazem um uso eficiente da gestão avançada dos sistemas de energia e controle inteligente).
- promover o uso de *Building Passports* como um sistema para coleta regular de informações relacionadas ao sistema operacional de edifícios e uso de energia (apoiarão a disponibilidade e acesso a informações dos edifícios para os atuais e futuros proprietários e para os que trabalham na indústria).

- desenvolver, verificar e fazer cumprir a energia mínima - *Minimum Energy Performance Standards* (MEPS), com padrões de desempenho que definem a qualidade do produto e requisitos de desempenho (expandir e atualizar para cobrir todos os principais equipamentos e sistemas principais e definir requisitos de desempenho de energia para uma rede de dispositivos).
- promover o investimento na construção de edifícios para adoção de sistemas de alto desempenho para aquecimento de espaços e água, refrigeração e ventilação, e iluminação (desenvolver políticas através dos governos, por exemplo).
- reduzir a procura por materiais com alta incorporação de carbono, aumentar a eficiência energética em grandes edifícios, e descarbonização de energia utilizada na produção de materiais (adoção de estratégias de eficiência de materiais, promover conceitos de economia circular em edifícios usando ACV, novas abordagens para design, construção e fim de vida, reutilização de materiais de construção, e eliminação gradual do uso de produtos com potencial de GEE).
- melhorar a resiliência do stock de construção por meio do aumento do uso de avaliações de risco, mapeamento de risco e planeamento de resiliência para resposta a emergências, e no longo prazo, desenvolver novos planos para mitigar as potenciais mudanças nas condições climáticas relacionadas com inundações, ventos, águas pluviais e calor, e como os edifícios precisam ser projetados para resiliência no futuro (definir estratégias para os edifícios existentes sobre como eles devem ser adaptados para mitigar eventos climáticos extremos).
- promover o uso de edifícios integrados com energia renovável, incluindo energia solar fotovoltaica e térmica, geotérmica, eólica e biocombustíveis avançados onde mais apropriado e possível (desenvolver um quadro regulamentar claro que defina as regras operacionais, esquemas de remuneração, alocação de incentivos, integração de mecanismos e objetivos a nível nacional e local).

### 5.5. Visão crítica sobre as questões de investigação

A fim de problematizar as questões de investigação, confrontando as quatro hipóteses de trabalho formuladas, com os diferentes parâmetros de análise, incluindo o caso de estudo da Tecdream, construiu-se a “matriz analítica das questões de investigação”, infra quadro.

Quadro 7 - Matriz analítica das questões da investigação

Atributos Questões de Investigação	Variáveis de contexto	A inteligência econômica e a business intelligence (IE/BI)	Sustentabilidade como vetor de desenvolvimento	Sistemas de avaliação, parâmetros, materiais e equipamentos para construção e habitats sustentáveis	Tecdream
<p><b>Interrogação de partida: “como integrar na cadeia de valor das empresas de construção civil, os desafios da sustentabilidade e da transformação digital que instrumentalmente lhe está associada?”.</b></p>	<p>A emergência climática impulsiona políticas de mitigação e de adaptação, nomeadamente a transição energética e a descarbonização da economia. O Pacto Ecológico Europeu, os ODS; a Certificação Energética, as várias políticas públicas atinentes à sustentabilidade dos edifícios, assim como compromissos de responsabilidade social, condicionam significativamente o campo de intervenção das empresas e</p>	<p>Papel instrumental da IE/BI, por via da computação cognitiva, para recolher, tratar e explorar funcionalidades preditivas e prescritivas, face à miríade de dados relevantes para a sustentabilidade, transformando-os em informação e conhecimento accionáveis, com impacto na construção e habitats sustentáveis; as ferramentas de IE/BI potenciam fatores de ação e de resultado que abrangem toda a cadeia de valor da construção sustentável.</p>	<p>Ao integrar a sustentabilidade nas suas cadeias de valor, nomeadamente os ODS relacionados com matérias ambientais, energia, cidades inteligentes e sustentáveis, as empresas reforçam fatores potenciadores de novas vantagens competitivas e cumprem propósitos de responsabilidade social em matéria de ambiente.</p>	<p>A construção e habitats sustentáveis são impulsionadas pelas Normas ISO, assim como dos sistemas de avaliação e certificação de obras, o que também contribui para promover uma cultura de sustentabilidade no seio da sociedade.</p>	<p>A empresa implementou um sistema de qualidade ISO 9001 e vai implementar um sistema de qualidade ambiental ISO 14001. Também fez a certificação CE dos seus produtos fabricados. Está em curso a Certificação da Sustentabilidade da LiderA para os seus habitats.</p>
<p><b>H.1: As empresas de construção civil reforçam a sua cadeia de valor e as condições de competitividade por via da incorporação dos valores da sustentabilidade;</b></p>	<p>Relevância acrescida dos parâmetros da sustentabilidade no negócio da construção civil: novos materiais e soluções tecnológicas inteligentes afirmam-se no negócio da construção civil; a revitalização urbana integra crescentemente as energias renováveis; desempenho energético dos edifícios como dimensão ativa da estratégia empresarial; mobilização da indústria para a economia circular e limpa; crescente integração do risco ambiental por parte das instituições financeiras.</p>	<p>Releva os fatores de ação e de resultado atinentes à sustentabilidade e à inovação na gestão estratégica da informação e do conhecimento; a IE/BI é instrumental na dinamização do ecossistema criativo, nas redes de conhecimento, na proteção do património informacional, na estimulação dos diferentes níveis de execução da empresa e nas operações de influência, bem como na na veiculação e uma imagem positiva de sustentabilidade.</p>	<p>Exige uma atitude proativa por parte das empresas do setor, sob pena de incorrerem em riscos acrescidos e erosão das variáveis de negócio; a sustentabilidade impõe exigências normativas e não normativas, mas que condicionam o acesso ao mercado, favorecendo quem cumpre elevados patamares de desempenho ambiental e energético, entre outros; a sustentabilidade e a inovação ocorrem dentro da empresa, msd ismbém no interior do ecossistema.</p>	<p>As certificações ambientais são cada vez mais um imperativo e uma obrigação que levam as empresas a implementar normas e regras conducentes a melhores práticas e valores da sustentabilidade; têm surgido através de diversas entidades públicas e privadas, soluções e orientações técnicas conducentes a melhores resultados na construção, incorporando materiais e equipamentos mais amigos do ambiente; a comparação de indicadores de desempenho da construção convencional e da construção sustentável favorecem esta.</p>	<p>O projeto da Tecdream visa desde o seu início seguir e implementar as melhores práticas identificadas pelas entidades reguladoras e de referência que apresentem as melhores soluções de sustentabilidade procurando seguir as melhores práticas na construção, na utilização de materiais e equipamentos mais ecológicos bem como obter habitats com Certificação Energética Classe A, com os princípios das Passive House, com recurso a tecnologias ambientais, etc., no sentido de reduzir a pegada ecológica.</p>
<p><b>H.2: A construção sustentável é um vetor essencial da transição energética</b></p>	<p>A estratégia para uma “vaga de renovação” da UE visa reforçar o desempenho energético dos edifícios e, consequentemente, duplicar as taxas de renovação nos próximos 10 anos; avanços tecnológicos favorecem a criação de edifícios autosustentáveis em energia; imperativo da redução das emissões de GEE entre 30% a 40% em 2030; mais de 50% do consumo de energia dos edifícios pode ser reduzida através de medidas de eficiência energética; renovar os edifícios para ajudar as pessoas a reduzir as suas contas de energia.</p>	<p>As ferramentas de IE/BI são importantes na seriação da informação e conhecimento relacionados com novas tecnologias (nomeadamente <i>smart grids</i>) e novos materiais relevantes para a transição energética.</p>	<p>A alteração dos métodos de construção, novos materiais, fontes energéticas mais limpas, eficiência energética e economia circular potenciam a transição energética.</p>	<p>A classificação energética dos edifícios e dos equipamentos é uma norma e regra adotada e assimilada ao nível europeu que visa a redução do consumo energético e consequente proteção do ambiente, e a redução das emissões com efeito estufa; desenvolver benchmarks para avaliar e comparar desempenhos energéticos; efetuar uma gestão inteligente do novo mix energético na construção sustentável.</p>	<p>A empresa procura construir habitats com a máxima qualidade, com alto isolamento térmico e acústico, mantendo uma temperatura estável no seu interior, sem grandes necessidades de aquecimento ou arrefecimento, permitindo grande redução nos consumos energéticos, comparativamente aos dos restantes concorrentes. O EPS fabricado tem baixo consumo energético e é 100% reciclável e reutilizável.</p>
<p><b>H.3: Um novo conceito de construção civil sustentável altera o paradigma convencional da construção</b></p>	<p>Imperativos de natureza societal, assim como o Acordo de Paris de 2015, a Agenda 2030 do desenvolvimento sustentável e o Pacto Ecológico Europeu, ou ainda a pressão crescente de consumidores e outras partes interessadas alteram conceitos, modelos e estratégias de negócio.</p>	<p>Dados associados à computação cognitiva e aos produtos inteligentes e conectados (IoT) estão a gerar ideias que ajudam as empresas, clientes e parceiros, otimizam o desempenho do produto, favorecendo a criação de novo valor acrescentado; emerge o conceito de construção 4.0 associado à digitalização.</p>	<p>Emerge um novo paradigma que interliga a conceção, construção e manutenção de edifícios, bem como as partes interessadas envolvidas.</p>	<p>As normas e obrigações associadas às políticas públicas, nomeadamente as da ACT são cada vez mais exigentes neste setor, que tem dos maiores índices de insegurança no trabalho, o que leva as empresas de construção a fazerem cada vez maiores investimentos no sentido de se evitarem ou reduzirem os acidentes de trabalho.</p>	<p>O ICF - sistema construtivo adotado pela Tecdream - além de permitir obter grandes poupanças energéticas também reduz a utilização de mão-de-obra e, por ser um material leve, reduz os custos de transporte e dos acidentes de trabalho.</p>
<p><b>H.4: A construção sustentável potencia modelos de negócio inovadores.</b></p>	<p>Soluções inovadoras (ex., o ICF associado ao EPS) e novos materiais e equipamentos mais amigos do ambiente impulsionam o negócio da construção civil sustentável; exigências subjacentes ao financiamento e acesso a incentivos favorecem modelos de negócios mais adequados alinhados com a construção sustentável.</p>	<p>Empresas poderão beneficiar das ferramentas de IE/BI para melhor sustentarem as análises de suporte à decisão, face à multiplicidade de dados e informações relacionadas com produtos, materiais, equipamentos e afins, associados à construção e habitats sustentáveis, favorecendo modelos de negócio inovadores; favorece também a transformação digital da cadeia de valor das empresas, dando expressão ao conceito de casa ubiqua..</p>	<p>A construção sustentável estimula a inovação e alarga o campo de intervenção e de cooperação entre os vários stakeholders da construção, gerando novos modelos de negócio em torno dos imperativos da sustentabilidade, reforçando a cadeia de valor das empresas.</p>	<p>Os problemas ambientais tem levado à criação de uma legislação cada vez mais apertada procurando restringir e penalizar os maiores poluidores no sentido de criar regras e normas conducentes à proteção ambiental. Favorece quem investe na inovação e na sustentabilidade, minimizando riscos ambientais, e sabe transmitir esses sinais ao mercado e às partes interessadas.</p>	<p>O modelo de negócio da Tecdream está suportado em práticas e soluções sustentáveis, que começam no desenvolvimento dos seus projetos de arquitetura bioclimática, com um sistema construtivo mais rápido e eficaz em termos energéticos, mais resistente, com menores custos de manutenção, mais amigo do ambiente, suportado em ferramentas de gestão e planeamento (BIM), e um moderno site para comunicação com todos os seus stakeholders.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Desde logo, importa problematizar a interrogação de base: **“Como integrar na cadeia de valor das empresas de construção civil, os desafios da sustentabilidade e da transformação digital que instrumentalmente lhe está associada?”**

São diversos e substantivos os argumentos aduzidos no desenvolvimento deste trabalho que respondem à interrogação de base, evidenciando-se os seguintes:

- o contexto atual caracterizado pela centralidade da emergência climática confronta as empresas e outras organizações com um conjunto de variáveis contextuais, nomeadamente associadas às políticas de mitigação e de adaptação, resultando um papel mais interveniente dos poderes públicos (UE; autoridades públicas nacionais, ...), por via da legislação e normas atinentes, em que relevam crescentemente fatores relacionados com a sustentabilidade, condicionando o campo de intervenção das partes interessadas na construção civil;
- a internalização dos valores da sustentabilidade é facilitada pelo recurso a ferramentas de inteligência económica e de *business intelligence*, esta indissociável da transformação digital e da computação cognitiva, potenciando os fatores de ação e de resultado que no plano da partilha de informação e conhecimento, num mundo imerso em dados, conferem benefícios para as empresas e outras partes interessadas da construção sustentável;
- a integração da sustentabilidade na cadeia de valor das empresas e outras organizações do setor, não deixa de ter riscos associados a um maior nível de exigências dos clientes e outras partes interessadas, nomeadamente normas, sistemas de avaliação e de certificação ambientais, colocando novos desafios à gestão e liderança das organizações;
- o caso da Tecdream é paradigmático do modo como uma empresa (*startup*), produto de um projeto empresarial com foco na construção sustentável se consegue afirmar competitivamente, a nível das variáveis de custo, preço, qualidade e tempo de construção, valorizando a sua cadeia de valor através de um conjunto de variáveis instrumentais, desde o sistema de qualidade ISO 9001 e 14001, assim como sistemas de certificação atinentes.

Em relação à Hipótese 1: **“As empresas de construção civil reforçam a sua cadeia de valor e as condições de competitividade por via da incorporação dos**

**valores da sustentabilidade**”, são aduzidos um conjunto de argumentos de validação, dos quais se evidenciam os seguintes:

- relativamente a todas as partes interessadas da construção civil sustentável (empresas, entidades financiadoras, fornecedores, clientes, ...), assiste-se à valorização das variáveis atinentes à sustentabilidade, desde novos materiais, às soluções tecnológicas inteligentes, às energias renováveis, à eficiência energética, a soluções de economia circular, abrangendo edifícios existentes e novos edifícios.
- as novas exigências e desafios que se colocam à gestão e liderança das empresas da construção civil, favorecem a utilização de ferramentas de IE/BI para dinamizar o seu ecossistema criativo, proteger o seu património informacional, estimular o nível de desempenho estratégico e operacional e favorecer a dinamização de uma cultura de sustentabilidade e de responsabilidade social, que reforça a imagem das empresas e outras organizações do setor.
- a sustentabilidade como vetor de desenvolvimento exigente uma atitude proativa por parte das empresas do setor, sob pena de incorrerem em riscos acrescidos e erosão das variáveis de negócio, pois a sustentabilidade impõe exigências normativas e não normativas, mas que condicionam o acesso ao mercado, favorecendo quem cumpre elevados patamares de desempenho ambiental e energético, entre outros;
- a Tecdream, implementar as melhores práticas identificadas pelas entidades reguladoras e de referência que apresentem as melhores soluções de sustentabilidade procurando seguir as melhores práticas na construção, na utilização de materiais e equipamentos mais ecológicos bem como obter habitats com Certificação Energética Classe A, com os princípios das *Passive House*, com recurso a tecnologias ambientais, etc., no sentido de reduzir a pegada ecológica.

Em relação à Hipótese 2: “**A construção sustentável é um vetor essencial da transição energética**”, são aduzidos um conjunto de argumentos de validação, evidenciando-se os seguintes:

- as políticas públicas da UE e nacionais, em particular a estratégia para uma “vaga de renovação” da EU propõem-se reforçar o desempenho energético dos edifícios, duplicando taxas de renovação nos próximos 10 anos, assim como o

favorecimento de edifícios autossustentáveis energeticamente, em razão do imperativo de redução das emissões de GEE entre 30% a 40% no horizonte temporal de 2030, na presunção de que mais de 50% do consumo de energia pode ser reduzido por via da eficiência energética, mediante a renovação dos edifícios, o que contribui concomitantemente para baixar a fatura energética;

- as ferramentas de IE/BI têm um papel instrumental e operativo na transição energética, nomeadamente por via das *smart grids*, o que associadas aos novos materiais, equipamentos e métodos de construção, assumem um papel da maior relevância na referida transição energética;
- a classificação energética dos edifícios e equipamentos de âmbito europeu temem um papel importante na redução do consumo energético e na redução das emissões de GEE;
- a Tecdream passa na prova de conceito ao conseguir operacionalizar habitats compatíveis com os imperativos da transição energética, em condições de habitabilidade de qualidade elevada, com significativa redução de consumos energéticos, nomeadamente por via da utilização do EPS que tem baixo consumo energético e é totalmente reciclável e reutilizável.

No que se refere à Hipótese 3: “**Um novo conceito de construção civil sustentável altera o paradigma convencional da construção**”, são aduzidos um conjunto de elementos relevantes de validação, designadamente os seguintes:

- imperativos de natureza societal, potenciados nomeadamente pelo Acordo de Paris de 2015, a Agenda 2030 do desenvolvimento sustentável e o Pacto Ecológico Europeu, bem como a pressão crescente de consumidores e de outras partes interessadas alteram conceitos, modelos e estratégias de negócio, configurando uma rotura com o paradigma convencional de construção;
- as novas tecnologias digitais, materializadas nomeadamente na computação cognitiva e na IoT (vulgo construção 4.0), favorecem o aparecimento de novas ideias que ajudam os vários *stakeholders* da construção a otimizarem o desempenho do produto (construção), contribuindo significativamente para acrescentar valor, ao mesmo tempo que promovem a emergência de um novo paradigma que interliga a conceção, construção e manutenção de edifícios;
- o forte incremento das medidas atinentes à segurança e melhoria das condições de trabalho, nomeadamente por parte da ACT, também fazem parte

desta mudança de paradigma, o que, em relação à Tecdream, é reforçado por via do novo sistema construtivo baseado no ICF, que pelas suas características reduz mão-de-obra, custos de transporte e acidentes de trabalho.

Finalmente, quanto à Hipótese 4: “**A construção sustentável potência modelos de negócio inovadores**”, são aduzidos um conjunto de argumentos de validação, nomeadamente os seguintes:

- soluções inovadoras (exemplo o ICF associado ao EPS) e novos materiais e equipamentos mais amigos do ambiente impulsionam o negócio da construção civil sustentável, crescentemente favorecidos pela mudança de atitude das entidades associadas ao sistema de financiamento e sistema de incentivos, favorecem modelos de negócios mais adequados alinhados com a construção sustentável;
- as ferramentas de IE/BI também servem para melhor sustentarem as análises de suporte à decisão, face à multiplicidade de dados e informações relacionadas com produtos, materiais, equipamentos e afins, associados à construção e habitats sustentáveis, favorecendo modelos de negócio inovadores; em paralelo com a transformação digital da cadeia de valor das empresas, dando expressão ao conceito de casa ubíqua;
- uma gestão inteligente dos *stakeholders* é fundamental para estimular a inovação e alargar o campo de intervenção dos diversos intervenientes e valorizar novos modelos de negócio em torno dos valores de sustentabilidade;
- legislação cada vez mais exigente restringe e penaliza os maiores poluidores, e conseqüentemente favorece quem investe na inovação e na sustentabilidade e consegue transmitir esses sinais ao mercado e às partes interessadas;
- a Tecdream sustenta o seu modelo de negócio em práticas e soluções sustentáveis, que começam no desenvolvimento dos seus projetos de arquitetura bioclimática, com um sistema construtivo mais rápido e eficaz em termos energéticos, mais resistente, com menores custos de manutenção, mais amigo do ambiente, ancorado em ferramentas de gestão e planeamento (BIM), e um moderno site para comunicação com os seus *stakeholders*.

## CAPÍTULO VI - Conclusões e principais contributos

### 6.1. Principais conclusões

O trabalho de investigação desenvolvido, centrado no tema “A sustentabilidade nos habitats do futuro: desenvolvimento de conceito para uma nova forma de trabalhar na construção civil”, corrobora as quatro hipóteses formuladas em torno da interrogação de partida, através de um conjunto de argumentos e evidências, que para efeitos de elaboração de uma grelha de leitura, se procedeu ao agrupamento das variáveis categóricas (variáveis de contexto; IE/BI; sustentabilidade como vetor de desenvolvimento; sistemas de avaliação, parâmetros, materiais e equipamentos para construção de habitats sustentáveis, e, o caso da Tecdream), conjugadas com a estratégia e metodologia de investigação e discussão dos resultados.

Em abono da pertinência da interrogação de partida, releva-se, desde logo, o peso expressivo do setor da construção civil nas emissões de GEE, e de outros impactos ambientais, que só por si justificam que, em matéria de alterações climáticas, tanto as políticas públicas de mitigação como as de adaptação, no âmbito da UE ou a nível nacional, considerem-no um alvo prioritário, exigindo igual alinhamento por parte das estratégias empresariais e, de forma ainda mais abrangente, o envolvimento no mesmo sentido, dos diferentes *stakeholders*, que dão expressão ao conceito, às boas práticas e à nova cadeia de valor da construção sustentável. A este propósito realça-se o papel instrumental e operacional da inovação, das ferramentas de IE/BI e das novas tecnologias associadas à “construção 4.0”, assim como novos materiais e equipamentos e sistemas de avaliação da construção e habitats sustentáveis, em que a Tecdream, pelas suas práticas, faz parte desta matriz.

No que respeita à H:1, releva-se a importância crescente da sustentabilidade, nas suas diferentes manifestações, como dimensão ativa da estratégia das empresas de construção civil, confrontando-as com um conjunto de variáveis de contexto de natureza legal, normativa, material e financeira, que têm como fio condutor a sustentabilidade. Acresce a importância dos fatores de ação e de resultado associados às ferramentas de IE/BI que potenciam o ecossistema criativo e inovador e o acesso aos mercados, valorizando a construção e habitats sustentáveis, sendo que as certificações e as normas ambientais, bem como novos materiais e equipamentos mais sustentáveis, também desempenham uma importante função instrumental, aliás comprovada por um conjunto de indicadores de desempenho, que ao serem comparados com os da construção convencional, num exercício de benchmarking,

abonam claramente a favor da incorporação das soluções de sustentabilidade. O sistema construtivo sustentado em certificações energéticas classe A e nos princípios da “*passive house*” implementados pela Tecdream reforçam comprovadamente a cadeia de valor desta empresa.

Em relação à H:2, relevam-se as políticas públicas da UE e nacionais, em particular a estratégia para uma “vaga de renovação” da UE para reforçar o desempenho energético dos edifícios, duplicando taxas de renovação nos próximos 10 anos, favorecendo edifícios autossustentáveis energeticamente, em razão do imperativo de redução das emissões de GEE entre 30% a 40% no horizonte temporal de 2030, na presunção de que mais de 50% do consumo de energia pode ser reduzido por via da eficiência energética, mediante a renovação dos edifícios, contando a esse propósito com o papel instrumental das novas tecnologias digitais e das ferramentas de IE/BI e *Data Analytics*, com realce para as “*smart grids*”. Os novos materiais, equipamentos e métodos de construção, certificações e classificações energéticas assumem um papel da maior relevância na referida transição energética, em relação à qual a Tecdream passa na prova de conceito por via da operacionalização da construção e habitats sustentáveis, cuja marca distintiva está associada, em larga medida, ao desempenho energético, materializado nas condições de habitabilidade de qualidade elevada, com significativa redução de consumos energéticos, nomeadamente por via da utilização de componentes totalmente recicláveis, como é o caso do EPS.

Quanto à H: 3, abonam a favor da sua validação, não só os imperativos de natureza societal, potenciados nomeadamente pelo Acordo de Paris de 2015, a Agenda 2030 do desenvolvimento sustentável e o Pacto Ecológico Europeu, mas também a pressão crescente de consumidores e de outras partes interessadas, que no seu conjunto alteram conceitos, modelos e estratégias de negócio, configurando uma rotura com o paradigma convencional de construção, em relação aos quais as novas tecnologias digitais, materializadas nomeadamente na computação cognitiva e na IoT, favorecem o aparecimento de novas ideias que estimulam os vários *stakeholders* da construção a otimizar o desempenho do produto (construção), dando corpo a um novo paradigma que interliga a conceção, construção e manutenção de edifícios. Neste computo, a Tecdream também passa na prova de conceito, dado o investimento efetuado em medidas relacionadas com a segurança e melhoria das condições de trabalho, nomeadamente por parte da ACT, reforçado por

via do novo sistema construtivo baseado no ICF que, pelas suas características, reduz mão-de-obra, custos de transporte e acidentes de trabalho.

Por fim, abonam a favor da validação da H: 4, a adoção de soluções inovadoras (exemplo do ICF associado ao EPS) e novos materiais e equipamentos mais amigos do ambiente, que estimulam o negócio da construção civil sustentável, a que acrescem mudanças de atitude das entidades associadas ao sistema financeiro e sistema de incentivos, assim como as exigências de outros *stakeholders*, relevando-se também a este propósito, a utilização de novas tecnologias digitais e ferramentas de IE/BI, de suporte à decisão, face à multiplicidade de dados e informações relacionadas com produtos, materiais, equipamentos e afins, associados à construção e habitats sustentáveis, favorecendo modelos de negócio inovadores, assim como a digitalização da cadeia de valor das empresas, dando expressão ao conceito de casa ubíqua. Afigura-se igualmente relevante, a gestão inteligente dos *stakeholders* para estimular a inovação e alargar o campo de intervenção dos diversos intervenientes e valorizar novos modelos de negócio em torno dos valores de sustentabilidade, potenciados igualmente por normas, legislação e certificações. A Tecdream também passa na prova de conceito ao sustentar o seu modelo de negócio em soluções e práticas sustentáveis, que se iniciam no desenvolvimento dos seus projetos de arquitetura bioclimática, por via de um sistema construtivo mais rápido e eficaz em termos energéticos, mais resistente, com menores custos de manutenção, mais amigo do ambiente, ancorado em ferramentas de gestão e planeamento (BIM), e um site funcional para comunicação com o mercado e os diferentes stakeholders.

Em termos de síntese conclusiva, para a sustentabilidade dos habitats do futuro, e a construção sustentável que lhe dá expressão, os elementos relevantes aduzidos neste trabalho permitem-nos inferir que se trata de um desafio societal simultaneamente global e local, em razão da emergência climática à qual o tema se interliga, exigindo um envolvimento e uma gestão inteligente dos *stakeholders* que consubstanciam a nova cadeia de valor da construção sustentável, em relação à qual as políticas públicas (UE e nacionais) de mitigação (transição energética, economia circular, etc.) e de adaptação, têm um papel catalisador em relação às estratégias das empresas e outras organizações do setor, o que para tanto também contribui o potencial das novas tecnologias digitais (como por exemplo as *smart grids*) e das ferramentas de IE/BI que lhe estão associadas, nomeadamente uma nova cultura de gestão e liderança alinhada com os desígnios de sustentabilidade, estimulando fatores de ação (liderança, ética, prospetiva, análise do meio ambiente, partilha de

conhecimento, influência, organização em redes) e de resultado (criação de valor, qualidade da informação, processo de decisão, imagem da empresa), que permitam tirar vantagem das capacidades preditivas e prescritivas da computação cognitiva associada às novas tecnologias digitais, e deste modo, também dinamizar o ecossistema criativo e inovador, cada vez mais polarizados nas agendas da digitalização e da sustentabilidade.

A Tecdream passa na prova de conceito das boas práticas de construção sustentável, até porque em Portugal é considerada pioneira, sobretudo por via do seu sistema construtivo, e bem assim dos seus sistemas de certificação ambiental e das ferramentas de gestão e planeamento que utiliza. As áreas críticas as prioridades e os argumentos de futuro associados aos habitats e construção sustentável, que são equacionados numa cadeia de valor alargada da construção sustentável, podem ser expressos nas seguintes expressões-chave: planeamento urbano; novos edifícios com elevada eficiência; renovação de edifícios existentes; operações de construção com elevados padrões de desempenho ambiental; eletrodomésticos e sistemas com elevado desempenho energético; materiais compatíveis com a descarbonização; resiliência integrada para edifícios e comunidades; e, utilização de energias renováveis.

### **6.2. Limitações do estudo**

Este estudo teve como limitações o número de casos existentes no país para efeitos de comparação e por ser praticamente uma situação isolada ao nível das empresas de construção. Trata-se de um novo conceito e uma nova abordagem para efeitos de um estudo de caso.

É essencial reconhecer a complementaridade entre as alterações climáticas, as políticas relativas à economia circular e a responsabilidade social das empresas, bem como salientar as características circulares da energia proveniente de fontes renováveis. Neste âmbito, o papel dos empregadores e dos empresários e a participação do setor privado na promoção das mudanças estruturais são fundamentais para a transição industrial.

Uma vez que a inovação na Europa normalmente tem origem nas entidades pequenas, importa colocar a tónica na criação de um ambiente empresarial favorável e

na promoção do potencial das PME que prestam serviços de alto nível baseados no conhecimento.

Alterações climáticas, economia circular, consumo ético, descarbonização, desplastificação, o *ecodesign* e as compras ecológicas preferenciais são os temas atuais mais valorizados na agenda das empresas.

Os produtos e processos inovadores bem como o interesse dos acionistas e da direção de topo também são reconhecidos como os grandes dinamizadores de políticas de sustentabilidade, seguidos pela reputação, oportunidades de mercado e redução de custos.

A discussão das problemáticas relacionadas com os impactos ambientais associados ao setor da construção contribuiu para o aparecimento dos princípios da moderna construção sustentável que têm como finalidade incentivar e promover a poupança de água e energia, a gestão eficaz da produção de resíduos, a proteção do meio ambiente, entre outros.

A revisão da literatura também revela carências significativas quanto a trabalhos de investigação, em língua portuguesa, provenientes da academia, ainda que no Brasil se assista a um interesse crescente sobre o tema, por parte de algumas universidades. É certo que existem vários trabalhos sobre o tema, mas numa ótica essencialmente de engenharia, e de forma muito limitada em relação às ciências sociais, seja no campo da economia, gestão ou sociologia.

Foi também a insuficiência relativa de dados e elementos de comparação que pesou na opção tomada neste trabalho de investigação, alicerçando-o numa “prova de conceito” sobre o caso de estudo da Tecdream, isto é, com uma ambição mais reduzida do que normalmente sucede num estudo de caso convencional. Isso não significa menorizar a importância da Tecdream, e dos resultados e contributos que são inferidos a partir deste trabalho, mas tão só reconhecer que o tempo de existência da Tecdream e a sua dimensão, têm que ser devidamente considerados.

### **6.3. Novas perspectivas de investigação**

Hoje os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade

do ambiente construído. A elevada quantidade de resíduos produzidos pelo setor da construção deve servir de incentivo à sua reutilização e/ou reciclagem. Neste sentido, é importante a introdução de técnicas como a desconstrução que potenciam a valorização e o reaproveitamento dos resíduos da construção, contribuindo assim para a mitigação dos impactes ambientais a estes associados.

A procura de edifícios cada vez mais sustentáveis impulsionou o surgimento de metodologias de avaliação de sustentabilidade, como o LEED, SBTTool, BREEAM e LíderA que permitem atestar sobre o nível de desempenho ambiental dos edifícios. A ACV, constitui uma ferramenta bastante útil e credível no seio da temática relacionada com a avaliação da sustentabilidade dos materiais, uma vez que esta permite uma melhor compreensão acerca dos impactes ambientais resultantes do CVP.

A chave para apoiar a mudança do setor da construção de edifícios em direção às metas para se atingir os objetivos do Acordo de Paris, são ações como a iluminação de alta eficiência e design de edifícios, medidas de construção de baixo custo, que resultem numa substancial economia global de energia e redução de emissões por ano entre 2020 e 2050. Isso requer a colaboração de todos os atores ao longo da cadeia de valor da construção de edifícios, incluindo sinais de política claros e ambiciosos para abordar falhas de mercado, novos modelos de negócios visando economias de escala, criando inovação de produtos e soluções de financiamento.

A análise deste caso de estudo, referente ao desempenho e impacto ambiental, dos habitats sustentáveis da empresa Tecdream, com o sistema construtivo ICF, com utilização de blocos de EPS e estruturas em betão, com a utilização de materiais naturais e/ou reciclados, e com o recurso a equipamentos mais amigos do ambiente, permite concluir que deve ser considerada como linha de orientação a seguir na procura de edifícios mais sustentáveis.

Quanto aos resultados dos impactes ambientais do material de isolamento em EPS, das paredes estruturais em betão, conclui-se que a sua utilização constitui o fator mais influente no desempenho ambiental dos habitats do futuro, uma vez que permite enorme redução do seu consumo energético, e o mais alto padrão de qualidade do mercado em termos acústicos e de segurança estrutural. Neste caso, o isolamento em EPS é claramente uma opção ambientalmente favorável uma vez que regista os valores mais baixos em todos os indicadores da avaliação de impacto ambiental, é 100% reciclável e reutilizável, contribuindo assim para uma economia circular.

Em Portugal, a implementação do conceito de sustentabilidade no setor da construção é ainda um processo recente que necessita de ser consolidado. Assim, importa perceber o rumo atual da construção no nosso país e compreender de que forma o paradigma da “construção sustentável” poderá contribuir para a qualidade de vida das gerações futuras. A informação e sensibilização da população para as vantagens inerentes aos princípios da construção sustentável devem constituir as principais linhas de orientação para a proliferação de edifícios mais sustentáveis.

Em países onde esta temática já assume uma maior preponderância, a necessidade da procura de instrumentos que permitam aferir sobre a sustentabilidade de materiais ou edifícios é uma realidade. Neste sentido, a busca de materiais eco eficientes assume particular importância para a área da sustentabilidade na construção, sendo para isso necessárias ferramentas como a ACV que promovem a escolha de materiais que apresentam impactos ambientais mais reduzidos.

Em investigações futuras será interessante estudar a possível incorporação das informações relativas ao desempenho ambiental de produtos presentes nas DAP em sistemas de avaliação de sustentabilidade como por exemplo o LiderA ou SBTTool. Desta forma, pretende-se integrar as soluções estudadas em projetos que serão sujeitos à avaliação dos sistemas referidos e assim aproveitar as capacidades dos diferentes instrumentos de avaliação de sustentabilidade com o intuito de potenciar a proliferação de edifícios mais sustentáveis.

A rotulagem ambiental surge no âmbito do crescente interesse pelos impactos ambientais associados ao CVP, com o intuito de instigar a seleção de materiais “mais amigos” do ambiente. Neste contexto, importa salientar as DAP que representam uma ferramenta importante na avaliação de impactos ambientais uma vez que a sua elaboração é baseada no método de ACV, tornando as descrições quantitativas acerca do desempenho ambiental de um determinado material ou produto mais fiáveis. As DAP podem também constituir um instrumento de auxílio aos utilizadores na realização de comparações de resultados relativos ao desempenho ambiental entre produtos com funções semelhantes.

As organizações que se comprometem com a “gestão verde” muitas vezes não terão retornos financeiros, mas lucrarão com a credibilidade de seus clientes e fornecedores, além de estarem investindo no seu próprio futuro enquanto geradoras de desenvolvimento de comunidades regionais.

Perante este cenário, as empresas devem adotar modelos de cultura corporativista, procurando desburocratizar o seu funcionamento e estimular a flexibilidade, criando equipas numa lógica de grupo, conferindo autonomia, com prémios de equipa, estimulando relações informais e competição inter-grupos, favorecendo a convivialidade, de forma a criar sentimentos de pertença. A empresa deve visar criar coesão nos grupos e maior espírito de entrega, de dedicação uma vez que os estados se tornaram cada vez mais instáveis.

Por outro lado, as empresas devem procurar cuidar da sua imagem, com forte liderança e imagem de marca. A inovação e a flexibilidade, são hoje uma constante numa sociedade cada vez mais dinâmica e competitiva num mundo cada vez mais globalizado, onde o individualismo e o consumismo foram levados à exaustão, levando à instabilidade e a efeitos perversos perdendo-se o sentido de estabilidade e de entreaajuda.

Temos de ver a globalização como oferecendo grandes oportunidades, e por isso, precisamos de as identificar, adaptar os nossos produtos e serviços e disponibilizá-los num curto período de tempo, porque há um benefício real para o primeiro a entrar no mercado.

Tendo em conta que o setor dos edifícios é responsável por uma parcela significativa dos impactes gerados pelo Homem sobre o meio ambiente, é urgente a interiorização e aplicação dos princípios da construção sustentável em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios, por forma a minimizar esses mesmos impactes. De relevante importância, é também, o aparecimento de novas tecnologias que potenciem a construção de edifícios mais sustentáveis.

A construção sustentável é considerada uma forma de a indústria da construção avançar na proteção do meio ambiente. A promoção de práticas de construção sustentáveis é buscar o equilíbrio entre o desempenho económico, social e ambiental na implementação de projetos de construção. Se aceitarmos isso, o vínculo entre desenvolvimento sustentável e construção torna-se claro; a construção é de alto significado económico e tem fortes impactos ambientais e sociais. Com a crescente consciencialização sobre a proteção ambiental, esta questão ganhou maior atenção dos profissionais de construção em todo o mundo.

A consciencialização sobre o impacto da atividade humana no planeta Terra cresceu nos últimos anos. A temática das alterações climáticas passou a fazer parte

do dia a dia e os eventos extremos tornaram-se mais frequentes. Os países uniram-se para travar as emissões de carbono. O Acordo de Paris foi uma conquista histórica para o ambiente, colocando metas até 2030. Mas a temperatura continua a aumentar e os glaciares vão derretendo. A água é uma das preocupações e as energias renováveis uma aposta. Por outro lado, Portugal continua a ser muito fustigado pelos incêndios. Em 2017, o incêndio de Pedrógão e os fogos de outubro destruíram uma grande área florestal e mataram pessoas e animais. Falhou a gestão das florestas que continua a ser um problema que se arrasta há anos e falhou a área dos resíduos. Os cidadãos continuam a consumir mais do que a Terra produz. Das novas gerações surgiram apelos e protestos, como é exemplo Greta Thunberg, e exigem aos políticos um futuro melhor.

Após as recentes calamidades que ocorreram na Europa, com as inundações devastadoras, e as altas temperaturas registadas no Canadá e nos Estados Unidos da América, torna-se imperioso atacar o problema pela raiz, ou seja, tentar inverter este ciclo de mudança climática, sob pena de vermos estes eventos extremos a ocorrerem mais frequentemente e com cada vez mais intensidade. Estamos a passar por um padrão climático “muito incomum” que foi potenciado pela ação do homem. Segundo a OMM e a ONU, todos os países são responsáveis por tomar medidas concretas e imediatas que no futuro evitem “uma calamidade climática”. É necessário que se intensifique a ação climática, ainda antes da Cimeira Climática de Glasgow (COP 26) que vai decorrer em novembro próximo. É essencial que todos os países colaborem para cumprirem o Acordo de Paris, nomeadamente fixar o aumento da temperatura global abaixo dos 2°C ou mesmo abaixo dos 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais<sup>57</sup>.

Em suma, espera-se que este trabalho seja um contributo para a consciencialização dos intervenientes da construção civil na escolha de materiais e de novas formas de construir que potenciem a sustentabilidade dos edifícios.

---

<sup>57</sup> (<https://www.tempo.pt/noticias/actualidade/inundacoes-chuvas-europa-calor-extremo-temperaturas-altas-alteracoes-climaticas.html>, acedido em 2021.07.27)

### Bibliografia

Acevedo, R. & Nohara, J. (2010), "Monografia no curso de administração: guia completo de conteúdo e forma: inclui normas atualizadas da ABNT, TCC, TGI", *dissertações, teses, Atlas*, S. Paulo, Brasil.

ADENE - Agência para a Energia (2012), *Guia da Eficiência Energética* (4ª Edição). ISBN 978-972-8646-21-9. Depósito Legal 336617/12, novembro.

American Institute of Architects (AIA) and AIA California Council (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. Version 1, AIA | AIA California Council, EUA.

Arbós, L. (2017), *Claves de la vida en el futuro: Como será el mundo dentro de unas décadas?*, Ediciones Pirâmide, Madrid, Espanha. ISBN 978-84-368-3832-9.

Akadiri, P.O.; Chinyio, E.A.; & Olomolaiye, P.O (2012). *Article Design of A Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector Buildings*, 126-152; DOI:10.3390/buildings126. ISSN 2075-5309. (www.mdpi.com/journal/buildings/, acessado em 2018.07.15).

Badi, V. (2018), "Adopting a business model perspective for sustainable building", Chalmers University of Technology, Master's thesis E2017:138, Gotenburg, Sweden.

Baldwin, R.; Yates, A.; Howard, N.; & Rao, S. (1998), "BREEAM 98 for offices: an environmental assessment method for office buildings", Report. Garston, CRC. 1998. 36 pp.

Barbieri, J.C. (1997), *Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudança da Agenda 21*, Petrópolis, Brasil.

Barbieri, J.C. (2000), *Desenvolvimento e Meio Ambiente: As Estratégias de Mudanças de Agenda 21*, 3ª Ed. Petrópolis/RJ: Vozes.

Barbosa, G. (2008), "O desafio do desenvolvimento sustentável", *Revista Visões*, 4ª Edição, Volume 1, nº 4: ([http://fsma.edu.br/visoes/edicoes-anteriores/docs/4/4ed\\_O\\_Desafio\\_Do\\_Desenvolvimento\\_Sustentavel\\_Gisele.pdf](http://fsma.edu.br/visoes/edicoes-anteriores/docs/4/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf)), acessado em 2019.04.19).

Bazanini, R.; Adra, R.D.; Rúbeo, R.; Lanix, T. & Barbosa, C. (2020), "A Teoria dos Stakeholders nas Diferentes Perspetivas: Controvérsia, Conveniências e críticas", in *Revista Pensamento e Realidade*, Volume 35, Nº 2, pp 43-58, S. Paulo, e-ISSN: 22374418.

Baaziz, A; Henri, D. et Léveille, V. (2017), "Intelligence économique et développement durable des territoires: de la compétitivité à la coopétitivité", in *Revue Internationale de l'Intelligence Économique*, Vol. 9-1, VA Press Editions, Versailles, ISBN: 979-10-93240-38-1.

Becker, M.O.; Vieira, G.; Pedron, C.D.; & Dall'Ignal, F. (2010), "Perspetivas em Ciências da Informação". On-line version ISSN: 1981-5344. Vol. 15 nº 3, Belo Horizonte. ([https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-99362010000300009](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362010000300009)), acessado em 2020.11.22).

Bragança, L., Mateus, R. & Gouveia, M. (2011), *Construção sustentável: o novo paradigma do setor da construção*, Universidade do Minho.

Brickson, S.L. (2015), "Organizational Identity and Organizations. Relations with Stakeholders", in *Administrative Science Quarterly*, v. 50, pp. 576-609.

Bryman, A. & Bell. (2015), *E. Business research methods*, Oxford University Press, USA.

BSRIA (2015), *The European Markets of Building Automation and Controls*: (<https://dokumen.tips/reader/f/the-european-markets-of-building-automation-and-controls>, acessado 2020.08.15).

BUILDING ENERGY SYMPOSIUM (2015), "Museu da Fundação Oriente", in *Organização Vida Imobiliária e Promovi*. 24-25 de novembro. Lisboa.

Castro, N. (Coord.) (1996), *A questão ambiental: o que todo empresário precisa saber*. SEBRAE, Brasília.

CHRISTENSEN, P. (1989), "Historical roots of ecological economics: biophysical versus allocative approaches", *Ecol. Econ.*, vol. 1, nº 1, pp. 17-36: (<https://people.ufpr.br/~jrgarcia/Economia%20Ecologica/Historical%20roots%20for%20ecological%20economics.pdf>, acedo em 208.06.15).

Cole, R. & Larsson, N. (2000), "Green building challenge: lessons learned from GBC'98 and GBC2000", in *Sustainable Buildings 2000*. Proceedings. Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, October 22-25, pp. 213-215.

Correa, L.R. (2009), *Sustentabilidade na Construção Civil*. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte, Brasil.

D'Aveni, R.A. (2012), "Superando as armadilhas da comoditização: como maximizar a sua posição competitiva e aumentar seu poder de ditar os preços", *Revista Eletrônica Gestão e Serviços São Paulo*, DVS, v. 9, nº 1, pp. 2207-2231, janeiro/junho 2018. ISSN Online: 2177-7284.

Dallasega, P., Rauch, E., Linder, C. (2018), "Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review". *Computers in Industry*, v. 99, pp. 205-225.

Delbecque, V. (2007), "Impact de la fiscalité sur les IDE: Application à un panel d'entreprises françaises", *Economie X Working Papers, University of Paris West-Nanterre la Défense*, Paris.

De Groote, M. & Lefver, M. (2016) "Driving Transformational Change in the Construction Value Chain: reaching the update potential", *Buildings Performance Institute Europe*, Bruxelas. (<https://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/01/DrivingTransformationalChangeCVC2016.pdf>, acessado em 2020.07.03).

Donaldson, T. & Preston, L. (1995), "*The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, evidence, and Implications*", in the *Academy of Management Review*, v. 20, nº 1, pp. 65-91, janeiro, New York, USA.

ENGEMA (2007), "X ENGEMA - Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente", Curitiba, 19 a 21 de novembro ([https://www.academia.edu/6556657/IX\\_ENGEMA\\_ENCONTRO\\_NACIONAL SOBRE GEST%C3%83O\\_EMPRESARIAL\\_E\\_MEIO\\_AMBIENTE](https://www.academia.edu/6556657/IX_ENGEMA_ENCONTRO_NACIONAL SOBRE GEST%C3%83O_EMPRESARIAL_E_MEIO_AMBIENTE), acessado em 2017.08.28).

Etzkowitz, H. (2002), *Networks of Innovation: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era*, International Journal of Technology Management & Sustainable Development, Science Policy Institute, Estocolmo.

Etzkowitz, H., (2008) "*The triple helix: university-industry-government innovation in action*", Taylor & Francis (Ed.): Londres (UK), ISBN 9780415964500, february.

Freeman, Edward; McVea, John. (2001), "*A Stakerholder approach to strategic management*", in *Social Science Research Network Electronic Paper Collection* at: ([http://papers.ssrn.com/paper.taf?abstract\\_id=263511](http://papers.ssrn.com/paper.taf?abstract_id=263511), acessado em 2018.06.02).

Freeman, R.E. (1984), *Strategic Management: a stakeholder approach*. Boston: Pitman.

Freeman, R.E., Harrison, J. S., & Wicks, A. C. (2007), *Managing for takeholders: Survival, reputation, and success*. Yale University Press, USA.

Freire, A. (2020), *Estratégia Criação de Valor Sustentável Em Negócios Tradicionais e Digitais*, Bertrand Editora, ISBN: 9789722540759.

Friedman, G (2010), *Os Próximos 100 Anos: Uma Previsão para o Séc. XXI*. Publicações Dom Quixote, Alfragide, Portugal, ISBN: 978-972-20-3915-4.

Gates, Bill (2021), *Como evitar um desastre climático – as inovações que temos e as inovações necessárias*, 1ª edição: fevereiro de 2021, Porto Editora. ISBN: 978-989-740-101-S.

Gil, A.C.(2008), *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, Editora Atlas, Lisboa

Gioia, D. A. (1999), "Practicability, paradigms, and problems in Stakeholder Theorizing", *Academy of Management Review*, v. 34, nº 2, pp. 228-232: <https://revistas.pucsp.br/index.php/pensamentorealidade/article/view/48742>, acessado em 18.07.2021.

Gomes, R.P. (2017), "Agenda de Revalorização da Construção, Digitalização e Economia Circular - Digitalização, Recursos Eficientes, Inovação, Modelos de Contratação", in *Construir, AECOPS*, 15 de março. (<https://www.construir.pt/2017/12/27/antevisao-2018-motor-do-crescimento-estara-na-construcao-edificios>, acessado em 2020.07.15).

Gonçalves, H. (2010), Eficiência Energética: Edifícios e Áreas Urbanas. - Um Objetivo a 10 anos, *ENERGIA*, fevereiro2020, Lneg: (<http://energia2020.fc.ul.pt/energia2020/apresentacoes/Helder%20Goncalves.pdf>, acessado 15.05.2018).

Haito, R. & Moratti, T. (2019), "Desafios da gestão da produção na construção 4.0", in *XI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Do Conhecimento à Ação: práticas avançadas de gestão da produção*, Londrina, Paraná, Brasil, 23 a 25 de outubro, 2019. ([https://www.researchgate.net/publication/336926912\\_DESAFIOS\\_DA\\_GESTAO\\_DA\\_PRODUCAO\\_NA\\_CONSTRUCAO\\_40](https://www.researchgate.net/publication/336926912_DESAFIOS_DA_GESTAO_DA_PRODUCAO_NA_CONSTRUCAO_40), acessado em 2021.05.04).

IEA - Solar Heating & Cooling Programme (2009), "Task 40 and Energy Conservation in Buildings and Community. *Systems Programme*", Annex 52, *Joint Project: Towards Net Zero Energy Solar Buildings*. Version: IEA NZEB Task 40-Annex 52 Revised Plan 090225.doc, 2009.

IPCC (2014). *Alterações Climáticas: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade*, Resumo para Decisores". Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. Edição Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P., ISBN 978-972-9083-18-1.

Kibert, C. (2005), *Sustainable Construction: green building design and delivery*, New Jersey, United States of América, ISBN 0-471-66113-9.

Landman, M. (1999), *Breaking through the barriers to sustainable building: Insights from building professionals on government initiatives to promote environmentally sound practices*, Thesis for the degree of Master of arts in Urban and Environmental Policy, Tufts University, 1999.

Lay, G., Copani, G., Jager A., & Biege, S. (2010), "The Relevance of Service in European Manufacturing Industries", *Journal of Service Management*, v. 21, n. 5, p. 715-726.

Lucas, V. (2011), *Construção Sustentável - Sistema de Avaliação e Certificação*, Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil - Perfil de Construção Orientador: Prof. Doutor Miguel Pires Amado, UNL, Lisboa.

MCKINSEY & COMPANY (2020). The next normal in construction. How disruption is reshaping the world's largest ecosystem". June 2020. (<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf>, acessado em 2021.03.01).

Magrinho, A. & Silva, J. A (2015), "Reindustrialização face às Cadeias de Valor Globais", in *Inovação, Conhecimento e Tecnologia: Uma Perspetiva Luso-Brasileira*, ed. Allan Claudius Queiroz Barbosa, Cláudia C. Bitencort, Joaquim Ramos Silva, Edições Colibri, Lisboa.

Magrinho, A. (2009), *Inteligência económica: um modelo empírico de exploração da inteligência económica pelas empresas portuguesas*, Tese de doutoramento apresentada na UBI-Universidade da Beira Interior (Orientação Professor Mário Franco), Universidade da Beira Interior, Covilhã.

Maia, R.P.C. (2016), "Crescimento e desenvolvimento económico global sustentado", *RGPLP-Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, vol. 15 nº 1, Lisboa, março: (file:///C:/Users/iamagrinho01/Downloads/Crescimento\_e\_desenvolvimento\_economico\_global\_sus.pdf, acessado em 2020, 07.15).

Mateus, R. (2004), *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*, Tese de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Universidade do Minho.

Mateus, R. (2009), *Avaliação da sustentabilidade da construção - Propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis*, Tese de Doutoramento, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Universidade do Minho.

Mcdonough, W. (1992). "The Hannover Principles - Design for Sustainability". Prepared for EXPO 2000 *The World's Fair. Hannover, Germany*, (<https://mcdonough.com/wp-content/uploads/2013/03/Hannover-Principles-1992.pdf>, acessado em 2019. 07.15).

Melo, Marília & Bretas, Paulo Roberto (2018), "A engenharia e a sustentabilidade". Organização, Belo Horizonte: *Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais CREA-MG*: (<http://www.crea-mg.org.br/images/cartilhas/ES-cidades.pdf>, acessado em 2020.05.03).

Nascimento, M. (2014), "Avaliação da sustentabilidade dos materiais de construção". *Universidade de Aveiro. Departamento de Engenharia Civil*: (<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/14010/1/tese.pdf>, acessado em 2017.05.04).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1999), "Our common journey - a transition toward sustainability". *Board on Sustainable Development*, p. 22, ISBN 0-309-51411-8, USA.

Oliveira, J.A. (2008), *Empresas na sociedade: sustentabilidade e responsabilidade social*, Elsevier Rio de Janeiro, Brasil.

Parmar, B. L.; Freeman, R. Edward; & HARRISON, Jeffrey S. "Stakeholder Theory: The State of the Art", in *Management Faculty Publications*: (<https://scholarship.richmond.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1098&context=management-faculty-publications>, acessado em 2021.07.15).

Parthenopoulou, N. (2017), "Sustainability through Intelligence in Buildings", by ijera editor -issuu, Int. *Journal of Engineering Research and Application*, www.ijera.com. ISSN: 2248-9622, Vol. 7, Issue 6, (Part -3), june 2017. pp.12-22. ([http://www.ijera.com/papers/Vol7\\_issue6/Part-3/C0706031222.pdf](http://www.ijera.com/papers/Vol7_issue6/Part-3/C0706031222.pdf), acessado em 2021.06.11).

Pereira, P. (2009), *Construção sustentável: O Desafio*, Monografia de Licenciatura, Universidade Fernando Pessoa, Porto.

- Pezzey, J. (1989), "Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development". *Environmental Department Working Paper Nº 15*. The World Bank, Washington.
- Pinheiro, M. (2006), *Ambiente e construção sustentável*. Instituto do Ambiente, Amadora, ISBN 972-8577-32-X.
- Porter, M. (1999), *Competição: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro, Campus, Brasil, ISBN: 9788535204476.
- Porter, M. & Heppelmann, J.E. "How Smart, Connected Products Are Transforming Companies", *Harvard Business Review*, 93, 1-37.
- Ramos, A. (2009), *Os custos do desenvolvimento sustentável para a engenharia, arquitetura e construção nos processos de reabilitação*, Tese de Mestrado, FCTUC- Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Rudio, F.V. (1986), *Introdução ao projeto de pesquisa científica*. Petrópolis, Vozes, Brasil.
- Santos, Isabel (2015), *Inteligência Estratégica*, Guia Básico para Organizações, Comunidades e Territórios.
- Saraiva, S (2020), "Materiais para uma arquitetura sustentável", in *novcontacto C24, Aicep Portugal*, acessado em 25.05 2021: <https://www.novoperfil.pt/Artigos/319125-Materiais-para-uma-arquitetura-sustentavel.html>.
- SETAC (1993), "Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice", *Workshop held at Sesimbra, Portugal 31 March - 3 April 1*. ([https://cdn.ymaws.com/www.setac.org/resource/resmgr/books/lca\\_archive/guidelines\\_for\\_life\\_cycle.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.setac.org/resource/resmgr/books/lca_archive/guidelines_for_life_cycle.pdf), acessado em 2020.04.03).
- Seuring, S. and Müller, M. (2008), "From a Literature Review to a Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management", in *Journal of Cleaner Production*, 16, 1699-1710. (<https://doi.org/10.1016/j.jclepro>, acessado em 2008.04.20).
- Silva, A.C. (2021), *Portugal e o Mundo numa encruzilhada - Para onde vamos no século XXI*. 1ª edição: julho de 2021. Depósito Legal nº 483971/21. Bertrand Editora, 2021, ISBN: 978-972-25-4107-7.
- Silva, V.G. (2001), "Environmental assessment of buildings: towards an appropriate approach to Brazilian Agenda." *The Institute of Housing and Urban Studies (IHS)*. SBUD Course Report, Rotterdam, 10 pp. (<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB2330.pdf>, acessado em 2017.07.23).
- Silvia, C. & Truzzi, S (2020), "Sustainable Models: Literature Review of Contributions and Themes", in *International Journal of Business and Management; Vol. 15, No. 5*; Canadian Center of Science and Education, ISSN 1833-3850. (<https://pdfs.semanticscholar.org/66b2/27faf7e2c8a2298095f083667e70ac83845d.pdf>, acessado em 2021.04.12).
- Sternberg, R.J. (2000), *Practical Intelligence in Everyday Life*, Cambridge University Press, New York, ISBN: 0521650569.
- Szabo, V., Costa, B. & Ribeiro, H. (2014) "Stakeholders e Sustentabilidade: produção científica internacional e nacional entre 1998 – 2011", *Revista Brasileira de Estratégia*, v.7, nº 2, pp. 174-190, Curitiba, Brasil. (<http://www3.eca.usp.br/sites/default/files/form/biblioteca/acervo/producao-academica/002659084.pdf>, acessado em 2020.12.26).
- Fundação José Arthur Boiteux, (2012), "Temas da Rio+20 - Instituto O Direito por Um Planeta Verde", Org. (Leite, J; Montero, C.E., Melo, M.), *Contribuições do GPDA/VFSC* ([http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo\\_20131208132259\\_2231.pdf](http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131208132259_2231.pdf), acessado em 2020.06.13).

Theodozio Stachera, T. & Casagrande, E.F. (2007), “Avaliação de Emissões de CO<sub>2</sub> na Construção Civil: Um estudo de caso da Habitação de Interesse Social no Paraná”, *IX Engema - Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, Curitiba, 19 a 21 de nov. ([https://www.academia.edu/535299/Avalia%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_emiss%C3%B5es\\_de\\_CO2\\_na\\_constru%C3%A7%C3%A3o\\_civil\\_um\\_estudo\\_de\\_caso\\_da\\_habita%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_interesse\\_social\\_no\\_Paran%C3%A1](https://www.academia.edu/535299/Avalia%C3%A7%C3%A3o_de_emiss%C3%B5es_de_CO2_na_constru%C3%A7%C3%A3o_civil_um_estudo_de_caso_da_habita%C3%A7%C3%A3o_de_interesse_social_no_Paran%C3%A1)), acessado em 2018.04.03).

Thiel, Peter A. (2014), “Zero to one: notes on startups, or how to build the future, Crown Business”, New York, eBook ISBN: 978-0-8041-3930-4.

Todd, J.A.; Lindsay, G. (2000), “Comparative assessment of GBC2000 and LEED: lessons learned for international and national systems”. in *Sustainable Buildings 2000*. Proceedings. Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, October 22-25, pp. 210-212.

Torraco, R.J. (2005), “Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples”, in *Human Resource Development Review*, 4, 356-67. (<https://doi.org/10.1177/1534484305278283>, acessado em 2020.04.12).

Torgal, F. e Jalali, S. (2010), *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*, 2ª Edição, TecMinho, Guimarães, Portugal, ISBN 978-972-8600-22-8, 2010.

Trevisan, R.B. (2012), “A importância de construções sustentáveis para o meio ambiente e para o homem”, *Universidade Federal do Paraná*, Curitiba: (<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40123/R%20-%20E%20-%20RICARDO%20BECKERT%20TREVISAN.pdf?sequence=2&isAllowed=y>, acessado em 2018.04.12).

UNITED NATIONS (1987), “Report of the World Commission on Environment and Development - Our Common Future”, (file:///C:/Users/iamagrinho01/Downloads/A\_42\_427-EN.pdf, acessado em 2019.03.14).

UNITED NATIONS (2015), “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”, *Resolution adopted by the General Assembly*, on 25 September. ([https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E), acessado em 2020.05.08).

UNITED NATIONS Environment Programme (2020), “Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero- emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector”, in *Global Alliance for Buildings and Construction*, (<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/34572>, acessado em 2020.03.20).

Silva, V-G.; Silva, M.; Agopyan, V. (2001), “Artigo para avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento no Brasil (pesquisa que originou o Programa BRAiE)”, janeiro: (file:///C:/Users/iamagrinho01/Downloads/Avaliacao\_do\_desempenho\_ambiental\_de\_edificios\_est%20(1).pdf, acessado em 2017.07.15).

Varela, N-H. (2010), *Edifícios Autossuficientes: Gestão Sustentável Integrada*, Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Construção de Edifícios. Universidade do Porto.

Vargas, E. R. (2002), *Inovação em serviços: casos de hospitais Porto Alegrenses*, 114 pp. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Wibowo, M.A., Handayani, N.U., & Mustikasari, A. (2018) “Factors for Implementing Green Supply Chain Management in the Construction Industry”, in *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(4), 651-679. (<https://doi.org/10.3926/jiem.2637>, acessado em 2020.03.20).

Woo, S.E., O'Boyle, E.H., & Spector, P.E. (2017), "Best practices in developing, conducting, and evaluating inductive research" [Editorial], in *Human Resource Management Review*, 27 (2), 255-264. (<https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.08.004>, acedido em 2020.03.22).

WORLD ECONOMIC FORUM (2016), "Shaping the Future of Construction A Breakthrough in Mindset and Technology", Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group. May; ([http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Shaping\\_the\\_Future\\_of\\_Construction\\_full\\_report\\_\\_.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report__.pdf), acedido em 2020.05.08).

Yamaguchi, Yoshihiro (2019), "Construction Innovation Expo", *International Conference "Building Asia Forum"*, December 18 th. (<http://ciexpo.cic.hk> > files > BAF Yamaguchi, acedido em 2021.06.19).