



CIRCULARIDADE
NA CONSTRUÇÃO

RELATÓRIO DO ESTADO ATUAL DA CIRCULARIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL

Projeto financiado por:



REPÚBLICA
PORTUGUESA

AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA

FUNDO
AMBIENTAL

FICHA TÉCNICA

Título

Relatório do estado atual da Circularidade no setor da Construção em Portugal
Ação 1.A do Acordo Circular com a Indústria da Construção

Autoria



Paulo Fonseca, Marco Pedroso, Vanessa Tavares, António Aguiar Costa,
Leonor Santos e Lurdes Laranjeira

Acompanhamento e monitorização

Grupo de Trabalho no âmbito do Acordo Circular com a Indústria da Construção

Citação

Fonseca, P., Frazão Pedroso, M., Tavares, V., Aguiar Costa, A., Santos, L., Laranjeira, L. (2022). Relatório do Estado Atual da Circularidade no Setor da Construção em Portugal. Ed. BUILT CoLAB, Porto - Portugal

ISBN

978-989-33-4271-8

Disponível para download

<https://circularidade.builtcolab.pt/>

Data

Porto, 15 de Dezembro de 2022

GRUPO DE TRABALHO¹



Fundo Ambiental (FA)

Pedro Santinho
Teresa Bernardino
Ana Catarina Pinheiro



Confederação Empresarial de Portugal (CIP)

Silvia Machado
Isabel Faria



Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário (CPCI)

Sónia Oliveira
Cristina Cardoso



Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (AICCOPN)



Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços (AECOPS)

José Firmino das Neves
António Manzoni de Sequeira



PTPC - Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC)

Rita Moura



Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção (IMPIC)

Pedro Guedes Pinto
Ivone Nobre
Sandra Simões



Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA)

João Carvalho
Manuela Proença
Rodrigo Gonçalves
Mafalda Mota
Inês Mateus
Patrícia Teixeira



BUILT CoLAB – *Collaborative Laboratory for the Built Environment of the Future*

Paulo Fonseca
Marco Pedroso
Vanessa Tavares
António Aguiar Costa
Leonor Santos
Lurdes Laranjeira

De acordo com o Protocolo, este Grupo de Trabalho, teve por missão promover e acompanhar a execução do Protocolo e os trabalhos associados ao desenvolvimento das ações identificadas no contexto do Acordo Circular IC (ver Cláusula quinta: "Acompanhamento e Avaliação do Protocolo").

¹ Ordenado de acordo com o texto do Protocolo

ÍNDICE

ACRÓNIMOS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABELAS	11
SUMÁRIO EXECUTIVO	13
1. INTRODUÇÃO	14
1.1. ENQUADRAMENTO	14
1.2. OBJETIVO E ÂMBITO	17
1.3. METODOLOGIA	18
1.4. ESTRUTURA DO DOCUMENTO	18
2. CONTEXTO LEGAL, REGULAMENTAR E NORMATIVO	19
2.1. CONTEXTO EUROPEU	21
2.1.1. PACTO ECOLÓGICO EUROPEU	24
2.1.2. PLANO DE AÇÃO EUROPEU PARA A ECONOMIA CIRCULAR	25
2.1.3. PRINCÍPIOS PARA A CONCEÇÃO DE EDIFÍCIOS	26
2.1.4. PRINCÍPIOS PARA A CIRCULARIDADE - <i>ELLEN MACARTHUR FOUNDATION</i> ...	27
2.2. CONTEXTO PORTUGUÊS	28
2.2.1. LEI DE BASES DO CLIMA	29
2.2.2. PLANO DE AÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR	29
2.2.3. REGIME JURÍDICO DA URBANIZAÇÃO E EDIFICAÇÃO	30
2.2.4. COMPRAS PÚBLICAS ECOLÓGICAS E INOVADORAS	31
2.2.5. CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS	35
2.2.6. REGIME GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS	37

2.2.7.	ESPECIFICAÇÕES LNEC.....	49
2.3.	NORMALIZAÇÃO TÉCNICA.....	50
2.3.1.	COMISSÕES TÉCNICAS DE NORMALIZAÇÃO - ISO	50
2.3.2.	COMISSÕES TÉCNICAS DE NORMALIZAÇÃO - CEN	52
2.3.3.	COMISSÕES TÉCNICAS DE NORMALIZAÇÃO - IPQ	55
3.	BLOQUEIOS E OPORTUNIDADES À CIRCULARIDADE NA CONSTRUÇÃO	57
3.1.	BLOQUEIOS.....	57
3.1.1.	POLÍTICOS E REGULAMENTARES.....	58
3.1.2.	TECNOLÓGICOS	61
3.1.3.	MERCADO	63
3.1.4.	CULTURAS.....	66
3.2.	OPORTUNIDADES.....	69
3.2.1.	POLÍTICAS E REGULAMENTARES	70
3.2.2.	TECNOLÓGICAS	74
3.2.3.	MERCADO	75
3.2.4.	CULTURAS.....	78
4.	TRANSIÇÃO CIRCULAR NO SETOR DA CONSTRUÇÃO PORTUGUÊS.....	81
4.1.	BLOQUEIOS E PRIORIDADES	82
4.2.	OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	89
4.3.	MODELO “SIMPLEX” NA TRANSIÇÃO PARA A CIRCULARIDADE	92
4.4.	PROJETOS NO ÂMBITO DA CIRCULARIDADE E SUSTENTABILIDADE	95
5.	MÉTRICAS DA CIRCULARIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO	101
5.1.	CARATERIZAÇÃO DO TECIDO EMPRESARIAL EM PORTUGAL.....	101
5.1.1.	TIPOLOGIA DAS EMPRESAS	101

5.1.2.	SEGMENTOS DE ATIVIDADE ECONÓMICA E NÚMERO DE EMPRESAS	103
5.1.3.	LICENÇAS DE CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO NOVA.....	104
5.1.4.	CONTRATAÇÃO	105
5.1.5.	INOVAÇÃO	105
5.2.	INDICADORES DE CIRCULARIDADE UTILIZADOS NA REALIDADE EUROPEIA.....	107
5.2.1.	TAXA DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAL CIRCULAR	107
5.2.2.	TAXA DE RECUPERAÇÃO DE RCD.....	108
5.3.	UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS EM PORTUGAL.....	110
5.4.	RESÍDUOS E EMISSÕES EM PORTUGAL	113
5.4.1.	TIPOLOGIA DOS RCD.....	113
5.4.2.	CARATERIZAÇÃO DOS RCD	117
5.4.3.	EMISSÕES DE GASES COM EFEITOS DE ESTUFA	120
5.5.	FLUXOS DE RECURSOS	121
5.5.1.	FLUXOS DE RECURSOS NA UE.....	121
5.5.2.	FLUXOS DE RECURSOS EM PORTUGAL	122
5.5.3.	FLUXOS DE RECURSOS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL	123
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	125
	REFERÊNCIAS	128

ACRÓNIMOS

ACT	Autoridade para as Condições de Trabalho
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
AECOPS	Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços
AICCOPN	Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas
ANR	Autoridade Nacional de Resíduos
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
BUILT CoLAB	Laboratório Colaborativo para o Ambiente Construído do Futuro
CCDR	Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CCP	Código dos Contratos Públicos
CCV	Custo de Ciclo de Vida
CEN	European Committee for Standardization / Comité Europeu para a Normalização
CIP	Confederação Empresarial de Portugal
CPCI	Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário
CPE / CPE&I	Contratação Pública Ecológica e Inovadora
DAP	Declaração Ambiental de Produto
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
EC	Economia Circular
eGAR	Guia eletrónica de Acompanhamento de Resíduos
ENCPE	Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas
EU / UE	European Union / União Europeia
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IDI	Investigação, Desenvolvimento e inovação
IMPIC	Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	International Organization for Standardization / Organização Internacional para a Normalização
LER	Lista Europeia de Resíduos
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LNEG	Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PAEC	Plano de Ação para a Economia Circular
PARP	Plano Ambiental de Recuperação Paisagística
PPGRCD	Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição
PTPC	Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção / Cluster AEC
QUERCUS	Associação Nacional de Conservação da Natureza
RCD / RCD	Resíduos de Construção e de Demolição
RGGR	Regime Geral da Gestão de Resíduos
RJUE	Regime Jurídico da Urbanização e Edificação
SIRER	Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos
SNCP	Sistema Nacional de Compras Públicas
TC / CT	Technical Committee / Comissão Técnica

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cronologia do enquadramento regulamentar em Portugal e na Europa sobre construção, gestão de resíduos, metas ambientais e economia circular	20
Figura 2 Reinterpretação da hierarquia de resíduos	42
Figura 3. Principais bloqueios à implementação da economia circular no setor da construção, baseado em Kirchherr <i>et al.</i> [17].....	58
Figura 4. Divisão dos bloqueios Políticos e regulamentares	58
Figura 5. Divisão dos bloqueios Tecnológicos	61
Figura 6. Divisão dos bloqueios de Mercado	63
Figura 7. Divisão dos bloqueios Culturais	66
Figura 8. Distribuição percentual média dos participantes nos workshops 1 e 2	84
Figura 9. Visão geral do <i>Conceptboard</i> : exemplo de uma sessão de trabalho.....	85
Figura 10. <i>Conceptboard</i> após priorização dos bloqueios identificados: exemplo de uma sessão de trabalho.....	86
Figura 11. <i>Conceptboard</i> com a identificação das ações e/ou medidas para resolução dos bloqueios:	86
Figura 12. Distribuição das empresas do setor da construção por tipologia (em 2019, adaptado de BPstat [172]).....	102
Figura 13. Segmentação por atividade económica no setor da construção (em 2019, adaptado BPstat [172]).....	103
Figura 14. Evolução do número de empresas no total e no setor da construção (adaptado BPstat [172]).....	104
Figura 15. Evolução mensal do número de licenças de construção associadas a fogos de habitação nova.....	105
Figura 16. Despesa anual nacional em investigação e desenvolvimento (adaptado de Pordata [175]).....	106
Figura 17. Número de patentes relacionadas com reciclagem e materiais secundários, por milhão de habitantes, para Portugal e Europa (adaptado de Eurostat e INPI [178])	107

Figura 18. Taxa de uso de material circular na União Europeia, em 2019 (Eurostat [178])	108
Figura 19. Taxa de recuperação de RCD em 2018 (Eurostat [178])	109
Figura 20. Extração de minerais em Portugal - total e por finalidade, adaptado DGEG [179]...	110
Figura 21. Distribuição de recursos extraídos para o setor da construção, por finalidade (adaptado de DGEG [179])	111
Figura 22. Exportação anual de minerais de construção, por finalidade, adaptado DGEG [179])	111
Figura 23. Importação anual de minerais de construção, por finalidade, adaptado de DGEG [179]	112
Figura 24. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de execução da superestrutura com cofragem em madeira (adaptado de Reixach <i>et al.</i> [182]).....	114
Figura 25. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de execução da superestrutura com cofragem metálica (adaptado de Reixach <i>et al.</i> [182]).....	115
Figura 26. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de construção (adaptado de Reixach <i>et al.</i> [182])	115
Figura 27. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de acabamento, com acabamentos tradicionais (adaptado de Reixach <i>et al.</i> [182]).....	116
Figura 28. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de acabamento, com acabamentos em gesso cartonado (adaptado de Reixach <i>et al.</i> [182]).....	116
Figura 29. Distribuição dos diversos grupos de RCD valorizáveis, em massa (para 2018, adaptado de APA [63,183])	118
Figura 30. Distribuição dos destinos de RCD valorizáveis, em massa, dados de 2018 adaptados de APA [183]	118
Figura 31. Distribuição dos grupos de RCD valorizáveis, em função da sua finalidade , em massa (adaptado de APA [183])	119
Figura 32. Taxa de valorização de RCD em Portugal – nota: eixo vertical começa em 90% (adaptado de APA [183])	119
Figura 33. Emissões de gases com efeitos de estufa atribuídos ao setor da Construção (adaptado de Pordata [175]).....	121

Figura 34. Diagrama de fluxos de materiais, em termos médios, relativo à União Europeia em 2019 (adaptado de Eurostat [178])	122
Figura 35. Diagrama de fluxos de materiais registados em Portugal em 2019 (adaptado de Eurostat [178]).....	122
Figura 36. Diagrama de fluxos de recursos naturais no setor da construção em Portugal, dados de 2018 (adaptado de Eurostat [178], INE [171] e DGEG [179,180])	123

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Códigos LER e respetivos materiais.....	45
Tabela 2. Bloqueios Políticos e regulamentares – Metodologias e instrumentos de apoio à implementação	60
Tabela 3. Bloqueios Políticos e regulamentares – Normalização e legislação	60
Tabela 4. Bloqueios Políticos e regulamentares – Políticas tributárias, de financiamento e contratação.....	60
Tabela 5. Bloqueios Tecnológicos - Plataformas e ferramentas digitais	62
Tabela 6. Bloqueios Tecnológicos - Investigação, desenvolvimento e inovação	62
Tabela 7. Bloqueios de Mercado - Modelos de negócio	65
Tabela 8. Bloqueios de Mercado - Novas competências e capacitação	65
Tabela 9. Bloqueios de Mercado - Dinâmicas de mercado	66
Tabela 10. Bloqueios Culturais - Valores fundamentais	68
Tabela 11. Bloqueios Culturais - Relações e sinergias	69
Tabela 12. Bloqueios Culturais - Consciencialização	69
Tabela 13. Oportunidades de melhoria Políticas e regulamentares - Metodologias e instrumentos de apoio à implementação	70
Tabela 14. Oportunidades de melhoria Políticas e regulamentares - Normalização e legislação	71
Tabela 15. Oportunidades de melhoria Políticas e regulamentares - Políticas tributárias	73
Tabela 16. Oportunidades de melhoria Tecnológicas - Plataformas e ferramentas digitais	74
Tabela 17. Oportunidades de melhoria Tecnológicas - Investigação, desenvolvimento e inovação	75
Tabela 18. Oportunidades de melhoria de Mercado - Modelos de negócio	76
Tabela 19. Oportunidades de melhoria de Mercado - Novas competências e capacitação	77
Tabela 20. Oportunidades de melhoria de Mercado - Dinâmicas de mercado	78
Tabela 21. Oportunidades de melhoria Culturais - Valores fundamentais	79
Tabela 22. Oportunidades de melhoria Culturais - Relações e sinergias	79
Tabela 23. Oportunidades de melhoria Culturais - Consciencialização	80

Tabela 24. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - Políticos e regulamentares	87
Tabela 25. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - Tecnológicos	88
Tabela 26. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - Mercado	88
Tabela 27. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - Culturais	89
Tabela 28. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - Políticas e regulamentares ..	90
Tabela 29. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - Tecnológicas	90
Tabela 30. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - Mercado	91
Tabela 31. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - Culturais	91
Tabela 32. Classe das habilitações, valores limite e número de empresas	103

SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório enquadra-se na tarefa 1.A identificada no Protocolo de Colaboração Técnica e Financeira com o Fundo Ambiental, no âmbito do Acordo Circular com a Indústria da Construção. Esta tarefa é o resultado do trabalho desenvolvido pelo BUILT CoLAB e da análise e discussão efetuada pelo Grupo de Trabalho constituído pelas entidades beneficiárias e o Fundo Ambiental, tendo como objetivo efetuar o diagnóstico da situação atual da circularidade no setor da construção em Portugal, tendo suportado o desenvolvimento do Plano de Ação para a circularidade neste setor.

Este documento apresenta o estado atual da circularidade no setor da construção em Portugal, nomeadamente:

- o seu enquadramento legal, regulamentar e normativo;
- os principais bloqueios à implementação de uma estratégia de economia circular no setor, bem como as potenciais oportunidades de melhoria
- o seu diagnóstico do ponto de vista estatístico;
- e a identificação dos aspetos procedimentais a ser simplificados.

O Grupo de Trabalho que reuniu e debateu estas questões foi constituído por representantes das seguintes entidades: *Fundo Ambiental; CIP; CPCI; AICCOPN; AECOPS; PTPC; IMPIC; APA; e BUILT CoLAB.*

1. INTRODUÇÃO

A União Europeia emitiu diretrizes para promover a sustentabilidade e a circularidade no setor da construção. A pertinência deste tema no contexto nacional foi, entretanto, confirmada pelo *Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal* (PAEC), que enquadra a realização deste *Relatório do Estado Atual da Circularidade no Setor da Construção em Portugal*. O presente relatório apresenta o estudo efetuado para a caracterização do estado atual da circularidade no setor da construção em Portugal, tendo servido de documento de suporte à realização do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção em Portugal* (PACCO).

De seguida, apresenta-se um breve enquadramento do tema em análise, o âmbito e principais objetivos, a abordagem metodológica e a estrutura do documento.

1.1. ENQUADRAMENTO

Existem atualmente dois desafios: as alterações climáticas associadas à emissão de gases com efeitos de estufa e cujos efeitos a sociedade tem vindo gradualmente a sentir nos últimos anos; e o crescente e insustentável consumo de recursos naturais [1,2]. Estes fatores conduziram a uma urgência efetiva de mudança para atenuar ou reverter os seus impactes, antes que seja demasiado tarde.

A economia europeia gerou riqueza económica sem precedentes no último século, em grande parte com base no consumo acelerado de recursos. No entanto, o aumento constante da produtividade revelou-se como um fator limitativo em termos de fonte de riqueza, competitividade e inovação, muito por causa do funcionamento linear da economia [3,4]. Por outro lado, surge a crescente preocupação com os impactes ambientais, demonstrada no *Circular Economy Action Plan* [5] ou no *European Green Deal* [6]. Neste documento, tal como noutros estudos anteriores coordenados pela *McKinsey* e pela *Ellen MacArthur Foundation* [1], se sustenta que a adoção de princípios de economia circular, apoiada pela revolução tecnológica, irá permitir que a Europa aumente a produtividade, face ao surgimento de novas fontes de recursos (p. ex. resíduos, energia renovável, industrialização) em até 3% ao ano. Este valor representa um crescimento potencial de

receitas de até 600 mil milhões de euros anuais na Europa e a diminuição significativa das emissões de gases com efeitos de estufa (GEE) [1,7].

Em Portugal, à semelhança do que acontece noutros Estados-Membros da UE, vive-se um cenário económico de baixo crescimento, numa procura constante para revigorar a competitividade e implementar as mudanças tecnológicas. Apesar disto, a economia continua extremamente dependente do consumo de recursos naturais numa abordagem linear [8]. Neste âmbito, o setor da construção destaca-se por ser um dos setores que mais recursos consome [9], sendo que os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) constituem uma parte muito significativa dos resíduos gerados em Portugal [10].

Considerando a importância que o setor da construção tem na economia portuguesa (contribuição no PIB, número de empresas e de trabalhadores) e o seu impacto em todo o território, este setor é fundamental para a promoção e implementação de princípios da economia circular. Sendo um setor estratégico para que Portugal cumpra os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – em particular o ODS 12 que visa assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis [8,9] – pode contribuir significativamente para a redução dos gases com efeitos de estufa e para a minimização das alterações climáticas.

A economia circular baseia-se em três vetores essenciais: eliminar a produção de resíduos e poluentes, a promoção da circularidade de produtos e materiais com a sua (re)utilização e, finalmente, a regeneração da natureza [1,8]. A abordagem circular irá abrir caminho para novos modelos de negócio, voltados para um mercado global de tecnologias e serviços mais ecológicas, que tentam preservar os recursos em fluxos mais circulares (em *loop* fechado ou aberto) e com perdas minimizadas [11,12], Procura-se assim potenciar o ciclo de vida dos recursos enquanto se minimiza a sua condução a aterro, levando simultaneamente à redução das emissões associadas às alterações climáticas [13,14].

Esta transição para uma abordagem circular no setor da construção significa um esforço exigente sendo necessário que haja consenso, colaboração e envolvimento de todas as partes envolvidas e uma estratégia fundada em evidências suportados por casos de estudo relevantes [15,16]. É necessária uma mudança de paradigma, com o apoio de políticas e incentivos adequados, para

alterar as ideias pré-estabelecidas, como por exemplo, quanto à falta de qualidade dos materiais secundários e de interesse por parte dos vários atores associados ao setor da construção [17,18].

Abordagens baseadas no *eco-design*; no *design* para a desconstrução, desmontagem e adaptabilidade; a avaliação do ciclo de vida (ACV) e os passaportes de materiais e de construções aliados ao conceito de construções como banco de materiais² podem reduzir significativamente a quantidade de resíduos produzidos, a curto e longo prazo [19–22]. No entanto, recuperar recursos incorporados em subprodutos e fluxos de resíduos ao longo da cadeia de produção requer uma estrutura e infraestrutura de gestão de resíduos bem estabelecidas, capaz de recolher, selecionar e preparar para a reutilização ou reciclagem uma enorme quantidade de resíduos gerados com diferentes tipologias e diferentes matérias-primas de base [23–25].

No sentido de enquadrar o PACCO no contexto regulamentar europeu e nacional, no conjunto de planos para a economia circular em vigor (focando no setor da construção ou mais abrangentes), nos bloqueios e oportunidades identificadas pelo setor; este relatório materializa a primeira tarefa associada ao Protocolo assinado no âmbito do *Acordo Circular com a Indústria da Construção*. Este Protocolo, dá sequência ao proposto no *Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal* (PAEC) [26], sendo ainda suportado pelo novo “*Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva*” publicado pela Comissão Europeia [5]. No presente documento, revela-se a ambição de transição para um modelo de crescimento regenerativo e que o setor da construção em Portugal progrida para um modelo de consumo de recursos que não ultrapasse os limites do planeta. Há ainda um longo caminho a percorrer até que seja possível verificar uma efetiva alteração de paradigma no funcionamento do setor da arquitetura, engenharia e construção (AEC). Esta mudança deve envolver todos os intervenientes, desde os reguladores até os utilizadores, passando, por todos os intervenientes no processo de construção. Espera-se, assim, promover a conjugação de esforços com vista a redução do impacte do consumo, e apoiando a implementação de princípios de economia circular, neste caso em específico, para o setor da construção em Portugal.

² Tradução livre de *Buildings As Materials Banks*, projeto BAMB: <https://www.bamb2020.eu/>

1.2. OBJETIVO E ÂMBITO

Este relatório foi desenvolvido no âmbito do Protocolo com o Fundo Ambiental, que estabelece o *Acordo Circular para a Indústria da Construção*, dando cumprimento às diretrizes da União Europeia e do *Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal (PAEC)* para o setor da construção. O principal objetivo deste relatório é a caracterização do estado atual da circularidade no setor da construção em Portugal de modo a permitir a elaboração sustentada de um *Plano de Ação para a Circularidade na Construção em Portugal*. Para que tal seja possível, foram traçados um conjunto de objetivos a cumprir:

- **Analisar a legislação e regulamentação vigente** relacionada com a circularidade: de nível europeu e nacional;
- **Identificar os principais bloqueios e oportunidades** associadas à implementação de um modelo de economia circular no setor:
 - Apresentados na literatura e em casos de estudo;
 - Na consulta aos diversos atores do setor AEC em Portugal.
- **Apresentar e analisar dados estatísticos** que permitam:
 - Quantificar os fluxos de recursos, com especial ênfase na realidade portuguesa e sua comparação com os parceiros europeus;
 - Identificar os principais pilares de uma economia circular, estabelecendo-se, assim, o ponto de partida para sua implementação e avaliação futura.

Com base neste reconhecimento e utilizando não só o conhecimento dos elementos presentes no Grupo de Trabalho, mas também de todos os intervenientes do setor, pretende-se suportar de forma sólida a construção do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* e que através do envolvimento de várias entidades neste processo e tomada de decisão se contribua para a sua posterior adoção pelos diversos atores associados ao setor da construção em Portugal.

1.3. METODOLOGIA

A abordagem metodológica para a realização do presente relatório seguiu três vetores principais: *i)* recolha de dados; *ii)* análise crítica e *iii)* discussão de ideias. A recolha de dados, sistemática e abrangente, focou-se na literatura e em casos de estudo relevantes e foi o impulso inicial que motivou a discussão de ideias. As entidades do Grupo de Trabalho participaram ativamente nesta discussão e sua análise crítica, sendo possível estabelecer as bases de conhecimento para a elaboração do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção (PACCO)*.

1.4. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente relatório encontra-se estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta o enquadramento, objetivo e âmbito e a abordagem metodológica; seguido de um capítulo com o contexto no qual foi efetuada a apresentação da contextualização legal, normativa e regulamentar em termos Europeus e Nacionais. No terceiro capítulo foi feita a identificação – na literatura e em casos de estudo – dos principais bloqueios verificados quando se pretende implementar a circularidade no setor da construção, bem como as principais oportunidades de melhoria a que se encontram associados. No quarto capítulo são apresentados os principais bloqueios atualmente encontrados em Portugal e que poderão limitar a transição bem como potenciais medidas a adotar para a sua resolução, suportado nos dados recolhidos na auscultação direta aos atores envolvidos no setor AEC em Portugal. No quinto capítulo e de forma a melhor analisar a realidade da circularidade do setor da construção em Portugal, é então realizado um diagnóstico da utilização de recursos naturais e da produção de resíduos, e uma abordagem estatística aos principais indicadores disponíveis. No sexto e último capítulo são apresentadas as considerações finais do presente estudo.

2. CONTEXTO LEGAL, REGULAMENTAR E NORMATIVO

Nesta secção é apresentado o enquadramento atual da implementação das políticas de circularidade associadas ao setor da construção. Inicia-se com uma visão geral dos documentos europeus mais relevantes, sendo posteriormente apresentado o enquadramento atualmente aplicável em Portugal. Pretende-se, assim, verificar os aspetos que já estão alinhados com a promoção de uma economia circular no setor da construção em Portugal e de que forma poderá esse enquadramento ser melhorado de modo a potenciar esta transição. A Figura 1 apresenta uma cronologia dos documentos que definem o enquadramento regulamentar na Europa e em Portugal.

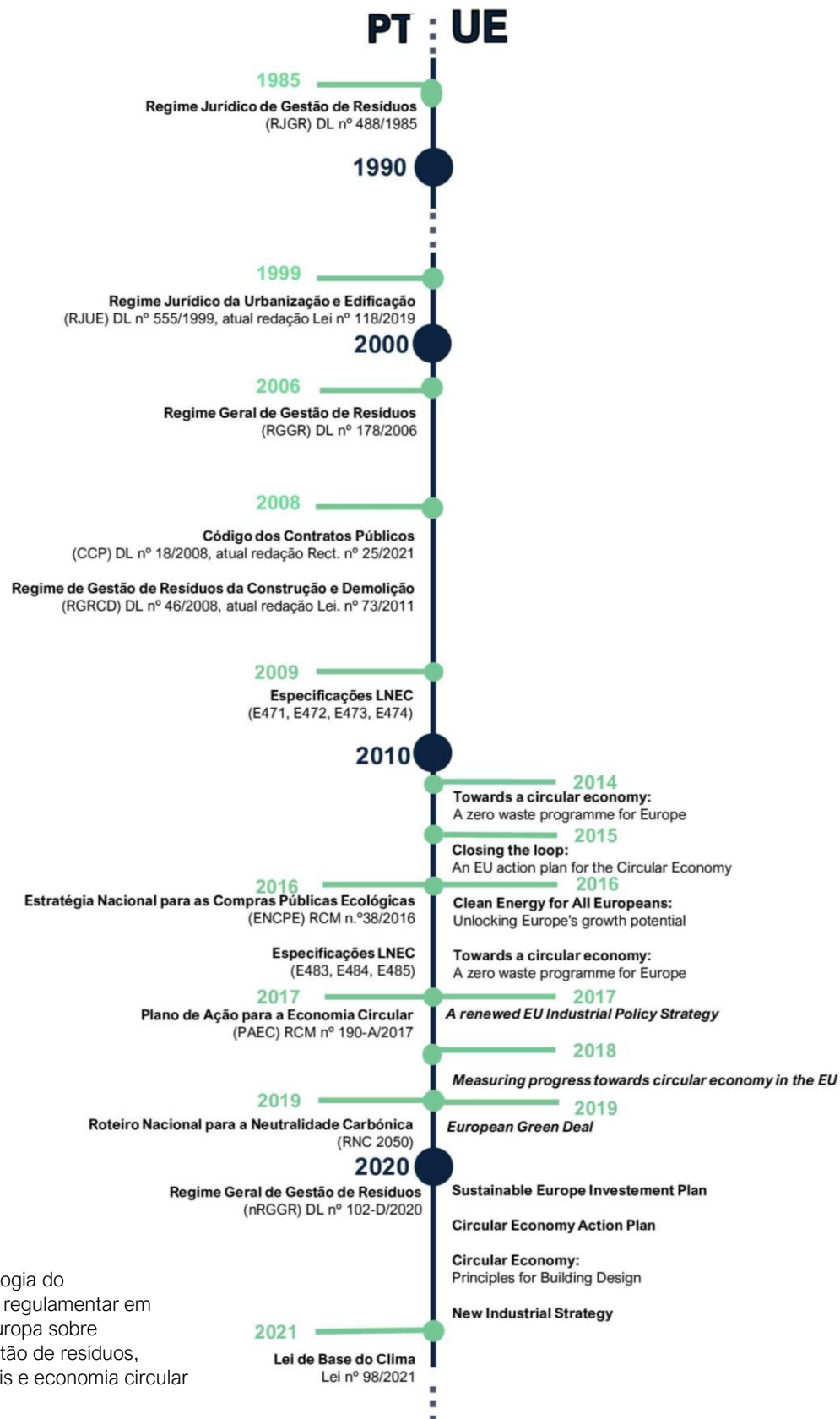


Figura 1. Cronologia do enquadramento regulamentar em Portugal e na Europa sobre construção, gestão de resíduos, metas ambientais e economia circular

2.1. CONTEXTO EUROPEU

A União Europeia (UE), tem vindo desde 2014 a apresentar de forma constante e crescente documentos que visam fomentar a implementação de políticas para minimizar o consumo de recursos, as emissões e a geração de resíduos. Tais documentos começaram por apresentar linhas de ação abrangendo diversos setores da economia, mas com a aprovação dos objetivos de neutralidade carbónica para 2050 é notória a existência de uma preocupação setorial. De seguida, é apresentado um resumo da visão global da estratégia europeia, com a identificação dos principais documentos europeus que estão associados ao setor da construção, sendo visível que a transição de uma economia linear para uma económica circular na Europa, tem-se revelado como uma das principais prioridades da Comissão Europeia. Principais documentos que enquadram a transição e expressam a visão europeia:

- *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*³ [27] (2014) estabelece o enquadramento geral para o desenvolvimento de políticas ambientais incluindo alterações às políticas de gestão de resíduos, criando condições económicas e financeiras para a implementação da economia circular e indicando novos modelos de negócios que minimizam a quantidade de resíduos produzidos.
- *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*⁴ [28] (2015) define o plano de ação europeu para a economia circular que integra medidas específicas para os setores de atividade prioritários.
- *Clean Energy for All Europeans – unlocking Europe's growth potential*⁵ [29] (2016) reúne um conjunto de medidas que visa estabelecer um novo quadro para potenciar, transformar e consolidar a transição energética e o abandono dos combustíveis fósseis por energias mais limpas e, mais especificamente, cumprir os compromissos do Acordo de Paris da UE para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa.

³ Em PT: *Para uma economia circular: programa para acabar com os resíduos na Europa*

⁴ Em PT: *Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular*

⁵ Em PT: *Energias limpas para todos os europeus*

- **Green Public Procurement – Buying green!**⁶(2016) enquadra as Compras Públicas Ecológicas através da publicação de guias e dando-lhe uma maior relevância.
- **A renewed EU Industrial Policy Strategy**⁷ [30] (2017) estabelece um enquadramento europeu para promover a competitividade industrial na Europa, focado na capacitação, inovação, digitalização e descarbonização.
- **Measuring progress towards circular economy in the European Union – Key indicators for a monitoring framework**⁸ [31] (2018) define os principais indicadores para monitorizar a transição para uma economia mais circular na Europa.
- **European Strategy for Plastics**⁹ [32] (2018) com as novas estratégias relativas ao consumo e utilização de plástico, sendo um documento de referência;

Entre 2019 e 2020 foram apresentados cinco novos documentos de grande importância:

- **European Green Deal**¹⁰ [6] (2019) um documento central para a política ambiental Europeia com as principais diretrizes para a utilização eficiente de recursos, transição para atividades produtivas mais limpas, restauro da biodiversidade e redução da poluição;
- **Sustainable Europe Investment Plan - European Green Deal Investment Plan**¹¹ [33] (2020), um dos principais instrumentos de operacionalização do *Pacto Ecológico Europeu* [6] através da mobilização de fundos.
- **New Industrial Strategy**¹² [34] (2020), que se foca a transição do setor da indústria para uma economia circular;
- **European Taxonomy**¹³ (2020), que identifica as áreas de investimento prioritárias e respetivos requisitos para aceder a financiamento ecológico;

⁶ Em PT: Comprar Ecológico! https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/handbook_2016_pt.pdf

⁷ Em PT: Investir numa indústria inteligente, inovadora e sustentável: Uma Estratégia de Política Industrial renovada da UE

⁸ Em PT: *Avaliação do progresso rumo à economia circular na União Europeia – Indicadores para a sua monitorização*

⁹ Em PT: *Estratégia Europeia para os plásticos*

¹⁰ Em PT: *Pacto Ecológico Europeu*

¹¹ Em PT: *Plano de Investimento para Uma Europa Sustentável - Plano de Investimento do Pacto Ecológico Europeu*

¹² Em PT: *Uma estratégia industrial para a Europa*

¹³ Em PT: Taxonomia europeia: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

- *Circular Economy Action Plan*¹⁴ [5] (2020), um plano de ação para a economia circular associado ao *Pacto Ecológico Europeu*;

Respondendo à necessidade apontada por estes documentos de aprofundar o modo como determinados setores económicos se devem adaptar para efetuar a transição, foi publicado o seguinte documento focando no setor da construção.

- *Circular Economy – Principles for Building Design*¹⁵ [35] (2020), com a identificação dos principais atores e linhas de ação para maximizar o potencial de circularidade no setor da construção.

É reconhecido que o ambiente construído exige uma enorme quantidade de recursos, representando cerca de 50% dos materiais extraídos da natureza a nível mundial [36]. O setor da construção é também responsável por mais de 1/3 da produção de resíduos na UE, e estima-se que 5 a 12% das emissões nacionais de gases com efeito de estufa sejam provenientes da extração de materiais, do fabrico de produtos de construção e da construção e da renovação de edifícios [36]. A UE aponta que uma maior eficiência no uso dos materiais poderá reduzir estas emissões em até 80% [2].

Dando especial relevância ao setor da construção, o documento *Circular Economy Action Plan* [5] estabeleceu uma estratégia para o futuro, de modo a criar uma indústria menos poluente e mais competitiva, envolvendo os agentes económicos, consumidores, cidadãos e as organizações da sociedade civil. Este documento traduziu num plano de ação a mudança preconizada pelo *Pacto Ecológico Europeu* [6], através de medidas transversais aos diversos setores e de medidas setoriais. As medidas de natureza transversal foram divididas em três domínios: *i)* a circularidade como pré-requisito da neutralidade climática; *ii)* as medidas económicas acertadas, através da orientação dos financiamentos para modelos de produção e de consumo mais sustentáveis; e *iii)* a investigação, inovação e digitalização para promover a transição.

¹⁴ Em PT: *Um novo Plano de Ação para a Economia Circular - Para uma Europa mais limpa e competitiva*

¹⁵ Tradução livre para PT: *Economia Circular – Princípios para a conceção de construções*

Face ao impacto relevante dos diversos setores da indústria em termos de consumo e de emissões a União Europeia sentiu a necessidade de apresentar linhas de orientação para a sua transição para uma economia circular. O setor da construção, sendo um desses setores, levou à produção, pela União Europeia, do documento setorial: *Circular Economy – Principles for Buildings Design* [35]. Nos próximos subcapítulos são apresentados em maior detalhe os documentos que se consideram com maior relevância e de aplicação prioritária, na transição para uma economia circular no setor da Construção.

2.1.1. PACTO ECOLÓGICO EUROPEU

As alterações climáticas e a degradação do meio ambiente representam uma ameaça existencial tanto para a Europa como para o resto do mundo. Com essa consciência, a UE apresentou o *Pacto Ecológico Europeu* em dezembro de 2019 que estabelece o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica até 2050 [6,37] tendo um ano depois sido aprovada a meta de redução das emissões líquidas em (pelo menos) 55% até 2030, quando comparados com os níveis de 1990. Em junho de 2021 a Lei Europeia em matéria de clima entrou em vigor, promovendo a apresentação de um pacote de propostas para transformar a economia europeia e atingir as metas fixadas para 2030 e 2050.

De modo a ser possível atingir estes desafios, o *Pacto Ecológico Europeu* pretende transformar a UE numa economia moderna, eficiente e competitiva na utilização dos recursos, cumulativamente garantindo que [6]:

- as emissões líquidas de gases com efeito de estufa sejam nulas até 2050;
- o crescimento económico seja dissociado da utilização de recursos;
- ninguém nem nenhuma região seja deixado para trás¹⁶.

O *Pacto Ecológico Europeu* estabeleceu, assim, o roteiro para esta mudança transformadora, em que os 27 Estados-Membros se comprometeram a criar oportunidades para a inovação, para o investimento e para a criação de emprego.

¹⁶ Tradução livre de: “No person and no place left behind”

Neste documento estabelecem-se as principais linhas de atuação [6]:

- Tornar a UE climaticamente neutra até 2050;
- Estabelecer um plano para transformar a economia e a sociedade europeia;
- Tornar os transportes sustentáveis para todos;
- Liderar a terceira revolução industrial;
- Despoluir o sistema energético;
- Renovar os edifícios, adaptando-os a estilos de vida mais ecológicos;
- Trabalhar com a natureza para proteger o planeta e a saúde humana;
- Impulsionar a ação climática a nível mundial.

O *Pacto Ecológico Europeu*, com as suas metas para 2030 e 2050, evidenciou a importância de se atuar ao nível da redução dos impactos sobre o planeta, assumindo como crucial a contribuição de todos os setores económicos nessa redução e particularmente o setor da construção.

2.1.2. PLANO DE AÇÃO EUROPEU PARA A ECONOMIA CIRCULAR

A Comissão Europeia apresentou o novo *Plano de Ação para a Economia Circular – Circular Economy Action Plan* (CEAP) (2020) no âmbito do *Pacto Ecológico Europeu* [6] e a par da proposta para uma nova estratégia industrial [5]. Este Plano inclui propostas para uma conceção mais sustentável dos produtos, redução dos resíduos e capacitação dos cidadãos e é dada especial atenção a setores com utilização intensiva de recursos, tais como eletrónica, tecnologias de informação e comunicação, plásticos, têxteis e construção.

Este documento resulta de um processo de avaliação do Parlamento Europeu, que exigiu medidas adicionais para alcançar uma economia neutra em carbono, mais sustentável, livre de substâncias tóxicas e totalmente circular até 2050; e que inclui regras de reciclagem mais exigentes e metas obrigatórias para a utilização e consumo de materiais até 2030. Estas metas têm uma influência direta nos setores mais intensivos, o que reforça a importância da existência de planos estratégicos para o setor da construção.

2.1.3. PRINCÍPIOS PARA A CONCEÇÃO DE EDIFÍCIOS

A Comissão adotou uma posição estratégica para a Sustentabilidade do Ambiente Construído face ao impacto do setor da construção, que assegura a coerência nos diferentes domínios tais como: o clima, a eficiência energética, a utilização dos recursos, a gestão dos RCD, a acessibilidade, a digitalização e o acréscimo de competências / capacitação. São promovidos princípios de circularidade em todo o ciclo de vida dos edifícios, através das seguintes medidas [35]:

- Abordar o **desempenho ambiental dos produtos de construção** na revisão do *Regulamento dos Produtos de Construção* introduzindo requisitos para o teor reciclado de determinados produtos de construção, tendo em conta a sua segurança e funcionalidade;
- Promover **medidas para melhorar a durabilidade e adaptabilidade do ambiente construído**, em consonância com os princípios da economia circular para a conceção de edifícios, e implementando registos digitais dos edifícios.
- Utilizar a **abordagem metodológica *Level(s)***¹⁷ para a avaliação do ciclo de vida nos contratos públicos (através da sua inclusão na revisão dos guias de Contratação Pública Ecológica) e no quadro da UE para o financiamento sustentável, enquanto se avalia a pertinência de fixação de metas de redução das emissões de carbono e o potencial do armazenamento de carbono;
- Considerar a **revisão das metas fixadas pela UE** para a valorização dos RCD e as suas frações específicas por material, tendo como projeto de referência o conceito BAMB (*Buildings as Materials Bank*)¹⁸. Neste âmbito, a Comissão Europeia declara que prestará especial atenção aos materiais de isolamento, que atualmente geram um fluxo de resíduos crescente e com dificuldades de reciclagem;
- Promover iniciativas para **reduzir o grau de impermeabilização dos solos**, reabilitar espaços industriais abandonados ou contaminados e fomentar a utilização segura, sustentável e circular de solos escavados.

¹⁷ https://ec.europa.eu/environment/levels_en

¹⁸ <https://www.bamb2020.eu/>

Simultaneamente, a iniciativa “*A new renovation wave for Europe*”¹⁹, anunciada no *Pacto Ecológico Europeu* [6] e que visa a melhoria significativa da eficiência energética na UE, é proposta em linha com os princípios da economia circular, visando o desempenho otimizado ao longo do ciclo de vida e uma vida útil mais longa do ambiente construído.

O Grupo Temático 3 na área da “Utilização sustentável dos recursos naturais” – constituído por entidades relevantes da Comissão Europeia, Estados-Membros e da cadeia de valor do setor da construção – avançou no sentido de uma abordagem da economia circular e do aumento da eficiência dos recursos no setor da construção, produzindo o documento *Circular Economy – Principles for Buildings Design* [35]. Este documento apresenta um conjunto de princípios para a conceção de edifícios sustentáveis com o objetivo de gerar menos resíduos, bem como facilitar a reutilização e reciclagem de materiais, produtos, elementos e resíduos de construção, procurando reduzir os impactos ambientais e custos do ciclo de vida do edifício.

O objetivo desse documento é o de informar e apoiar os diferentes atores ao longo da cadeia de valor, fornecendo princípios gerais e específicos, para cada grupo de atores, e para todo o ciclo de vida das construções [35]. O documento está ainda alinhado com o lançamento do projeto *Level(s)*²⁰, uma metodologia de análise e certificação voluntária para melhorar a sustentabilidade de edifícios. Este documento contribui, de forma mais significativa, para o seu macro objetivo 2: eficiente utilização de recursos e ciclo de vida mais circular dos materiais, tendo como objetivos específicos a redução de resíduos, a otimização do uso de materiais, a redução dos impactos ambientais de projetos e as escolhas de materiais ao longo do ciclo de vida através da utilização de “ferramentas do ciclo de vida”, para avaliar os “cenários para a vida útil, adaptabilidade e desconstrução dos edifícios”.

2.1.4. PRINCÍPIOS PARA A CIRCULARIDADE - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

A Ellen MacArthur Foundation é uma organização sem fins lucrativos, que trabalha em colaboração com empresas, universidades, formuladores de políticas e instituições para desenvolver e promover a ideia de uma economia circular. O documento “*Growth within: A circular*

¹⁹ Em PT: *Uma nova vaga de renovação para a Europa*

²⁰ https://ec.europa.eu/environment/levels_en

*economy vision for a competitive Europe*²¹ (2015) define 3 princípios para a criação de uma economia circular:

- **Preservar e valorizar o capital natural**, através do controlo de stocks finitos e do balanço de fluxos de recursos renováveis;
- **Otimizar a valorização de recursos**, através da circulação de produtos, componentes e materiais em uso, na mais elevada utilização ao longo do ciclo de vida técnico e biológico;
- **Promover a eficiência dos sistemas**, projetando para reduzir as externalidades negativas.

Neste documento definem-se os indicadores para a avaliação da circularidade, sendo:

- a **degradação de recursos** medida através do Valor Atualizado Líquido (VAL);
- o **PIB gerado** por unidade de entrada de material finito virgem líquido;
- o **custo total** das externalidades e o custo de oportunidade.

Estes princípios são traduzidos num conjunto de seis ações aplicáveis aos diferentes modelos de negócio: **regenerar, partilhar, otimizar, circular, virtualizar e transacionar**; formando em conjunto o sistema de avaliação de circularidade e atividades económicas denominadas de ReSOLVE.

2.2. CONTEXTO PORTUGUÊS

Tendo por base o contexto regulamentar proposto pela UE, o Governo de Portugal e restantes entidades reguladoras, têm vindo a adotar uma abordagem circular na legislação e regulamentação associada ao setor da construção, em cada uma das suas atualizações, incorporando as principais linhas de ação para uma economia circular indicadas pela UE. Espera-se, assim, reduzir a utilização de recursos naturais não-renováveis e, simultaneamente, o seu impacto nomeadamente a emissão de gases com efeitos de estufa.

²¹ <https://ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>

2.2.1. LEI DE BASES DO CLIMA

Foi recentemente aprovada a Lei de Bases do Clima ²² [38] que, para além de transpor as metas europeias, passou a reforçar a importância da adoção de uma economia circular e com preocupações quanto à sustentabilidade (económica, ambiental e social) da sociedade. Esse documento definiu três metas de redução dos gases com efeitos de estufa em relação aos valores de 2005 (não considerando o uso do solo e florestas): 55% até 2030; 65 a 75%, até 2040; 90%, até 2050. Para que tal seja possível, um conjunto de documentos e medidas fomentam a implementação de princípios de economia circular no setor da construção em Portugal e são de seguida apresentados.

2.2.2. PLANO DE AÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR

O Governo Português apresentou o *Plano de Ação para a Economia Circular* (PAEC²³) [26]. Este documento prevê o desenvolvimento de ações setoriais através da definição de Agendas, tendo em vista acelerar a transição para a economia circular de setores-chave (intensivos na utilização de materiais ou energia), apresentando elevado cariz exportador ou com impacto relevante no consumidor e nas emissões. Neste plano refere-se que a economia circular *i)* promove uma reorganização do modelo económico, através da coordenação dos sistemas de produção e consumo em circuitos fechados (*closed loops*); *ii)* incute dinâmicas que exigem compatibilidade técnica e económica (capacidades técnicas e atividades produtivas) mas também de enquadramento social e institucional (incentivos e valores); *iii)* ultrapassa o foco e o âmbito restrito das ações de gestão de resíduos (tais como a reciclagem), visando uma ação mais ampla, desde a redefinição de processos, produtos e modelos de negócio; buscando a otimização da utilização de recursos.

De acordo com o PAEC [26], após a retoma da crise (desde 2014) o consumo interno de materiais tem vindo a crescer (principalmente minerais não metálicos e biomassa) acompanhando a retoma no setor da construção. Em 2015, os minerais não metálicos representaram 73% de 145 milhões de toneladas de materiais extraídos em Portugal. Por outro lado, o setor da construção detém a

²² Lei nº 98/2021, de 31 de dezembro

²³ Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A/2017, de 23 de novembro

maior fatia de produção de resíduos (aprox. 40%) registando um aumento da produção de resíduos por unidade de PIB gerado e enfatizando a sua importância na transição circular.

Reconhecendo a importância de atuar ao nível setorial, o PAEC [26] adota este foco, entendendo-se por setor como a totalidade da cadeia de valor associada a uma determinada atividade. No caso do setor da construção este abrange os construtores e toda a cadeia de fornecimento associada à constituição do produto / serviço (a construção), desde os materiais de construção e componentes, à sua comercialização, manutenção e fim de vida. É, assim, identificada a necessidade de desenvolver uma agenda de transição para o setor da construção, apresentando os principais objetivos, entidades a envolver, orientações, verificação de progresso e indicadores e as principais referências a serem consideradas.

Este documento em conjunto com o recentemente lançado *Circular Economy – Principles for Buildings Design* [35] (referido anteriormente) estabelece as bases para o desenvolvimento de um *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* em Portugal, sendo um documento fundamental no trabalho a desenvolver no âmbito do presente Acordo Circular com a Indústria da Construção. Para além destes, o *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050*²⁴ publicado em 2019, constituiu também o suporte para o desenvolvimento de uma estratégia a longo prazo, influenciando vários setores e promovendo a redução das emissões de gases com efeito de estufa, tal como previsto no Acordo de Paris.

2.2.3. REGIME JURÍDICO DA URBANIZAÇÃO E EDIFICAÇÃO

O *Regime Jurídico da Urbanização e Edificação* (RJUE)²⁵ [39], não apresenta na sua redação atual considerações acerca da circularidade no setor da construção, mas faz referência à necessidade de cumprir a legislação vigente para o tratamento dos RCD (isto é, o nRGGR) sem, no entanto, fomentar a utilização ou valorização de resíduos.

²⁴ <https://descarbonizar2050.apambiente.pt/>

²⁵ Decreto-Lei n.º 555/99 que estabelece o *Regime Jurídico da Urbanização e Edificação* (RJUE) na sua redação atual pela Lei 118/2019

No nRGGR é enquadrada a gestão de resíduos de construção e demolição em obras particulares das obras sujeitas a licenciamento ou comunicação prévia nos termos do RJUE sendo que o produtor de RCD está obrigado a:

- “a) *Promover a reutilização de materiais, a incorporação de materiais reciclados e a valorização dos resíduos passíveis de ser utilizados na obra;*
- b) *Assegurar a existência na obra de um sistema de acondicionamento adequado que permita a gestão seletiva dos RCD;*
- c) *Assegurar a aplicação em obra de uma metodologia de triagem de RCD ou, quando tal não seja possível, o seu encaminhamento para operador de tratamento licenciado;*
- d) *Assegurar que os RCD são mantidos em obra o mínimo tempo possível, de acordo com o princípio da proteção da saúde humana e do ambiente;*
- e) *Efetuar e manter, conjuntamente com o livro de obra eletrónico, o registo de dados de RCD, de acordo com o modelo publicitado no sítio na Internet da ANR;*
- f) *Anexar ao registo de dados cópia das e-GAR concluídas”*

Concluindo que “a condição da emissão do alvará de autorização de utilização ou da receção provisória de obras a limpeza da área, a correta gestão dos RCD produzidos e a eventual reparação de estragos ou deteriorações que tenha causado.” Assim se conclui a necessidade de propor alterações ao Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, tendo como foco estabelecer a base para a inclusão da circularidade no setor da construção.

2.2.4. COMPRAS PÚBLICAS ECOLÓGICAS E INOVADORAS

As orientações comunitárias apresentadas na **Estratégia Europa 2020** (2010), no **Livro Verde** (2011) e nas Diretivas 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE (2014), sobre a **modernização da política de contratos públicos da União Europeia**, identificaram a contratação pública como um instrumento com elevado potencial integrador de políticas de cariz económico, social e ambiental.

Em 2007 a *Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas*²⁶ foi aprovada para o período de 2008-2010, constituindo um instrumento orientador relevante e com um impacto, evidente e sistémico, no *Sistema Nacional de Compras Públicas* (SNCP) que promove a integração de critérios ambientais em processos aquisitivos nas compras públicas. Com base na experiência adquirida e com o objetivo de estimular a adoção de uma política de compras públicas ecológicas foi apresentada a *Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020* (ENCPE 2020)²⁷ [40].

A ENCPE 2020 constitui-se como um instrumento complementar das políticas de ambiente, contribuindo para a promoção da redução da poluição e do consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, o aumento da eficiência dos sistemas. Privilegia o foco na definição de especificações técnicas para um conjunto de bens e serviços prioritários, baseado nos critérios de “*Green Public Procurement*” ou Contratação Pública Ecológica²⁸ (GPP/CPE) da União Europeia, adaptados ao mercado nacional.

A ENCPE 2020 aplica-se a todas as entidades que constituem o Estado, designadamente aos organismos sob a sua administração direta, indireta e ao setor público empresarial, e ainda facultativamente à administração autónoma e a outras pessoas coletivas de direito público. Este documento deve ser considerado sempre que esteja em causa a aquisição de bens, serviços ou a elaboração de projetos de execução de obras públicas que integrem a lista de bens e serviços prioritários²⁹. A ENCPE 2020 aplica-se às aquisições efetuadas mediante procedimentos pré-contratuais definidos no *Código dos Contratos Públicos* (CCP), na sua atual redação.

Tendo por base a ENCPE 2020 e a estratégia europeia, foram publicados pela APA dois manuais que estabelecem os critérios de contratação pública ecológica e se relacionam com o setor da Construção: para a conceção, construção e gestão de edifícios de escritórios³⁰ (agosto de 2020), e para a conceção, construção, reabilitação e conservação de estradas³¹ (outubro de 2020).

²⁶ Resolução do Conselho de Ministros n.º 65/2007, maio de 2007

²⁷ Aprovada pela RCM n.º 38/2016, julho de 2016

²⁸ https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm

²⁹ Identificados na Resolução do Conselho de Ministros n.º 38/2016, de 29 de julho, no n.º 4.1 do Anexo com as respetivas especificações definidas pelos grupos de trabalho referidos, descritas no n.º 6.2.1

³⁰ https://encpe.apambiente.pt/sites/default/files/documentos/Criterios%20Final%20GT1_ENCPE_AMS.pdf

³¹ https://encpe.apambiente.pt/sites/default/files/documentos/Manual_GT9_Estradas_02.pdf

Apesar do seu caráter voluntário, a utilização destes documentos facilita a consideração de preocupações ecológicas aquando da elaboração das peças do procedimento pré-contratual de aquisição.

Os critérios relativos à contratação pública ecológica dividem-se em quatro grupos:

- **Critérios de seleção** que permitem avaliar a adequação de um operador económico para a execução de um contrato. Nos procedimentos em duas fases (prévia qualificação), os critérios de seleção são determinantes para se apurar quais os operadores económicos que passam à fase da apresentação das propostas, seja utilizando o modelo simples de qualificação (são qualificadas todas as candidaturas que cumpram os requisitos mínimos) ou o modelo complexo de qualificação (são qualificadas as candidaturas que apresentarem maior capacidade).
- **Especificações técnicas** que cumprem uma dupla função: descrevem o contrato perante o mercado para que os operadores económicos possam decidir se estão interessados, ajudando a determinar o nível de concorrência; e estipulam requisitos quantificáveis em função dos quais é possível avaliar as propostas, constituindo critérios mínimos técnicos e de conformidade, em que as propostas que não cumprem as especificações técnicas são rejeitadas (exceto quando expressamente autorizado a apresentação de variantes).
- **Critérios de adjudicação**, através dos quais é possível aplicar fatores de avaliação ambientais, desde que: tenham relação com o objeto do contrato; não confirmem à entidade adjudicante uma liberdade de escolha ilimitada; assegurem a possibilidade de uma concorrência efetiva; sejam mencionados expressamente no anúncio do procedimento e no convite ou no programa do concurso, juntamente com as respetivas ponderações e subcritérios aplicáveis; e estejam em conformidade com os princípios aplicáveis à contratação pública.
- **Cláusulas de execução do contrato** que são utilizadas para descrever o modo como o contrato deve ser executado. As considerações ambientais podem ser integradas nas

cláusulas de execução do contrato desde que constem do caderno de encargos e estejam relacionadas com o objeto do contrato.

Estes documentos estabelecem uma diretriz para a contratação pública ecológica, que presta atenção especial à contratação de obras, bens ou serviços que procuram contribuir para os circuitos fechados de energia e materiais dentro das cadeias de abastecimento, minimizando e, preferencialmente evitando, impactes ambientais e a geração de resíduos ao longo de todo o ciclo de vida.

A abordagem circular, no âmbito das compras públicas ecológicas, representa diversos benefícios tais como permitir que os compradores preencham as suas necessidades e considerem os custos da vida útil (e potencial de poupança), fornecendo também uma avaliação mais holística dos impactes ambientais e da geração de resíduos em todo o ciclo de vida dos bens e serviços.

Com o intuito de apoiar as entidades públicas e no sentido de alavancar a transição para uma economia circular, a Comissão Europeia publicou o documento “*Public procurement for a Circular Economy – Good practice and guidance*” (outubro de 2017) onde se apresentam as orientações sobre a integração dos princípios da economia circular nas aquisições e casos de estudo de boas práticas. Embora ainda com um âmbito restrito (apenas apoiando as compras públicas ecológicas em edifícios de escritórios e para estradas), estes documentos suportam as indicações presentes no Código dos Contratos Públicos (CCP) no que refere os critérios de sustentabilidade e circularidade no momento da contratação. Apesar de estar orientada para a contratação pública, também as entidades privadas podem (e devem) seguir as indicações presentes nestes documentos.

A documentação relacionada com a *Contratação Pública Ecológica* encontra-se atualmente em fase de revisão promovendo a consideração de parâmetros de sustentabilidade e circularidade desde a fase de conceção (p. ex., incorporando o Level(s)) incluindo outras utilizações e pretendendo abranger um número mais alargado de construções.

Em conformidade com as alterações a operar no referido Regime Jurídico³² e que identifica os elementos instrutórios dos procedimentos previstos no já referido Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE), ser objeto de revisão.

A única referência feita nesta Portaria em matéria de “gestão de resíduos” prende-se com é relativa às obras de demolição estabelece a obrigatoriedade de “Indicação do local de depósito dos entulhos”³³ não integrando esta legislação princípios de circularidade e sustentabilidade, sendo, ao invés potenciadora da economia linear, o que urge alterar. Assim sendo, esta Portaria deve igualmente ser revista em harmonia com o que for preconizado no RJUE, devendo ser previsto para estas obras entre outras o Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPGRCD).

2.2.5. CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS

O *Código dos Contratos Públicos* (CCP)³⁴ [41], estabelece³⁵ que “os aspetos da execução do contrato, constantes das cláusulas do caderno de encargos, podem dizer respeito, desde que relacionados com tal execução, a condições de natureza social, ambiental, ou que se destinem a favorecer (...) a promoção da economia circular e dos circuitos curtos de distribuição; promoção da economia circular e dos circuitos curtos de distribuição” e “a promoção da sustentabilidade ambiental”. O CCP refere ainda que³⁶ “os fatores e eventuais subfactores que densificam o critério de adjudicação e o critério de desempate devem estar ligados ao objeto do contrato a celebrar” e que “os fatores e os eventuais subfactores podem ser, em função dos objetivos e das necessidades da entidade adjudicante” e a “sustentabilidade ambiental ou social do modo de execução do contrato, designadamente no que respeita ao tempo de transporte e de disponibilização do produto ou serviço, em especial no caso de produtos perecíveis, à denominação de origem ou indicação geográfica, no caso de produtos certificados, à eficiência energética, em especial no fornecimento de energia, e à utilização de produtos de origem local ou

³² Portaria nº 113/2015 (abril 2015), a qual revoga a Portaria nº 232/2008, março 2008

³³ N.º 17 alínea e)

³⁴ *Código dos Contratos Públicos* (CCP) publicado no Decreto-Lei n.º 18/2008 (29 de janeiro de 2008), revisto pela Lei n.º 30/2021, (21 de maio de 2021) e retificado na Declaração de Retificação n.º 25/2021 (21 de julho de 2021)

³⁵ No número 6 do Artigo 42.º, alínea f) e g)

³⁶ No número 1 do Artigo 75.º, alínea d) e e)

regional, de produção biológica, bem como de produtos provenientes de detentores do Estatuto de Agricultura Familiar” referindo que a “circularidade, designadamente a utilização de produtos e serviços circulares, a opção por circuitos curtos de distribuição, a eficiência no uso de materiais e a redução de impactes ambientais” deve ser considerada como fator de avaliação e a ser considerado como critério de adjudicação e critério de desempate.

Nas empreitadas e concessões de obras públicas, o programa e o projeto de execução deverá ser acompanhado de um Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPGRCD)³⁷ do qual constam obrigatoriamente:

- a) Identificação e estimativa dos materiais a reutilizar na própria obra ou noutros destinos;
- b) Informação relativa à incorporação de materiais reciclados ou de produtos que incorporem materiais reciclados;
- c) Quantidade dos RCD a produzir;
- d) Quantidade da fração a reciclar ou a sujeitar a outras formas de valorização, na própria obra ou noutros destinos, e a sua identificação;
- e) Quantidade a encaminhar para eliminação, com identificação do respetivo código LER;
- f) Informação relativa à eventual contaminação do solo e gestão dos solos contaminados;³⁸
- g) Quantidades de solos e rochas como subproduto.

O CCP na sua última redação está alinhado com as linhas de orientação descritas nos princípios associados às *Compras Públicas Ecológicas* embora não tenham um carácter obrigatório.

Devem ainda ser consideradas as disposições legais, designadamente as que se prendem com a circularidade e a sustentabilidade da construção³⁹ relativas ao formulário de caderno de encargos associado aos contratos e empreitadas de obras públicas igualmente de carácter voluntário. Esta Portaria foi recentemente objeto de revisão na decorrência da última alteração ao CCP⁴⁰ tendo

³⁷ Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho.

³⁸ Alínea c) do n.º 2 do artigo 55.º do Regime Geral da Gestão de Resíduos, anexo I do Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro.

³⁹ Portaria nº 959/2009, de 21 de agosto.

⁴⁰ Lei nº 30/2021, de 21 de maio.

sido dado enfoque às cláusulas ambientais demonstrando assim a vantagem deste diploma assumir um caráter obrigatório.

2.2.6. REGIME GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS

A gestão de resíduos tem sido abordada em diversas iniciativas e regulamentos, com os seguintes objetivos: preservar e melhorar a qualidade ambiental, proteger a saúde humana, assegurar uma utilização eficiente e racional dos recursos naturais, reduzir a pressão sobre a capacidade regenerativa dos ecossistemas, promover os princípios da economia circular, reforçar a utilização da energia renovável, aumentar a eficiência energética, reduzir a dependência de recursos importados, proporcionar novas oportunidades económicas e contribuir para a competitividade a longo prazo. Dada a importância que os RCD apresentam para a circularidade no setor da construção em Portugal, a legislação que atualmente se lhes aplica é analisada em maior detalhe, de seguida.

Em 2018 a União Europeia propôs a revisão de alguns instrumentos de gestão de resíduos, nomeadamente através da Diretiva (UE) 2018/849 (30 de maio de 2018) que altera as diretivas relativas a:

- i)* veículos em fim de vida (2000/53/CE);
- ii)* pilhas e acumuladores (2006/66/CE);
- iii)* resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (2012/19/EU).

As Diretivas (UE) 2018/850, 851 e 852 (de 30 de maio de 2018) alteram, respetivamente, as diretivas relativas a:

- i)* deposição de resíduos em aterros (1999/31/CE);
- ii)* resíduos (2008/98/CE);
- iii)* embalagens (1994/62/CE).

Na sequência das novas diretrizes europeias surgiu a necessidade de se proceder à revisão de diversos documentos legais do quadro jurídico Nacional, dos quais se destacam:

- o Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR)⁴¹ [42];
- o Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro⁴² [43];
- o Regime Jurídico da Gestão de Fluxos Específicos de Resíduos⁴³ [44], conhecido e referenciado noutra legislação como UNILEX;
- o Regime da Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RGRCD)⁴⁴ [45] em que estabelecia o regime das operações de gestão de RCD, compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação.

Portugal foi um dos primeiros países a ter legislação específica para os RCD. Em 2008 foi publicado o Regime da Gestão de Resíduos de Construção e Demolição⁴⁵ [45] que abordava a gestão de RCD num conjunto de 25 artigos, inseridos em 5 capítulos *i)* Disposições gerais; *ii)* Operações de RCD, *iii)* Informação; *iv)* Fiscalização e contraordenações; *v)* e Disposições complementares, finais e transitórias. Contrariamente ao que aconteceu com outros fluxos de resíduos este diploma resultou de uma iniciativa nacional pois a União Europeia não emanou legislação específica para os RCD.

Nesse mesmo ano a União Europeia publica o enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na CE⁴⁶ no qual define que até 2020 pelo menos 70% dos RCD teriam de ser desviados de aterro, considerando para isso a sua preparação para a reutilização, reciclagem e valorização de outros materiais, incluindo operações de enchimento, utilizando os RCD como substitutos de outros materiais, com exclusão de solos e rochas (definidos na categoria 17 05 04 da lista europeia de resíduos (LER)). O principal objetivo deste diploma assentou na criação de condições legais para a correta gestão dos RCD fomentando a prevenção da geração e da perigosidade dos RCD, o recurso à triagem na origem, a reciclagem e a outras formas de valorização. Desta forma reduz-se a utilização de recursos naturais e minimiza-se o recurso à deposição em aterro, o que

⁴¹ Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006 (5 de setembro), na sua atual redação;

⁴² Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 183/2009 (10 de agosto), na sua atual redação;

⁴³ Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 152-D/2017 (11 de dezembro), na sua atual redação;

⁴⁴ Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 46/2008 (12 de março), na sua atual redação e revogado pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro.

⁴⁵ Decreto-Lei n.º 46/2008, (12 de março de 2008)

⁴⁶ Diretiva 2008/98/CE

conduzirá a um aumento do tempo da sua vida útil. Relativamente a RCD perigosos, em específico os resíduos de construção e demolição com amianto (RCDA), foi publicada a Portaria⁴⁷ [46] que estabelece as normas para a correta remoção dos materiais contendo amianto, e para o acondicionamento, transporte e gestão dos respetivos RCD gerados, tendo em vista a proteção do ambiente e da saúde humana. Está atualmente em curso a elaboração de uma Norma específica sobre a remoção de amianto levada a efeito pela Comissão Técnica do Amianto que integra diversas entidades públicas, incluindo a ACT, o IMPIC, a QUERCUS, a SOS AMIANTO, o Instituto Ricardo Jorge e o SAGIES, sendo a coordenação assegurada pelo IPQ.

O Regime da Gestão de Resíduos de Construção e Demolição⁴⁸ [45] propunha:

- a definição de metodologias e práticas a adotar nas fases de projeto e execução da obra que privilegiem a aplicação do princípio da hierarquia de gestão de resíduos;
- o estabelecimento de uma hierarquia de gestão de resíduos em obra que privilegie a reutilização, seguida de triagem na obra e caso esta se demonstre inviável, a triagem deve-se realizar em local afeto à obra; estando na base da hierarquia o encaminhamento dos RCD para operadores licenciados (a opção a evitar);
- a possibilidade de reutilização de solos e rochas não contendo substâncias perigosas, preferencialmente na obra de origem e, quando tal não seja possível, a reutilização noutras obras, na recuperação ambiental e paisagística de pedreiras, a cobertura de aterros destinados a resíduos ou, ainda, o seu depósito em local licenciado pelas câmaras municipais⁴⁹ [47];
- a obrigação de triagem prévia à deposição dos RCD em aterro.
- a definição de uma guia de transporte de RCD, uma simplificação da guia de acompanhamento de resíduos⁵⁰;

⁴⁷ Portaria n.º 40/2014 (17 de fevereiro)

⁴⁸ Decreto-Lei n.º 46/2008

⁴⁹ Decreto-Lei n.º 139/89 (28 de abril)

⁵⁰ Prevista na Portaria n.º 335/97 (16 de maio) [48], entretanto revogada pela Portaria 145/2017 (26 de abril) [49]

- a dispensa de licenciamento para determinadas operações de tratamento sempre que o procedimento de licenciamento não se traduza em mais-valia ambiental e constitua um forte obstáculo a uma correta gestão de RCD (concordante com os princípios da hierarquia de gestão de resíduos);
- a utilização de RCD em obra está condicionada à observância de normas técnicas nacionais ou comunitárias.
- a responsabilização pela gestão dos RCD dos vários intervenientes no seu ciclo de vida, na medida da sua intervenção;
- a criação de novos mecanismos de planeamento por exemplo a elaboração e execução do Plano de Prevenção e Gestão de RCD no âmbito das obras públicas e o registo de dados de RCD nas obras particulares;
- a obrigação de emissão de um certificado de receção por parte do operador de gestão dos RCD.

Revogando este diploma, em 2020 entrou em vigor o novo Regime Geral de Gestão de Resíduos (nRGGR)⁵¹ [50]. Para sedimentar as alterações do nRGGR foi necessário a publicitação de regras gerais⁵² nas quais se atribuiu a classificação de subproduto aos solos e rochas escavados e não utilizados na obra de origem. Foi publicada a “*Nota técnica – Classificação de solos e rochas como subproduto*” de forma a promover a sua gestão ao nível mais alto na hierarquia de resíduos e de forma a transpor as Diretivas Europeias⁵³ alterando e/ou revogando a legislação até então vigente. Adicionalmente, este documento foi retificado⁵⁴ sendo aprovado o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e alterando o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos [50]. Como tal, o nRGGR dá especial ênfase às abordagens circulares que dão prioridade aos produtos reutilizáveis e aos sistemas de reutilização sustentáveis

⁵¹ Decreto-Lei n.º 102-D/2020 (julho de 2021)

⁵² De acordo com o artigo 66.º e artigo 91.º (n.º 9) do nRGGR

⁵³ Diretivas (UE) 2018/849, 850, 851 e 852,

⁵⁴ Declaração de Retificação n.º 3 de 2021 e com as alterações introduzidas pela Lei n.º 52/2021, de 10 de agosto

e não tóxicos em vez dos produtos de utilização única, tendo em vista a redução dos resíduos gerados.

O nRGGR introduz alterações face ao que anteriormente vigorava, destacando-se opções que suportam a implementação de uma economia circular no setor da construção, nomeadamente quanto à abordagem a aplicar na gestão dos RCD.

Âmbito de aplicação

No âmbito de aplicação define que o regime é “*aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos, incluindo as transferências de resíduos*”⁵⁵ e exclui “*o solo não contaminado e outros materiais naturais resultantes de escavações no âmbito de atividades de construção, desde que os materiais em causa sejam utilizados para construção no seu estado natural e no local em que foram escavados*”⁵⁶

Princípio da hierarquia dos resíduos

O princípio da hierarquia dos resíduos⁵⁷ estabelece uma hierarquia de prioridades referente às diferentes opções de prevenção e gestão de resíduos, com a seguinte ordem: a) Prevenção; b) Preparação para a reutilização; c) Reciclagem; d) Outros tipos de valorização; e) Eliminação (representada na Figura 2).

⁵⁵ Ponto 1 do artigo 2º

⁵⁶ Ponto 2 do artigo 2º

⁵⁷ Artigo 7º

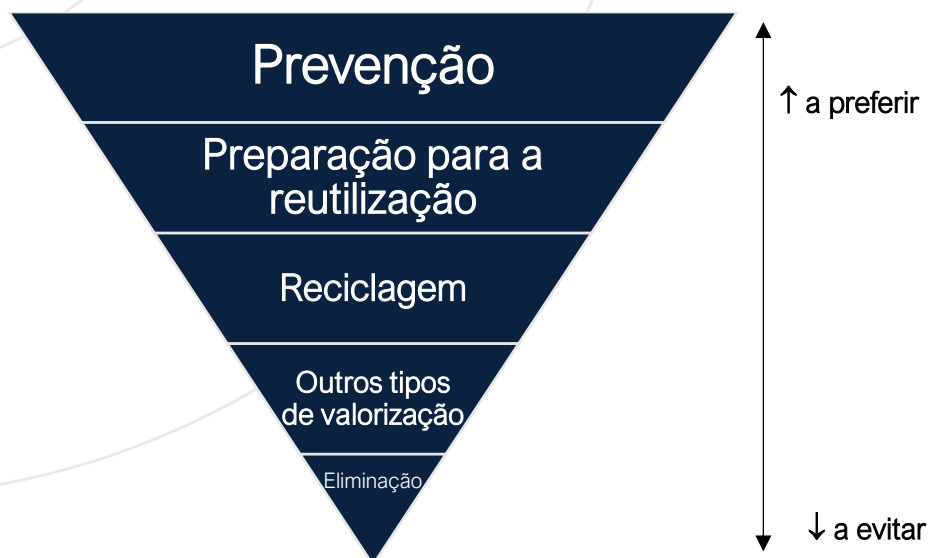


Figura 2 Reinterpretação da hierarquia de resíduos (pirâmide invertida com as opções de tratamento de resíduos a preferir e a evitar)

OBJETIVOS E METAS

Na definição de objetivos e metas⁵⁸ refere-se que em 2025 se pretende que seja possível “*reduzir em 5% a quantidade de resíduos não urbanos por unidade de produto interno bruto (PIB), em particular no setor da construção civil e obras públicas, face aos valores de 2018*” até 2025, sendo depois referido que deverá ser possível, até 2030, “*reduzir em 10%*” face aos valores de 2018⁵⁹.

No artigo sobre as Metas relativas à preparação para reutilização, reciclagem e valorização com vista a promover a transição para uma economia circular⁶⁰ refere-se que se pretende “*a partir da data de entrada em vigor do presente regime, um aumento mínimo para 70%, em peso, relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização material, incluindo operações de enchimento que utilizem resíduos como substituto de outros materiais, de RCD não perigosos, com exclusão dos materiais naturais definidos na categoria 17 05 04 da LER*”. Relembra-se que o *Guia de Classificação de Resíduos* (onde se pode encontrar a

⁵⁸ Artigo 21º, alínea e

⁵⁹ Artigo 21º, alínea f

⁶⁰ Artigo 27º, ponto 1 alínea b

descrição dos vários códigos LER) atribuí ao seu capítulo 17 a descrição dos Resíduos de construção e de demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados).

Outra medida importante sobre a conceção, produção e distribuição de produtos que geram resíduos⁶¹ é que *“é obrigatória a utilização de pelo menos 10% de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados relativamente à quantidade total de matérias-primas usadas em obra, no âmbito da contratação de empreitadas de construção e de manutenção de infraestruturas ao abrigo do Código dos Contratos Públicos⁶²”*, sendo que anteriormente era apontada a obrigatoriedade de utilização de pelo menos 5% de materiais reciclados.

Responsabilidade pela gestão de RCD

Uma outra alteração efetuada sobre a responsabilidade pela gestão de resíduos de construção e demolição⁶³ é agora referido que *“a gestão dos RCD é da responsabilidade do produtor do resíduo (...) excetuam-se do disposto no n.º1 os RCD resultantes de pequenas reparações e obras de bricolage em habitações pelo próprio proprietário ou arrendatário, cuja recolha, transporte e/ou receção cabe ao sistema municipal responsável pela recolha dos resíduos urbanos, o qual deve estabelecer procedimentos específicos para a recolha deste tipo de resíduos”*. Anteriormente, a responsabilidade da gestão dos RCD era de todos os intervenientes no seu ciclo de vida e isentava os RCD produzidos em obras particulares isentas de licença.

Utilização de RCD

O artigo sobre a utilização de resíduos de construção e demolição em obra⁶⁴ expressa uma maior abertura à utilização dos RCD sejam eles *“provenientes da própria obra, de outra obra do mesmo produtor, ou de um operador de tratamento de resíduos”* referindo que tais RCD possam ser utilizados desde que cumpram o princípio da proteção da saúde humana e do ambiente e satisfaçam as exigências técnicas para as aplicações a que se destinam; considerando ainda uma obra que utilize RCD como um operador de tratamento de resíduos.

⁶¹ Artigo 28º, ponto n.º 5

⁶² Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, na sua atual redação

⁶³ Artigo 49º, ponto n.º 1 e ponto n.º 3

⁶⁴ Artigo 52º, ponto n.º 1, n.º 2 e n.º 3

No artigo sobre as especificações técnicas para valorização de resíduos de construção e demolição⁶⁵ refere que de acordo com as especificações técnicas definidas pela Autoridade Nacional de Resíduos (ANR) e após a homologação e publicação destas, os RCD podem ser valorizados e deixam de ser considerados resíduos.

Isenção de licenciamento

De acordo com o Regime Geral da Gestão de Resíduos, o Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro e que altera o Regime da Gestão de Fluxos Específicos de Resíduos ⁶⁶ [50] podem ser isentas de licenciamento determinadas operações, desde que previstas por regras gerais aprovadas⁶⁷, tais como operações de valorização de resíduos e de eliminação de resíduos não perigosos efetuadas pelo produtor no local de produção, ainda que sujeitas a licenciamento⁶⁸.

Tratamento de resíduos e regras gerais

As regras gerais devem definir, para a operação de tratamento dos resíduos em causa, pelo menos os tipos e quantidades de resíduos abrangidos e o método de tratamento a utilizar, de modo a assegurar que os resíduos são valorizados e/ou eliminados em conformidade com os princípios constantes do nRGGR⁶⁹ sendo aprovadas pela Autoridade Nacional de Resíduos (ANR).

Como tal, os materiais que não sejam passíveis de reutilização e que constituam RCD são obrigatoriamente objeto de triagem na obra com vista ao seu encaminhamento, por fluxos e fileiras de materiais, para reciclagem ou outras formas de valorização, devendo ser assegurada a triagem pelo menos para madeira, frações minerais (incl. betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos e pedra), metal, vidro, plástico e gesso; sendo que a triagem e fragmentação deve cumprir os seguintes requisitos: triagem mecânica e fragmentação em obra ou em local afeto à mesma pertencente ao produtor do resíduo, tal como disponibilizado pela APA. Esta regra geral aplica-se à triagem mecânica e fragmentação em obra ou em local afeto à mesma pertencente ao produtor do resíduo, entendendo-se por local afeto à obra, por exemplo, o estaleiro do produtor

⁶⁵ Artigo 53º

⁶⁶ Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, na sua atual redação,

⁶⁷ Artigo 66º - Regras gerais.

⁶⁸ Artigo 59º - Sujeição a licenciamento

⁶⁹ Artigo 66º, do Capítulo II do Título I

do resíduo. No entanto, esta regra geral não se aplica a operadores de tratamento de resíduos que não sejam obras. Nos casos em que não possa ser efetuada a triagem dos RCD na obra ou em local afeto à mesma (facto este que terá de ser devidamente fundamentado no livro de obra e no Plano de Prevenção e Gestão de RCD (PPGRCD)), o respetivo produtor do resíduo é responsável pelo seu encaminhamento para operador de tratamento de resíduos⁷⁰. A Tabela 1 apresenta as classes dos RCD por código LER.

Tabela 1. Códigos LER e respetivos materiais

Código LER	Material
17 01 01	Betão
17 01 02	Tijolos
17 01 03	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e cerâmicos não abrangidos em 17 01 06
17 02 01	Madeira
17 02 02	Vidro
17 02 03	Plástico
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01
17 05 04	Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03
17 05 08	Balastos e linhas de caminhos-de-ferro não abrangidos em 17 05 07
17 09 04	Misturas de RCD não abrangidas em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

A APA publicou as seguintes regras gerais⁷¹, para promover a valorização e a incorporação em obra, cujo cumprimento isenta de licenciamento a utilização dos seguintes RCD:

- **RCD de Fresagem e Britagem** - RCD resultantes da fresagem ou britagem de misturas betuminosas (posteriormente designadas de misturas betuminosas recuperadas), com triagem prévia em obra ou em local afeto à mesma, através de uma operação de valorização.

Os resíduos que se podem utilizar ao abrigo desta regra geral são:

17 03 02 – misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01

- **Resíduo de Balastro da Via-Férrea** – RCD resultantes dos desguarnecimentos manuais e mecânicos, na via-férrea e dos quais resultam balastos usados, com triagem prévia à operação, por forma a segregar os que apresentam contaminação por hidrocarbonetos, sendo as estações e apeadeiros, locais de paragem, lubrificadores de via e túneis os locais

⁷⁰ N.º 2 do artigo 51.º do nRGGR

⁷¹ <https://apambiente.pt/residuos/regras-gerais>

que revelam risco médio/alto de contaminação. Cada categoria de balastro, deve ser removida da via, sem mistura, sem introduzir outras fontes de contaminação e armazenada de acordo com a classificação (inerte/ não perigoso/ contaminado ambientalmente) para que possam ser novamente introduzidos através de uma operação de valorização.

Os resíduos que se podem utilizar ao abrigo desta norma geral são:

17 05 08 – balastros de linhas de caminho-de-ferro não abrangidos em 17 05 07.

Já os resíduos de balastro (LER 17 05 08) inscritos na categoria 3 do Anexo I desse documento, são passíveis de valorização quando sujeitos a ensaios.

- **Incorporação de resíduos de Betão** - utilização de resíduos de betão resultantes de atividades de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação, demolição e da derrocada de edificações em obra, sem a necessidade de licenciamento enquanto operador de tratamento de resíduos.

Os resíduos que se podem utilizar ao abrigo desta regra geral são:

17 01 01 – betão.

- **RCD mistos** – esta regra geral isenta de licenciamento a utilização de várias tipologias de resíduos do subcapítulo 17 01 “*betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos*”, adiante designados como “*RCD mistos*”. Estes resíduos terão que ser separados por código LER para que, em função da aplicação pretendida, sejam criadas misturas que cumpram os critérios das especificações LNEC ou documentos normativos.

Os resíduos que se podem utilizar ao abrigo desta regra geral são:

17 01 01 – betão;

17 01 02 – tijolos;

17 01 03 – ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos;

17 01 07 – misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06;

17 02 02 – vidro;

17 05 04 – solos e rochas não abrangidos em 17 05 03;

17 09 04 – outras misturas de RCD.

A utilização destes códigos LER permitirá a incorporação em misturas betuminosas, argamassas, betões a incorporar em obra.

Solos e rochas escavados e não contaminados

Com a entrada em vigor do nRGGR, os solos escavados e não contaminados, quando utilizados na obra de origem passam a estar excluídos do Diploma ⁷² no entanto quando são encaminhados para fora da obra de origem são classificados como resíduos, passando a ser geridos de acordo com a legislação em matéria de resíduos. De forma a promover uma gestão ao nível mais alto na hierarquia de resíduos, foi publicada a *Nota Técnica – Classificação de solos e rochas como subproduto*⁷³, que permite, mediante o cumprimento de um conjunto de pressupostos e condições, a classificação dos solos e rochas escavados e não contaminados como subproduto, deixando assim de se configurarem como resíduos.

Operações de enchimento de vazios de escavação

Mais recentemente, foi publicada a *Nota técnica relativa a operações de enchimento de vazios de escavação*⁷⁴ na qual se enquadra a utilização de resíduos para enchimento de vazios de escavação⁷⁵ e são definidas as condições para realização desta operação. Assim, o enchimento de vazios de escavação, desde que em cumprimento da legislação aplicável e das condições estabelecidas no Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística (PARP) é considerada uma operação de valorização de resíduos, classificada com o código de operação R10 - Tratamento do solo para benefício agrícola ou melhoramento ambiental.

Neste contexto, qualquer vazio de escavação que rececione resíduos inertes que não sejam resíduos de extração, configura um operador de tratamento de resíduos, sujeito às obrigações em matéria de resíduos. A entidade licenciadora desta operação de tratamento de resíduos é a entidade competente pela aprovação do *Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP)*, onde é autorizada a realização desta operação, que no caso de pedreiras, são as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) ou o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) quando estas estejam situadas em áreas classificadas e no caso das minas

⁷² Artigo n.º 2, n.º 2, alínea c

⁷³ Artigo 91.º n.º 9 do nRGGR e disponível em:

https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gest%C3%A3o_Residuos/NotaTecnicaSolosRochas_v3.pdf

⁷⁴ <https://apambiente.pt/residuos/tratamento-de-residuos>

⁷⁵ Operação regulada pelo Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, que aprova o regime jurídico de gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais especificamente do seu artigo 40.º,

é a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG). A respetiva nota técnica deverá ser consultada para mais informações sobre a utilização dos resíduos.

Transporte de RCD

O transporte de RCD é acompanhado por guia eletrónica de acompanhamento de resíduos (denominada de e-GAR), deixando de haver a obrigatoriedade do Certificado de Receção.⁷⁶

Obrigações de reporte

A APA, enquanto ANR, assegura a gestão do sistema integrado de registo eletrónico, designado de Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER).

Os produtores de resíduos, subprodutos, produtos ou materiais resultantes da aplicação de mecanismos de desclassificação de resíduos, bem como os intervenientes nas operações de preparação para reutilização, estão sujeitos a submissão de dados no SIRER, com periodicidade anual declarando:

- a) Origens, quantidades, transportadores, destinos e operações de gestão de resíduos;
- b) Quantidade de produtos e materiais resultantes da preparação para a reutilização ou reciclagem ou de outras operações de valorização;
- c) Quantidade e destino de resíduos desclassificados e de produtos e materiais resultantes da aplicação de mecanismos de desclassificação de resíduos.

A informação objeto de reporte de dados deverá ser registada no SIRER até dia 31 de março do ano seguinte ao da informação a reportar. Os dados de subproduto, devem ser enviados por e-mail, até que esteja concluído o desenvolvimento do módulo eletrónico no SIRER. A minuta de ficheiro a utilizar no reporte de dados de subproduto está disponível no site da APA, I.P.

Articulação entre documentos

Em termos de enquadramento legal e respetiva articulação, o nRGGR encontra-se em articulação direta com a legislação no setor da Construção, nomeadamente com o *RJUE* e o *CCP*. Uma vez

⁷⁶ Com a revogação do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 11 de março.

que a gestão de RCD pode condicionar os atos administrativos associados com o licenciamento de obra particular definido no RJUE e a utilização de alguns RCD se encontra especificada em documentação publicada pelo LNEC, tal como poderá ser observado no subcapítulo seguinte.

Portugal tem desde 2008 uma legislação robusta para a correta gestão dos RCD. No entanto, a quantidade de RCD reciclados é ainda reduzida e é necessário aumentar a circularidade do setor. Há um enorme potencial de reciclagem dos RCD e alguns países têm dado uma atenção especial e crescente para a reutilização de elementos/componentes provenientes da renovação e da desconstrução de edifícios, considerando o parque edificado como um stock de materiais (*buildings as materials banks*). A reutilização de elementos, a reciclagem ou recuperação de materiais são maximizadas se existir uma auditoria detalhada de pré-demolição sendo privilegiadas a demolição seletiva, a separação dos resíduos e a sua descontaminação.

2.2.7. ESPECIFICAÇÕES LNEC

O LNEC, em conjunto com a APA, tem vindo a emitir Especificações Técnicas⁷⁷ que estabelecem as condições de aceitabilidade na utilização de RCD. No entanto, as Especificações mais recentes remontam a 2016, estando em vigor as seguintes:

- E 471 - *Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos*, 2009;
- E 472 - *Guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central*, 2009;
- E 473 - *Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos*, 2009;
- E 474 - *Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infraestruturas de transporte*, 2009;
- E 483 - *Guia para a utilização de agregados reciclados provenientes de misturas betuminosas recuperadas para camadas não ligadas de pavimentos rodoviários*, 2016;

⁷⁷ <http://www.lnec.pt/pt/servicos/normalizacao-e-regulamentacao/especificacoes-lnec/especificacoes-lnec-em-vigor/>

- E 484 - *Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em caminhos rurais e florestais*, 2016;
- E 485 - *Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em preenchimento de valas*, 2016.

Um dos pontos críticos nas especificações técnicas decorrente da elevada heterogeneidade dos resíduos o que pode causar uma grande flutuação da qualidade dos materiais, comprometendo o seu potencial de aplicação e originando custos futuros, sendo por isso exigido ensaios com a verificação do desempenho na utilização de RCD.

2.3. NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

Foram identificadas as seguintes comissões técnicas de normalização atualmente ativas e que se encontram relacionadas com a economia circular e o setor da construção:

2.3.1. COMISSÕES TÉCNICAS DE NORMALIZAÇÃO - ISO

ISO/TC 59 – Buildings and civil engineering works⁷⁸

Normalização na área das edificações e obras de engenharia civil, estabelecendo:

- terminologia geral;
- organização da informação nos processos de projeto, fabrico e construção;
- requisitos geométricos para edifícios, elementos de construção e componentes (incl. coordenação modular e seus princípios básicos, regras gerais para juntas, tolerâncias e ajustes, desempenho e padrões de teste para vedantes);
- regras para outros requisitos de desempenho (incl. requisitos funcionais e do utilizador relacionados à vida útil, sustentabilidade, acessibilidade e usabilidade);
- regras para avaliar os impactos económicos, ambientais e sociais (aspectos relacionados com o desenvolvimento sustentável);

⁷⁸ Em PT: *Edifícios e trabalhos de engenharia civil*

- requisitos geométricos e de desempenho para outros componentes (não incluídos num comité técnico ISO);
- processos, métodos e procedimentos de aquisição.

ISO/TC 71 – Concrete, reinforced concrete, and pre-stressed concrete

Normalização da tecnologia do betão e do *design* e construção de estruturas de betão reforçado e pré-esforçado para garantir um desenvolvimento progressivo tanto em qualidade, quanto em redução de preço; e normalização de definições e termos, bem como procedimentos de teste, para facilitar o intercâmbio internacional de trabalhos de investigação e desenvolvimento.

ISO/TC 195 - Building construction machinery and equipment

Normalização no domínio das máquinas e equipamento utilizado em obra que inclui: betoneiras, máquinas de fundação, máquinas de processamento de agregados, máquinas e equipamentos para construção e manutenção de estradas, máquinas de perfuração de túneis e equipamentos associados, andaimes, máquinas e instalações para produção e processamento de materiais de construção e máquinas e equipamentos de operação em estradas e serviços associados.

ISO/TC 219 – Floor coverings

Normalização no domínio dos pavimentos têxteis, resilientes e laminados, excluindo: madeira, cerâmica, tijoleira, betão e pisos de acesso elevado.

ISO/TC 268 – Sustainable cities and communities⁷⁹

Normalização no âmbito das Cidades e Comunidades Sustentáveis onde se inclui:

- desenvolvimento de requisitos, estruturas, orientação e técnicas de apoio;

⁷⁹ Em PT: *Cidades e comunidades sustentáveis*

- ferramentas relacionadas à realização do desenvolvimento sustentável considerando inteligência e resiliência.

ISO/TC 323 – Circular Economy⁸⁰

Normalização na área da Economia Circular de forma a maximizar a contribuição para um desenvolvimento sustentável nas organizações envolvidas estabelecendo:

- enquadramento;
- orientações;
- ferramentas de apoio;
- requisitos para a implementação das atividades.

2.3.2. COMISSÕES TÉCNICAS DE NORMALIZAÇÃO - CEN

CEN/TC 104 - Concrete⁸¹

Normalização dos constituintes do betão e produtos relacionados, nomeadamente no que respeita às propriedades e requisitos para betão fresco e endurecido, produção e transporte de betão fresco e materiais constituintes do betão (por ex. água de mistura e aditivos), bainhas de aço para armaduras de pré-esforço, argamassas para proteção de armaduras, fibras para uso no betão, execução de estruturas de betão, produção e execução de betão projetado, produtos para a proteção e reparação de estruturas de betão.

CEN/TC 134 – Resilient and textile floor coverings⁸²

Normalização de definições, requisitos, classificação e métodos de teste, incluindo ainda documentos orientadores e relatórios sobre revestimentos de piso com ligação mecânica, resilientes, têxteis, laminados e modulares, em edifícios residenciais (residências, apartamentos)

⁸⁰ Em PT: *Economia circular*

⁸¹ Em PT: *Betão*

⁸² Em PT: *Revestimentos de piso têxteis e resilientes*

e comerciais (saúde, educação, hotelaria, edifícios públicos, escritórios, comércio, transportes) limitadas ao uso interno. Estão excluídos betonilhas, pisos elevados de acesso, pavimentação, superfícies para áreas desportivas, bem como parquet, folheado de madeira e piso de bambu.

CEN/TC 154 - Aggregates⁸³

Comissão de normalização no âmbito de agregados naturais, reciclados e manufacturados, especificando características de desempenho, amostragem e métodos de ensaio para a sua caracterização.

CEN/TC 227 – Road Materials⁸⁴

Comissão responsável pelo desenvolvimento de métodos normalizados para elaborar especificações, métodos de ensaio, critérios de cumprimento de materiais para construção e manutenção de estradas, aeródromos e outras áreas de tráfego. Inclui as subcomissões relativas a misturas betuminosas; revestimentos de superfície e revestimentos de lama; materiais para estradas em betão; incluindo enchimentos de juntas e selantes; misturas hidráulicas ligadas e não ligadas (incluindo subprodutos e resíduos); características de superfície; e substâncias perigosas.

CEN/TC 350 – Sustainability of Construction Works⁸⁵

Comissão responsável pelo desenvolvimento de métodos normalizados para a avaliação dos aspetos de sustentabilidade em obras de construção (novas e existentes, edifícios e obras de engenharia civil) no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e da economia circular. A metodologia será desenvolvida em função das necessidades atuais e estratégias europeias, tais como: mitigação, adaptação e resiliência às alterações climáticas, e abordagem de ciclo de vida. As normas devem seguir estratégias que descrevem metodologias coerentes para a avaliação do desempenho ambiental, social e económico (em termos técnicos e de impactes) de edifícios e obras de engenharia civil e o fornecimento de informação ambiental do produto de construção (a incluir na DAP), compreendendo a avaliação do desempenho:

⁸³ Em PT: *Agregados*

⁸⁴ Em PT: *Materiais de estrada*

⁸⁵ Em PT: *Sustentabilidade dos trabalhos da construção*

- **ambiental** incluindo princípios da circularidade, eficiência energética e descarbonização, utilização sustentável dos recursos, minimização de resíduos, proteção do ambiente e da biodiversidade;
- **social** considerando saúde, conforto, segurança, proteção, adaptabilidade, acessibilidade (face as necessidades do utilizador), resiliência (por ex. impacte das mudanças climáticas e origem dos materiais);
- **económico** estimando o custo do ciclo de vida e qual o impacte no valor económico global, através das iniciativas de "finanças verdes" (taxonomia) e a implementação de normas e guias que promovam a digitalização (por ex. metodologia BIM) como meio de contenção económica.

CEN/TC 411 – Bio-based products⁸⁶

Desenvolvimento de normas transversais para produtos de base biológica incluindo: terminologia consistente, amostragem, ferramentas de certificação, conteúdo de base biológica, aplicação e correlação para a ACV, critérios de sustentabilidade e sua harmonização. Considera ainda o desenvolvimento de normas para biossolventes, abrangendo funcionalidade do produto, biodegradabilidade e outros aspetos específicos.

CEN/TC 465 – Sustainable Cities and Communities

Normalização no domínio das Cidades e Comunidades Sustentáveis, que acompanha a comissão técnica ISO TC 268 '*Sustainable Cities and Communities*', responsável pela definição de requisitos, estruturas, orientações, ferramentas e técnicas de suporte, tendo em vista o desenvolvimento e a implementação de uma abordagem holística e integrada para alcançar o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade nas cidades e comunidades rurais e urbanas. Particularmente associada à *Twin Transition* (transição verde e digital).

⁸⁶ Em PT: *Produtos de base bio*

2.3.3. COMISSÕES TÉCNICAS DE NORMALIZAÇÃO - IPQ

CT 104 – Betões

Normalização relativa aos constituintes do betão (adjuvantes, adições tipo II, água de amassadura), às propriedades do betão fresco e endurecido, à produção, ao transporte, à colocação em obra e aos critérios de conformidade.

CT 154 – Agregados

Normalização no domínio dos agregados naturais e sintéticos, mediante o estabelecimento dos seus requisitos de comportamento e dos métodos de amostragem e de ensaio. Inclui normalização para agregados para argamassas e betões (CT 154/SC 001), incluindo betões para pavimentos, agregados para misturas betuminosas (CT 154/SC 002) e agregados não ligantes e tratados com ligantes hidráulicos, balastros e enrocamentos (CT 154/SC 003).

CT 155 – Equipamentos para estradas

Normalização no domínio de equipamentos para estradas, acompanha e participa nos seguintes trabalhos dos Comités Técnicos: CEN/TC 50 “*Lighting columns and spigots*”, CEN/TC 169 “*Light and lighting*”, CEN/TC 226 “*Road equipment*” e CEN/TC 337 “*Road operation equipment and roducts*”. Participa na preparação de especificações sobre segurança, controlo de tráfego e outros equipamentos rodoviários.

CT 171 – Sustentabilidade nos edifícios

Normalização para a avaliação integrada e a comunicação da sustentabilidade nos edifícios considerando o seu desempenho ao longo do ciclo de vida. Esta comissão acompanha e participa nos trabalhos associados com a comissão CEN/TC 350 – *Sustainability of Construction Works*.

CT 214 – Comissão Técnica do Amianto

Esta Comissão tem como finalidade a elaboração de Normas associadas aos trabalhos de remoção e de demolição de materiais e componentes contendo amianto. Esta comissão técnica encontra-se ainda referenciada na APA como sendo o órgão (CTA) que assegura o acompanhamento da aplicação da Portaria n.º 40/2014, de 17 de fevereiro.

CT 218 – Economia Circular

Acompanha a comissão ISO/TC 323 – *Circular Economy*, com vista à transposição dos referenciais normativos para o Sistema Português de Normalização. Tem como objetivo desenvolver requisitos, estruturas, orientações e ferramentas de suporte para a implementação de projetos de economia circular, aplicáveis a qualquer organização ou grupo.

3. BLOQUEIOS E OPORTUNIDADES À CIRCULARIDADE NA CONSTRUÇÃO

Para que se possam implementar os princípios da economia circular no setor da construção é importante identificar quais são as principais barreiras/bloqueios à sua implementação, apontando oportunidades de melhoria que permitam potenciar o sucesso da sua implementação.

Seguidamente, são apresentados os principais bloqueios identificados na literatura através de casos de estudo em alguns países europeus (p. ex., França, Bélgica e Holanda) e as respetivas oportunidades de melhoria identificadas. Esperando-se assim contribuir para a identificação de bloqueios e oportunidades de melhoria no caso específico do setor da construção em Portugal.

3.1. BLOQUEIOS

Para a identificação dos principais bloqueios, e de acordo com a literatura (p. ex., Kirchherr *et al.* [17]), foram considerados quatro eixos (ou pilares) fundamentais (Figura 3) abrangendo, cada um destes, um largo espetro de bloqueios individuais:

- bloqueios «**Políticos e Regulamentares**» relacionados com as normas, regulamentos e leis e com a necessidade da sua revisão/adaptação a uma nova realidade;
- bloqueios «**Tecnológicos**» relativos à disponibilidade da tecnologia e de que forma poderá ser utilizada como suporte à transição para uma economia circular;
- bloqueios de «**Mercado**», sendo o setor da construção um mercado exigente, competitivo e em constante mutação;
- bloqueios «**Culturais**» evitando a mudança uma vez que consumidores, empresas ou Governos têm tendência a operar na sua zona de conforto.

De seguida apresentam-se os bloqueios identificados numa revisão sistemática da literatura e de casos de estudo agrupados pelos quatro pilares: Políticos e regulamentares, Tecnológicos, de Mercado e Culturais (representados na Figura 3).

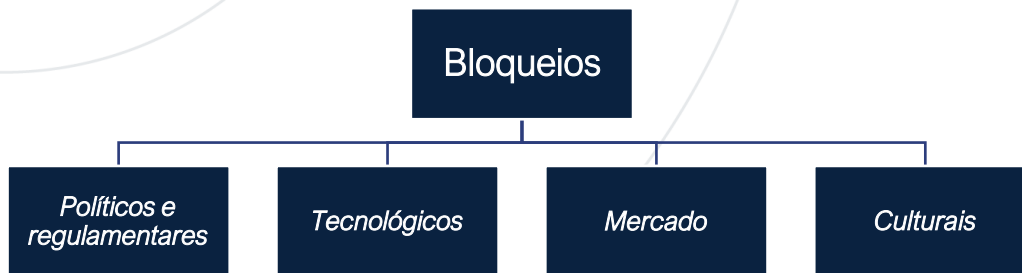


Figura 3. Principais bloqueios à implementação da economia circular no setor da construção, baseado em Kirchherr *et al.* [17]

3.1.1. POLÍTICOS E REGULAMENTARES

Os bloqueios «Políticos e regulamentares» são subdivididos em três grupos distintos (Figura 4):

- *metodologias e instrumentos de apoio à implementação*, relacionados com a disponibilidade de dados e outros fatores que podem impedir a implementação de uma economia circular tais como a falta de consenso ou incertezas várias e que poderão ser resolvidas através de uma aproximação metodológica;
- *normalização e legislação* associados diretamente às normas, regulamentos e legislação existentes;
- *políticas tributárias, de financiamento e contratação* incluindo as políticas ligadas a custos e ao seu controle, por exemplo bloqueios relativos a apoios a transição para a economia circular e compras públicas (e privadas) ecológicas.

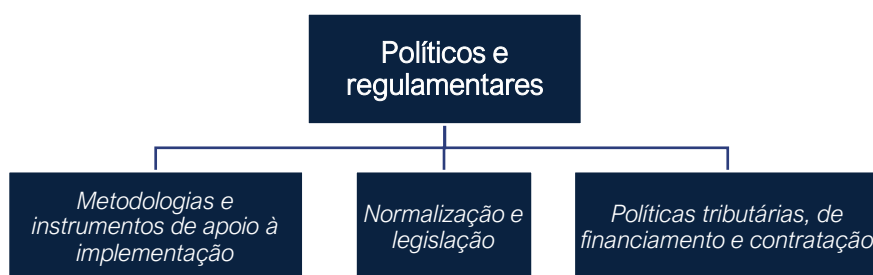


Figura 4. Divisão dos bloqueios Políticos e regulamentares

Quando se avaliam globalmente estes bloqueios «Políticos e regulamentares», verifica-se que os mais importantes são as leis e regulamentos obstrutores, sendo a necessidade de mudança do quadro legal requerida pelos diversos atores. Dois exemplos concretos foram descritos por

Kirchherr *et al.* [17] sobre caso práticos na Bélgica: *i)* não havendo permissão para transportar baquelite através da fronteira a sua reciclagem poderá ser impossibilitada; *ii)* nas camadas superiores de asfalto não se pode usar no materiais reciclados, pois os resíduos não são considerados como um recurso com potencial de utilização. Assim se demonstra como a legislação e a regulamentação governamental se encontra projetada para a linearidade sendo evidente a necessidade de uma estrutura regulatória consistente, em torno do apoio à política de economia circular, definindo metas que vão para além da condução de resíduos, e por vezes de materiais, a aterro [25,51]. A falta de tal aproximação pode limitar significativamente a sua implementação.

A inexistência de dados fidedignos suportados por casos de estudo sólidos é outro dos bloqueios mais importante [51,52], verificando-se também a falta de incentivos governamentais para estimular o desenvolvimento de modelos de negócios mais circulares [53,54].

O custo de degradação ambiental e social que não é considerado (ou é subestimado) no preço dos materiais e produtos [55–57], sendo esses custos transferidos para as comunidades locais e a sociedade como um todo [14,58–60]. O impacte ambiental pode ser local e global como, por exemplo, as alterações climáticas que não respeitam as fronteiras locais ou mesmo nacionais, [3,37]. A fim de criar condições equitativas para os produtos circulares e lineares, é necessário internalizar esses custos de forma justa e imparcial, assim promovendo utilização de materiais reciclados e / ou reutilizados.

Para ser possível efetuar a consulta dos diversos bloqueios, estes foram divididos e sistematizados. Assim, os bloqueios «Políticos e Regulamentares» foram subdivididos pelos respetivos grupos: *Metodologias e instrumentos de apoio à implementação* (Tabela 2); *Normalização e legislação* (Tabela 3) e *Políticas tributárias, de financiamento e contratação* (Tabela 4).

Tabela 2. Bloqueios Políticos e regulamentares – **Metodologias e instrumentos de apoio à implementação**

<p>Metodologias e instrumentos de apoio à implementação</p>	<p>Falta de consenso global [17,61] e de uma base de classificação comum [62]</p> <p>Conhecimento deficiente do que é uma economia circular e de como se pode implementar [9,18,51]</p> <p>Falta de conhecimentos que permitam monitorizar, fiscalizar e prevenir [8,9] a geração de resíduos e inexistência de estatísticas oficiais robustas [63]</p> <p>Incerteza quanto a potenciais problemas que surjam no fim de vida [61,64]</p> <p>Ineficácia / inexistência de fiscalização das empresas e dos operadores de RCD na sua gestão [9]</p> <p>Complexidade dos edifícios e elevado número de edifícios já construídos criando a necessidade de auditorias para identificar RCD [51,61,64] e impossibilidade em determinar a origem dos resíduos [10]</p> <p>Falta de locais de armazenamento de materiais condicionando a oferta/procura de materiais e os custos associados [51,62,65] e falta de locais de deposição de resíduos de pequenas obras e intervenções [8]</p> <p>Existência de poucos projetos de demonstração/piloto [17,64]</p> <p>Dificuldade em obter informação quanto a fluxos de entrada e de saída – metabolismo urbano [8,9]</p> <p>Poucas soluções adequadas para gerir RCD nos municípios (por ex. unidades de triagem, britagem, aluguer de contentores e serviço de recolha direta) [9,63]</p>
--	---

Tabela 3. Bloqueios Políticos e regulamentares – **Normalização e legislação**

<p>Normalização e legislação</p>	<p>Incerteza quanto à legislação/normas/regulamentos no futuro [61] e necessidade de uma estrutura regulamentar consistente [51]</p> <p>Normalização limitada quanto ao uso de materiais secundários [17], leis e regulamentos que condicionam e constituem obstáculos [9,17,51,65]</p> <p>Barreiras à reutilização devido ao incumprimento dos requisitos dos regulamentos [62]</p> <p>Circularidade (ainda) pouco integrada nos regulamentos quanto ao uso eficiente de recursos vs redução de utilização (legislação virada para economia linear) [18,61]</p> <p>Restrições legais relativas à reabilitação e renovação de edifícios antigos [37,66]</p> <p>Falta de harmonização dos regulamentos municipais [9] e da padronização [51,61]</p> <p>Falta de regulamentação que defina diretrizes, regras e critérios de construção e design sustentável e de circularidade [17,67]</p> <p>Prioridade dada à transição energética, o que pode limitar a implementação de outras transições (p. ex. transição para uma economia circular) [61]</p> <p>Especificações técnicas muito exigentes, tornando os materiais reciclados economicamente menos competitivos face às matérias-primas [68]</p>
---	---

Tabela 4. Bloqueios Políticos e regulamentares – **Políticas tributárias, de financiamento e contratação**

<p>Políticas tributárias, de financiamento e contratação</p>	<p>Custo de degradação ambiental e social não internalizados no preço de custo [18]</p> <p>Contratação pública (e privada) circular limitada [61,69] e limitada consideração de questões de sustentabilidade nas compras públicas [70]</p> <p>Desfasamento entre as metas de sustentabilidade da UE e as capacidades dos Estados membros [53,71]</p> <p>Falta de incentivos para implementar transversalmente uma Economia Circular [18,51,62,64,72]</p> <p>Ausência de seguros que cubram o uso de materiais recuperados [62]</p> <p>Falta de políticas e incentivos para apoiar e promover a sustentabilidade acima dos valores comerciais e estéticos, mantendo, entre outros, preocupações de eficiência energética [73]</p> <p>Falta de benefícios sentidos com uma boa gestão de RCD e aplicação de boas práticas de sustentabilidade e circularidade [63,74,75]</p>
---	--

3.1.2. TECNOLÓGICOS

Os bloqueios de base «Tecnológica» são subdivididos em dois grupos (Figura 5):

- *plataformas e ferramentas digitais* decorrentes da escassez de ferramentas de colaboração e disponibilidade generalizada de dados dos materiais e produtos;
- *investigação, desenvolvimento e inovação* relacionam-se com a falta de equipamentos e de capacitação técnica, que permitam alavancar o conhecimento.

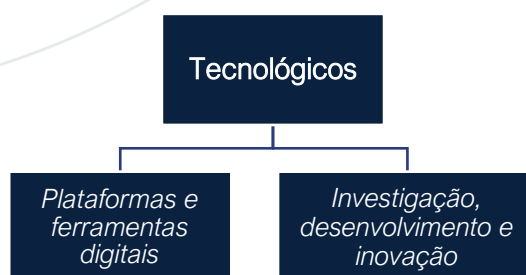


Figura 5. Divisão dos bloqueios Tecnológicos

Ter a tecnologia relevante disponível e que possa ser utilizada é um pré-requisito para que seja possível efetuar a transição para uma economia circular [67,76–78]. Os bloqueios de base «Tecnológica» estão relacionados com a capacidade de apresentar produtos remanufaturados de alta qualidade sendo o design dos produtos um impedimento (ou uma oportunidade) na transição para uma economia circular [18].

No âmbito tecnológico surgem outros bloqueios como por exemplo a falta de plataformas de partilha de dados, o ineficiente tratamento destes e a sua limitada disponibilização [20,79]. Por não existirem plataformas de colaboração implementadas, há falta de informação sobre oferta e procura de materiais reciclados (dificultando as ações de construção numa economia circular), informação geográfica sobre o stock de materiais (decorrente das ações de desconstrução e de demolição) dificultando o acesso aos materiais quando necessário, impactando o custo e o tempo da construção [80]. A inexistência de plataformas de disponibilização de materiais que poderiam resultar do cruzamento entre as auditorias de pré-desconstrução ou demolição, com a quantificação e tipificação de materiais e a sua disponibilização a outras empresas para utilização nas operações de construção ou reabilitação [81,82]. Este é um bloqueio significativo e em que

poderá ser ultrapassado através do (correto) uso da tecnologia (por ex. através do uso adequado de metodologias BIM e integração com ferramentas SIG [20,81,83]).

A falta de dados e transparência em toda a cadeia de valor leva a que seja cada vez mais complicado fechar o ciclo dos diferentes fluxos de materiais [84,85], existindo ainda a falta de confiança nos materiais obtidos em operações de desconstrução ou demolição. Uma parte significativa dos bloqueios «Tecnológicos» deve-se à falta de desenvolvimento de novas técnicas, equipamentos e metodologias para a triagem dos materiais, bem como para a realização de desconstruções/demolições seletivas, que mantenham a integridade dos materiais e produtos para reaplicação [57,86–88]. O desenvolvimento de novas tecnologias poderá vir a ser essencial para ultrapassar alguns destes bloqueios tecnológicos (por ex.: utilização de tecnologia *blockchain* promovendo a transparência e a rastreabilidade [67,89,90]).

De seguida são apresentados os bloqueios associados ao subgrupo *Plataformas e ferramentas digitais* (Tabela 5) e ao subgrupo da *Investigação, desenvolvimento e inovação* (Tabela 6).

Tabela 5. Bloqueios Tecnológicos - **Plataformas e ferramentas digitais**

Plataformas e ferramentas digitais	Utilização insuficiente (ou inexistência) de ferramentas de design e colaboração, informação e monitorização, focadas na EC [51,61,62]
	Indisponibilidade de dados sobre materiais/produtos, dificultando a sua identificação, quantificação e rastreabilidade (por ex. dos impactes) [9,17,62]
	Falta de identificação e quantificação das modificações realizadas ao edifício ao longo da vida útil [62]
	Disponibilidade limitada de bases de dados de materiais e de redes de informação para facilitar o compartilhamento de materiais e componentes de construção [77,91,92]
	Falta de disponibilidade de materiais, componentes e serviços circulares inovadores [15,62,65]
	Falta de rastreabilidade das características dos materiais, trabalhos e da cadeia de responsabilidade [62,90]

Tabela 6. Bloqueios Tecnológicos - **Investigação, desenvolvimento e inovação**

Investigação, desenvolvimento e inovação	Quantidade limitada de centros de inovação para uso de materiais em segunda vida [4,93]
	Disponibilidade limitada de tecnologias e processos circulares e sustentáveis [94]
	Dificuldade na triagem de resíduos [9,95]
	Falta de disponibilidade de equipamentos específicos para a recolha seletiva dos RCD [57,86,96]
	Falta de desenvolvimento de produtos remanufaturados [17]
	Desafios técnicos relacionados com a recuperação de materiais e sua composição [18,51,62,67]
	Ciclos de vida longos de materiais e edifícios/infraestruturas [51,61]
	Remoção de materiais tóxicos e nocivos no tratamento de resíduos [62]
Falta de operadores e soluções de tratamento de RCD e quando existentes são onerosas [97,98]	

3.1.3. MERCADO

Os bloqueios de «Mercado» foram subdivididos em três grupos (Figura 6), bloqueios relacionados com:

- **modelos de negócio** que se prendem com a necessidade de repensar alguns dos modelos de negócio existentes bem como de criar negócios;
- **novas competências e capacitação** associam-se à falta de conhecimento e de “saber fazer” que uma nova abordagem implica;
- **dinâmicas de mercado** relacionam-se com a necessidade de existirem incentivos e políticas que promovam a circularidade e a abordagem circular.

Por outro lado, qualquer alteração ao funcionamento regular das organizações acarreta a necessidade de educar e capacitar a indústria para novas realidades (contrariando a instituída ligação à economia linear). A literatura destaca que os bloqueios de «Mercado» dificultam de forma evidente a transição para uma economia circular [2,99,100].

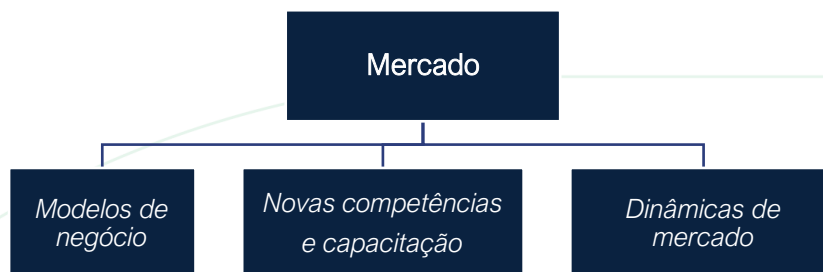


Figura 6. Divisão dos bloqueios de Mercado

Um dos principais bloqueios de «Mercado» resulta dos baixos custos na aquisição de matérias-primas naturais associado à economia linear, em contraste com os elevados custos na reutilização e reciclagem de materiais na economia circular [18,25,101]. Segundo Mont *et al.* [102] os baixos custos de aquisição das matérias-primas impedem que exista uma competição equilibrada, levando a que a reciclagem de muitos materiais não ocorra por ser economicamente desvantajosa comparada com as matérias-primas [103]. Além disso, Ranta *et al.* [25] afirmam que as iniciativas de economia circular seriam tão caras que exigiriam subsídios financeiros para garantir a sua viabilidade económica, pelo que o acesso a fontes de financiamento é fundamental para as

empresas. Aqui poderá funcionar a penalização de materiais não reciclados [101] ou através de incentivos financeiros na utilização de materiais reciclados.

O baixo custo das matérias-primas naturais é um bloqueio importante e atual. Por exemplo, o custo do plástico com origem em combustíveis fósseis é muito menor do que de plástico de origem biológica ou reciclado [17], o que prejudica a aquisição dos produtos circulares [15,104]. Este é um dos bloqueios identificados no eixo «Cultural» pois se o custo das tais matérias-primas fosse mais elevado, levaria a uma maior procura de produtos circulares. Esta procura estimularia o interesse e a procura dos consumidores que se preocupam com os custos na tomada de decisão [18] e poderia levar a que o hábito de operar em economia linear se reduzisse (reduzindo este bloqueio). Similarmente, o custo reduzido associado ao fim de vida dos materiais/produtos (usualmente conduzidos a aterro) [105] constitui também um bloqueio significativo à implementação de uma economia circular no setor da construção. Todos estes bloqueios podem levar a que os diversos atores ao longo da cadeia não optem por materiais mais circulares.

O elevado investimento inicial nos novos modelos de negócio circulares, devido aos custos de requalificação e a respetiva curva de aprendizagem [106–109] é um outro bloqueio. A disponibilização de ações de formação e de capacitação e iniciativas de financiamento poderiam fomentar o empreendedorismo, tentando compensar parte dos elevados custos de implementação e dando suporte às empresas na transição (como por exemplo, na implementação de estratégias de logística inversa). Sublinha-se a necessidade de realizar atividades de investigação e desenvolvimento, e implementar processos de certificação necessários para os novos modelos de economia circular [82,110,111].

O custo elevado do investimento inicial pode ser considerado um bloqueio «Cultural», sendo o sobrecusto inerente à implementação de modelos de negócio circular uma justificação dada pelos empresários renitentes na transição [17,51] assim como a dificuldade no acesso ao financiamento [111]. Para suportar esta nova estratégia de circularidade, a divulgação e forma de acesso ao financiamento, deverá chegar a todo o tecido empresarial devendo ser concebido a longo prazo em oposição a, por exemplo, modelos de *leasing* com uma perspetiva de curto prazo.

A forma de funcionamento da comunidade empresarial e de investimento é um outro bloqueio identificado, uma vez que esta frequentemente opera a curto-prazo, sendo os gastos de capital prioritários relativamente às despesas operacionais, esperando retornos rápidos sobre o investimento [112,113]. Este facto tende a favorecer relações de transação em vez de colaborações de longo prazo, não contribuindo positivamente para a execução de projetos com objetivos sociais e ambientais, e com retornos financeiros mais longos [75,112,114].

Tal como noutros eixos, a inexistência de exemplos de negócios de sucesso e de casos de estudo demonstradores, implementando modelos de economia circular no setor da construção, são fatores de bloqueio frequentemente referidos na literatura [69,84,86,113] e tal pode resultar de falhas na sua disseminação, faltando informação quanto ao seu eventual sucesso.

Quando os bloqueios de «Mercado» são analisados em detalhe, verifica-se que existem vários bloqueios potenciais associados ao subgrupo *Modelos de negócio* (Tabela 7), às *Novas competências e capacitação* (Tabela 8) e às *Dinâmicas de mercado* (Tabela 9).

Tabela 7. Bloqueios de Mercado - **Modelos de negócio**

Modelos de negócio	<p>Raros negócios de sucesso e de casos de estudo demonstradores [51,61,64]</p> <p>Micro e pequenas empresas com dificuldades face ao aumento de procedimentos e requisitos [101,104]</p> <p>Desafios na orçamentação e previsão de custos vs. ganhos futuros [62]</p> <p>Inexistência de cadeias logísticas inversas adequadas [18]</p> <p>Escassas instalações de reciclagem com dimensão adequada (ou pouco desenvolvidas) [62]</p>
-------------------------------	--

Tabela 8. Bloqueios de Mercado - **Novas competências e capacitação**

Novas competências e capacitação	<p>Poucas parcerias com as cadeias de logística [61,115]</p> <p>Falta de educação e conhecimento técnico dos intervenientes quanto à EC (por ex. desconstrução) e sua aplicação no setor da construção [61,62,65]</p> <p>Necessidade de conhecimento sobre o potencial económico e ambiental dos materiais numa EC [65,95]</p> <p>Produtos não concebidos para durabilidade, fácil manutenção, desmontagem e reutilização [18,116]</p> <p>Projetos concebidos segundo princípios de EC são no entanto construídos numa economia linear [51]</p> <p>Elevados custos e escassez de mão-de-obra especializada [61,62,65]</p> <p>Desconhecimento dos custos de transporte e de tratamento dos materiais [62]</p> <p>Desaparecimento tendencial de algumas profissões [65]</p> <p>Pouco planeamento das demolições, sem requisitos para a triagem [86,117]</p> <p>Desconhecimento dos benefícios da antecipação do fim de vida e potenciais valorizações [62]</p> <p>Desconhecimento quanto à disponibilidade, quantidade e qualidade dos materiais [62,65]</p> <p>Falta de capacidade para gerir prioridades devido a falta de coerência [51]</p>
---	---

Tabela 9. Bloqueios de Mercado - **Dinâmicas de mercado**

Dinâmicas de mercado	Elevados custos de investimento inicial e falta de recursos financeiros disponíveis [17,51,61,72]
	Baixo preço de mercado de matérias-primas particularmente em Portugal [9,17,51,62,63]
	Facilidade de deposição de resíduos em aterro e custo reduzido [9]
	Custos mais elevados associados aos materiais mais circulares (reutilizados, reciclados, ...) [61,62]
	Baixo valor dos materiais/produtos no seu fim de vida [64,82]
	Financiamento limitado para modelos de negócio circulares [17,51,61]
	Custos de recolha dos RCD elevados, sendo económica e ambientalmente pouco rentável o transporte de resíduos deste fluxo em distâncias superiores a 20 km [63]
	Insuficiente quantidade de RCD entregues nos operadores de gestão de resíduos, levando a que os preços das matérias-primas primárias sejam mais vantajosos face aos materiais reciclados [10]
	Incerteza face ao tempo disponível dos materiais necessários [61,67]

3.1.4. CULTURAIS

Os bloqueios «Culturais» foram subdivididos em três grupos (Figura 7):

- **valores fundamentais**, relacionados com a dificuldade e resistência apresentada pelas organizações e indivíduos em relação à mudança.
- **relações e sinergias**, referente à dificuldade de colaboração, à existência de uma mentalidade de grupo compartimentada e fechada (de silo) e à forte competitividade do setor da construção.
- **consciencialização** para alterar o conjunto de ideias pré-estabelecidas quanto à falta de qualidade de materiais secundários e decorrente falta de interesse por parte de todos os atores associados ao setor da construção.

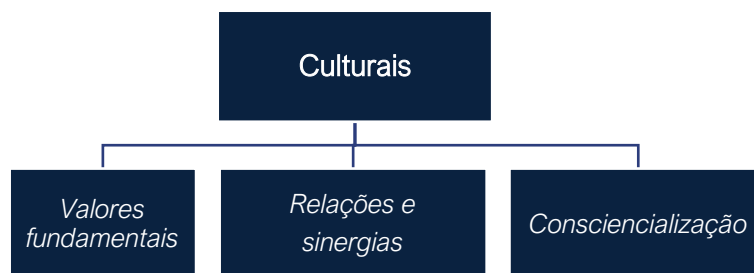


Figura 7. Divisão dos bloqueios Culturais

O modelo de economia linear é caracterizado por uma abordagem mais compartimentada e isolada, com maior ênfase na propriedade e intervenientes relutantes em partilhar o conhecimento.

Surgem, por isso, diversos bloqueios: falta de interesse e consciência do consumidor/utilizador; cultura da empresa hesitante e forte tradição em operar em economia linear [17,24,25]. Outros bloqueios podem ser destacados, como se descreve de seguida.

A falta de interesse, conhecimento e/ou compromisso ao longo de toda a cadeia de valor – da parte dos fornecedores, clientes, e outros intervenientes – é um dos principais bloqueios da transição [61,118] e sem que se dê lugar a um progresso gradual e efetivo, a transição será lenta e difícil. Este bloqueio cria um entrave significativo na conceção de projetos aplicando os princípios associados a uma economia circular [62,107,115], pois se uma entidade isolada pretender avançar nesta transição, acabará por sofrer da falta um conjunto de modelos de negócio e/ou infraestruturas ao longo da cadeia de valor e do ciclo de vida da construção e do edifício. É um ambiente conservador em que do ponto de vista sociológico a mudança acarreta medos, incertezas e desafios, havendo resistência à mudança [65]. Para ultrapassar esses receios, as cadeias de logística devem ser devidamente formadas quanto ao funcionamento de uma economia circular conhecendo quais as necessidades associadas à sua implementação nas suas estruturas organizacionais [115,119] uma vez que toda a sua rede de logística se tem de comprometer na implementação da economia circular [68].

A falta de colaboração entre empresas e dentro das organizações entre trabalhadores em diferentes funções e departamentos [20,73,113] devido à elevada competitividade dos mercados cria um bloqueio difícil de ser ultrapassado [3,75]. Esta falta de colaboração dentro das organizações é usualmente conhecida como mentalidade compartimentada (*silos mentality*) expressando a incapacidade de diferentes departamentos e funções dentro da mesma organização trabalharem em conjunto e contribuírem para um objetivo comum. Verifica-se a colaboração vertical ao longo da cadeia de abastecimento, não se verificando a mesma em termos horizontais entre empresas concorrente o que torna todo o processo de transição complexo e resistente à mudança [18,51]. Relativamente à cultura das organizações, considera-se que a economia circular não se encontra (ainda) integrada na estratégia, missão, visão, objetivos e indicadores-chave de desempenho, o que é crucial para a transição dos modelos de negócio, alinhando organizações e colaboradores neste objetivo [18].

A aceitação limitada do consumidor que prefere produtos novos [25,82,101] está diretamente relacionada com a falta de interesse, consciência e conhecimento ao longo da cadeia e representa um outro bloqueio difícil de ultrapassar. Os consumidores mudam rapidamente de ideias (seguindo tendências) mas os interesses e a consciência dos consumidores são difíceis de mudar [101].

Esta falta de interesse e consciência do consumidor origina a chamada “cultura de empresa hesitante”, que expressa a resistência que das empresas na implementação de princípios de economia circular [17]. A discussão sobre a transição para uma economia circular podem muitas vezes ser restrita ao departamentos de responsabilidade social corporativa e / ou ambiental de uma empresa, estando menos presente em departamentos mais influentes, como departamento de gestão ou finanças [107].

Dos estudos realizados com painéis de diferentes atores, verificou-se que as empresas identificaram obstáculos dentro das suas organizações, enquanto que quem formula as políticas presume que há muitas empresas que já adotaram o conceito de economia circular [120,121] o que se pode dever ao facto de que as discussões dos decisores / legisladores são tidas com empresas de maior dimensão e mais estruturadas, não representando todo o tecido empresarial, com diferentes níveis de desafios (das micro vs grandes empresas) [17].

De modo a sintetizar os bloqueios ligados ao eixo «Cultural», são apresentados os bloqueios para os diferentes grupos, tais como os bloqueios associados aos *Valores fundamentais* (Tabela 10), os bloqueios que se associam às *Relações e sinergias* (Tabela 11) e os bloqueios relativos ao subgrupo de *Consciencialização* (Tabela 12).

Tabela 10. Bloqueios Culturais - **Valores fundamentais**

Valores fundamentais	Cultura de empresa hesitante [17,18]
	Empresas com planeamento (e sustentabilidade financeira) a curto prazo [51,62]
	Complexidade do setor e dos edifícios/infraestruturas [15,51,62,64]
	Incompreensão da abordagem holística da economia circular [18]
	Setor muito conservador com resistência à mudança (preferência por manter o "business as usual") [7,18,61,65,122]
	Hábito de operar em ambiente de economia linear [17,18,61,62]
	Falta de estratégias com foco no fim do ciclo de vida do produto, por exemplo na reciclagem [18,52]
	Incumprimento ocasional da legislação (por ex. a gestão de RCD) [9,63]

Tabela 11. Bloqueios Culturais - **Relações e sinergias**

Relações e sinergias	<p>Falta de colaboração entre empresas e setor extremamente competitivo [51,64]</p> <p>Escassa colaboração entre departamentos e funções das organizações e falta de compromisso da administração [18,51,61]</p>
-----------------------------	--

Tabela 12. Bloqueios Culturais - **Consciencialização**

Consciencialização	<p>Reduzido interesse, conhecimento, compromisso e/ou colaboração ao longo de toda a cadeia de valor [9,15,17,18,51,61,62,64,65]</p> <p>Falta de consciencialização, interesse e conhecimento pelo consumidor/setor [17,61,62,72]</p> <p>Desconhecimento dos benefícios de longo prazo e do valor económico das alternativas circulares (da parte da indústria e do governo) [74,123]</p> <p>Preferência por materiais primários / produtos novos [61,62,101]</p> <p>Receio de menor qualidade decorrente da utilização de materiais secundários [104]</p> <p>Falta de consciência e interesse do consumidor e preço final mais elevado [18,61,62]</p> <p>Perceção do cliente do sobrecusto inerente à sustentabilidade [73,124]</p> <p>Falta de sensibilização dos donos de obra e empreiteiros nas isentas de licenciamento ou apenas de comunicação prévia [9,101]</p> <p>Falta de consciência ambiental e de civismo [69,125]</p>
---------------------------	---

3.2. OPORTUNIDADES

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) constituem uma parte muito significativa dos resíduos gerados em Portugal, à semelhança de outros Estados-Membros da UE. A sua composição heterogénea – com frações de composição e tamanho variado e a presença potencial de materiais perigosos – torna ainda mais difícil a sua gestão. Para além disso, a dispersão geográfica e o carácter temporário das obras dificultam o controle e a monitorização do desempenho ambiental das empresas do setor.

A economia circular difere fundamentalmente do processo produtivo atual, denominada por economia linear, existindo bloqueios à transição, tal como identificado na seção anterior Estes bloqueios agrupados em bloqueios «Políticos e regulamentares», «Tecnológicos», de «Mercado» e «Culturais» têm de ser abordados para serem resolvidos ou minimizados. De forma a responder aos bloqueios apresentam-se neste capítulo as oportunidades de melhoria agrupados nos mesmos subgrupos dos bloqueios identificados as quais suportam o Plano de Ação.

3.2.1. POLÍTICAS E REGULAMENTARES

As oportunidades de melhoria «Políticas e regulamentares» estão subdivididas nos mesmos grupos que os bloqueios mencionados anteriormente (apresentados na Figura 4). Relativamente às metodologias e instrumentos de apoio à implementação (Tabela 13) muitas das oportunidades referidas pelos diferentes autores focam-se em alterar o paradigma atual de conhecimento e formação no sentido de capacitar os trabalhadores, empresas, universidades e centros de formação, para que possam adquirir as competências necessárias para os modelos de negócio circulares, através da partilha de conhecimento e de dados [4,95,113].

Tabela 13. Oportunidades de melhoria Políticas e regulamentares - **Metodologias e instrumentos de apoio à implementação**

<p>Metodologias e instrumentos de apoio à implementação</p>	<p>Concertação na adoção da economia circular [61]</p> <p>Definir metodologias e métricas claras para a circularidade [61,64,72,81]</p> <p>Atuar como fonte de conhecimento e apoio, informando e divulgando mudanças nas políticas [121,126]</p> <p>Promover a divulgação de dados e reporte total, permitindo monitorização e transparência [23]</p> <p>Promover e estabelecer estratégia de comunicação circular, incorporando o <i>eco-design</i> e a avaliação do ciclo de vida considerando a fronteira do sistema do <i>berço ao berço</i> (<i>cradle to cradle</i>) [18,127–130]</p> <p>Criar documentação que suporte a demolição seletiva [57,96]</p> <p>Incentivar a contabilização da pegada de carbono e energética em todo o ciclo de vida considerando os impactes incorporados e operacionais na avaliação de opções e reconhecendo os benefícios a curto, médio e longo prazo [68,73]</p> <p>Disponibilização, de locais de deposição de resíduos onde sejam facilmente separados [97,98]</p> <p>Implementação de uma infraestrutura de logística inversa [18,51,64,113]</p> <p>Impulsionar o desenvolvimento de bases de dados de recursos de materiais e plataformas de extração urbana (<i>urban mining</i>) que possam demonstrar o valor da recuperação e desmontagem de materiais de construção para uso secundário [131]</p> <p>Promover iniciativas que reduzam a impermeabilização do solo, a reabilitação de terrenos devolutos e o incentivo ao uso seguro, sustentável e circular de solos de escavação [132]</p>
--	--

Os governos devem ter um papel assertivo no apoio à implementação de modelos circulares na indústria, no estabelecimento de estratégias obrigatórias de *eco-design* e de avaliação do ciclo de vida do “berço-ao-berço” (*cradle-to-cradle*) em todos os produtos e serviços [95,127,133] com a adoção de uma abordagem de contabilização do carbono durante todo o ciclo de vida [37,134,135]. Neste sentido, é importante que o governo atue como catalisador de conhecimento [120,136], dinamizador da criação de metodologias para a circularidade e métricas claras para avaliar a implementação [23,64,137,138] sendo o promotor da transparência e da partilha [85].

Uma outra oportunidade de melhoria é a definição de documentação que suporte a demolição seletiva [57,96], o desenvolvimento de bases de dados de recursos materiais e plataformas de extração urbana (*urban mining*) que possam demonstrar o valor da recuperação e desmontagem de materiais de construção para uso secundário [131,139].

A criação de um acordo global quanto à adoção da economia circular [61] permitirá estabelecer objetivos e identificar políticas internas e quadros regulamentares para a gestão de recursos naturais e a transição para uma economia circular. Outras oportunidades de melhoria relacionam-se com aspetos de infraestrutura, sendo referida a implementação de uma infraestrutura de logística inversa e a disponibilização a nível local de locais de deposição de resíduos [97,98].

Por fim, propõe-se a promoção de iniciativas com preocupações ao nível do território, que reduzam a impermeabilização do solo, a reabilitação de terrenos abandonados e o incentivo ao uso seguro, sustentável e circular de solos de escavação [132].

A legislação e o enquadramento regulamentar, a par das questões económicas e financeiras, são os principais obstáculos à implementação de processos de circularidade identificados na literatura e em casos de estudo. As oportunidades de melhoria apontadas, relativas à *Normalização e legislação* (Tabela 14) referem a criação de uma reforma legislativa, regulamentar e normativa que impulsionando a economia circular e se integre com a legislação e requisitos existentes [18,51,61,64,102], nomeadamente na gestão e aproveitamento dos resíduos [61].

Tabela 14. Oportunidades de melhoria Políticas e regulamentares - **Normalização e legislação**

Normalização e legislação	Reforma legislativa, regulamentar e de normas de forma a se adequarem à economia circular e integração com a restante legislação e requisitos existentes [18,51,61,102]
	Desenvolvimento de normas, regulamentos e esquemas de garantia [51,64]
	Diretrizes quanto à gestão e aproveitamento dos resíduos e reutilização, reaplicação, e outras formas de valorização [61]
	Documentação de suporte às auditorias pré-demolição e a declaração da quantidade e tipo de resíduos a ser recolhidos [81,82]
	Quadro regulamentar que obrigue à demolição seletiva e correta gestão de resíduos [86,96]
	Fichas técnicas de produto incluindo a eficiência do material e durabilidade e promoção generalizada dos passaportes de materiais [22,102,140,141]
	Esquemas de certificação da qualidade dos materiais/produtos reutilizados/secundários [64,142,143]
	Concertar metas de eficiência energética com metas de economia circular [12,61,106,113]

Os estudos presentes na literatura sugerem que se crie legislação que exija demolição e deposição seletiva [86,96] e documentação de apoio às auditorias pré-demolição, incentivando a declaração das características e quantidades de resíduos que podem ser recolhidos e valorizados [81,82].

A promoção e generalização do uso dos passaportes de materiais [22,102,140,141] permite manter o conhecimento sobre os materiais, produtos e componentes ao longo do tempo, incentiva os fornecedores a produzir materiais e produtos de construção com potencial circular e apoiam as escolhas de materiais em projetos de construção reversível. A criação de esquemas de certificação da qualidade dos materiais secundários, facilitando o processo de desclassificação de resíduos [142–144] é ainda referida. Um fator-chave para a circularidade na construção é a concertação e integração de metas relativas à eficiência energética (entre outras) com os princípios da economia circular [19,106,126,145].

As oportunidades referentes a *Políticas tributárias, de financiamento e contratação* (Tabela 15) evidenciam que deve existir um foco na criação de incentivos e medidas de suporte fiscal, mas também taxas que reflitam os custos ambientais e sociais dos materiais no preço final dos produtos e serviços [61,107,123]. É ainda necessária uma avaliação dos sistemas ecológicos e dos *stocks* de capital natural, porque neles reside a essência para o funcionamento do sistema de suporte de vida no planeta Terra [17,24]. Produtos e serviços que não têm impacto ou contribuem positivamente para a ecologia e a sociedade devem ter um custo reduzido, apresentando uma vantagem competitiva em relação aos produtos não circulares [101]. A criação de impostos para o uso de materiais não renováveis e a redução das taxas para projetos que contemplem o uso de materiais secundários [126,136] é assim uma oportunidade. O aumento das taxas de deposição em aterro sempre que não acompanhada pela expansão e desenvolvimento de uma infraestrutura sólida de recolha, tratamento e reciclagem de resíduos poderá originar um possível aumento de deposição ilegal de resíduos devendo esta oportunidade de melhoria ser tratada com cuidado [13,14].

A criação de incentivos para a implementação da economia circular [51,53,61,102,112,142] e sua monitorização [18,23,72,146,147], bem como a promoção do financiamento que permita a realização de atividades de investigação, desenvolvimento e inovação relacionada com novos

materiais e procedimentos circulares [72,102,111] são oportunidades de melhoria mais ligadas ao potencial financiamento.

Tabela 15. Oportunidades de melhoria Políticas e regulamentares - **Políticas tributárias**

Políticas tributárias, de financiamento e contratação	Definir um quadro fiscal de apoio [51,53,136]
	Considerar o carbono e a energia incorporada nos materiais criando taxas associadas (custos ambientais e sociais internalizados nos preços) [18,61,148]
	Criar um imposto sobre os materiais não-renovados/veis [53,126]
	Reduzir impostos para os materiais secundários [53,98,104,131]
	Aumentar as taxas de deposição em aterro, com o risco de aumento das ilegalidades [13,14,123]
	Reformar as políticas tributárias reduzindo os impostos sobre mão-de-obra e aumentando o imposto sobre os materiais (conservando os recursos naturais) [102,126,149,150]
	Incentivar a implementação da EC [51,53,61,102,112,142]
	Monitorizar a implementação da EC em função das métricas propostas [18,23,72,146,147]
	Financiar a investigação sobre materiais e processos ligados à economia circular [72,102,111]
	Selecionar opções mais facilmente implementáveis e com um bom retorno (promovendo-se “vitórias mais fáceis” que impulsionam a motivação na adoção de novas medidas) [51]
	Apoio político à contratação pública ecológica e circular [18,51,61,72,78], considerando requisitos circulares nos processos de compras públicas e privadas [68,69,78]
	Fomentar a incorporação de uma percentagem de materiais secundários [97,117]
	Responsabilização do produtor [18,51]
	Definir períodos de garantia mais longos e peças de reposição disponíveis por mais tempo [102]

Relativamente à contratação, refere-se como oportunidade de melhoria a aquisição de obras, bens ou serviços, por parte das autoridades públicas que pretendam contribuir para ciclos fechados de energia e materiais ao longo da cadeia de abastecimento, minimizando os impactes ambientais e a geração de resíduos em todo o ciclo de vida [18,51,61,72,78]. A nova abordagem proposta pela União Europeia através da iniciativa “Level(s)”⁸⁷ sugere integrar a Avaliação do Ciclo de Vida na contratação pública⁸⁸ e a “EU sustainable finance framework”⁸⁹ incluindo a taxonomia no cumprimento de objetivos de redução de carbono e potencial captação de carbono [146,151–153]. Aqui, a adoção generalizada da Contratação Pública Ecológica poderá ser um fator determinante.

⁸⁷ https://ec.europa.eu/environment/levels_en

⁸⁸ https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm

⁸⁹ https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance_en

A responsabilização do produtor pelo impacte ambiental associado ao ciclo de vida dos materiais, produtos e serviços prestados, com períodos de garantia mais longos e peças de reposição disponíveis durante mais tempo [52,122] é também uma oportunidade. Deve ser considerado como objetivo de base o estímulo ao desenvolvimento de produtos com maior tempo de vida e logo com menos impactes e estratégias de design que contemplem a circularidade desde a sua conceção [64,95,114].

3.2.2. TECNOLÓGICAS

As oportunidades de melhoria de base «Tecnológica», foram subdivididas em dois grupos: *Plataformas e ferramentas digitais e, Investigação, desenvolvimento e inovação.*

No que se refere a *Plataformas e ferramentas digitais* (Tabela 16) o desenvolvimento de um mercado digital *online* para materiais secundários [67,77,82], onde seja possível reunir vendedores e compradores de todo o país (permitindo um comércio mais fácil e eficiente) irá incentivar a utilização dos materiais secundários como base para os processos de construção.

As ferramentas e estratégias de colaboração e design, [18,20,51,64,67] com o desenvolvimento de plataformas de partilha de informações e bases de dados [20,67,154,155], reunindo dados disponíveis e aplicando análises de dados avançadas (*machine learning, big data, etc.*) [18,156,157] permitem melhorar significativamente a colaboração e potenciação dos dados e do conhecimento.

Tabela 16. Oportunidades de melhoria Tecnológicas - **Plataformas e ferramentas digitais**

<p>Plataformas e ferramentas digitais</p>	<p>Desenvolvimento de plataformas de mercado digital para materiais secundários [20,61,62,77,101]</p> <p>Desenvolvimento de sistemas de gestão pública e privada circulares (<i>matchmaking e ecommerce</i>), com suporte no atual portal BASE [61,67,78]</p> <p>Ferramentas e estratégias de colaboração e design (ex. BIM) [18,20,51,64,67]</p> <p>Desenvolver plataformas de partilha de informações e bases de dados (sobre materiais, produtos, sistemas construtivos, edifícios através dos passaportes de materiais/edifícios) [20,67,154,155]</p> <p>Reunir os dados disponíveis e utilizar análises de dados avançadas (ex. <i>machine learning, big data</i>) [18,156,157]</p> <p>Reunir e reportar informações de forma consistente e precisa com o compromisso de total transparência e melhoria contínua, gerando um centro de recursos e de casos de estudo para a comunicação dos benefícios da construção circular [71,113]</p>
--	---

Na área da *Investigação, desenvolvimento e inovação* (Tabela 17) a pesquisa, desenvolvimento e inovação circulares e sustentáveis [3,51,67] e o desenvolvimento de ferramentas e diretrizes que suportem a decisão e o design [64,67,158] são identificados como oportunidades. Os passaportes de materiais e edifícios fornecem informações sobre qualidade, quantidade, localização, valor económico e o tempo expectável de vida dos materiais num determinado edifício [21] tornando-se mais fácil a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais no final de vida (demolição ou desconstrução). O desenvolvimento do conceito de construção / edifício como banco de materiais (BAMB - *Buildings as Material Banks*⁹⁰) [22,82,83,95] e a capacitação dos intervenientes no uso dos passaportes de materiais integrados num gémeo digital que contenham toda a informação sobre os materiais utilizados, funcionando ao passaportes como 'unidades de armazenamento digitais' facilmente acessíveis [22,159].

Tabela 17. Oportunidades de melhoria Tecnológicas - **Investigação, desenvolvimento e inovação**

Investigação, desenvolvimento e inovação	Fomentar a pesquisa, desenvolvimento e inovação em processos, produtos e modelos de negócio circulares [3,51,67]
	Desenvolvimento de ferramentas e diretrizes que suportem a decisão e o design [64,67,158]
	Utilização generalizada de passaportes de materiais e edifícios [20,65,67,110,141]
	Desenvolvimento e capacitação quanto ao conceito de 'Construções como bancos de materiais', ou originalmente <i>Buildings As Materials Bank (BAMB)</i> [65,82,95]
	Desenvolver e aplicar procedimentos de <i>upcycling</i> (em detrimento do <i>downcycling</i>) dos materiais recolhidos [62,64,160]
	Recolher e analisar dados sobre os custos incorporados e operacionais em projetos-piloto, servindo para estabelecer metas futuras de melhoria de desempenho [113,159]

Por fim, pode ser identificada a necessidade de desenvolver procedimentos de (re)valorização (*upcycling*) que permitam valorizar os materiais recolhidos, em detrimento do habitual seu uso desvalorizado (*downcycling*) e do procedimento a evitar com a condução dos materiais e produtos a aterro [62,64,69,160,161], perdendo-se o seu potencial de valorização por completo.

3.2.3. MERCADO

As oportunidades de melhoria associadas com o eixo de «Mercado» encontram-se subdivididas em três grupos: *Modelos de negócio*, *Novas competências e capacitação*, e *Dinâmicas de mercado*.

⁹⁰ <https://www.bamb2020.eu/>

Em termos de *Modelos de negócio* (Tabela 18) uma das oportunidades de melhoria passa por fomentar a criação de modelos de negócio adaptados ao funcionamento de uma economia circular [18,51,64,101,102] abordando a circularidade não só numa perspetiva dos custos e ganhos (ambientais, sociais e económicos) como adotando uma visão global de ciclo de vida [51,54,58,61,62,162]. Alguns desses novos modelos de negócio, como por exemplo a transição de um modelo baseado no produto para um modelo baseado no serviço, permitem a longo prazo criar valor quer para a empresa, quer para o cliente [18,68,74,163].

Tabela 18. Oportunidades de melhoria de Mercado - **Modelos de negócio**

<p>Modelos de negócio</p>	<p>Novos modelos de negócio circulares (cadeias de logística circulares, recuperação e reciclagem; extensão vida útil produto; plataforma de partilha; produto como serviço) [18,51,64,101,102]</p> <p>Integrar o conceito de metabolismo e de sinergias urbanas (promovendo a relação entre produtores e consumidores dentro da região, minimizando deslocações) [8,93,131]</p> <p>Adoção de visão de custo de vida total usando diversas métricas (ex. durabilidade, carbono, energia, custo/poupanças) [51,54,58,61,62,162]</p> <p>Novos modelos de serviço com a economia de serviços (servitização da economia circular e valor para o cliente a longo prazo) [68,74]</p>
--------------------------------------	--

A integração do conceito de metabolismo e sinergias urbanas, promovendo a relação entre produtores e consumidores e por tipologia de recursos dentro de uma determinada região, de forma a minimizar deslocações [8,93,131] é, também ela, uma oportunidade importante a explorar.

Ao nível das *Novas competências e capacitação* (Tabela 19) salienta-se a importância de compreender e implementar o conceito de construções / edifícios como bancos de materiais (*Buildings As Material Banks*) [22,62,82,95] influenciando os clientes e capacitando as empresas na escolha de materiais mais circulares (respondendo também aos requisitos energéticos, acústicos, térmicos, etc.). De forma a que seja possível integrar toda esta informação, surge a necessidade de suportar o processo de decisão através de análises multicritério, permitindo avaliar um conjunto de alternativas para alcançar a decisão mais próxima da ideal (ou de compromisso) [65,124,164].

Tabela 19. Oportunidades de melhoria de Mercado - **Novas competências e capacitação**

<p>Novas competências e capacitação</p>	<p>Fomentar o pensamento de <i>Buildings As Material Banks</i> [22,62,82,95]</p>
	<p>Capacitar os designers para considerarem a (des/re)construção, conhecimento dos materiais, tecnologias da construção, adaptação do processo em função da disponibilidade de materiais [65,82,87,117,165]</p>
	<p>Capacitar os intervenientes quanto à escolha de materiais sustentáveis e de base circular garantindo os restantes requisitos (acústicos, térmicos, ...) através de análises multicritério [65,124,164]</p>
	<p>Capacitar quanto ao processo de avaliação do ciclo de vida na tomada de decisão (ex. na escolha de materiais com vista a redução do carbono incorporado) [83,122,156]</p>
	<p>Apoiar os atores a identificar e quantificar as suas contribuições, p. ex. de carbono incorporado, em cada etapa do ciclo de vida e tomar medidas para mitigá-los [156,166]</p>
	<p>Promover o aparecimento de novas profissões [4,17,65,112]</p>

Nesse sentido é importante capacitar projetistas para o design para a desconstrução, através do conhecimento sobre os materiais e tecnologias de construção (flexibilizando o processo de projetar em função da disponibilidade de materiais) [65,82,87,117,165]; na utilização da metodologia de avaliação do ciclo de vida na tomada de decisão (escolha de materiais e com vista a redução do carbono incorporado) [83,122,156]. Esta será uma oportunidade para que surjam novas profissões, devendo ser criadas as bases que suportem a educação e capacitação desses novos profissionais que tornam o funcionamento da economia circular possível (e mais eficiente) face aos obstáculos e bloqueios existentes e futuros [4,17,65,112].

Relativamente às oportunidades de melhoria ligadas às *Dinâmicas de mercado* (Tabela 20) a criação de incentivos financeiros para utilização de materiais secundários [53,61,64] poderia potenciar soluções financeiramente competitivas de base circular (as soluções existentes estão voltadas para uma abordagem linear) [111]. Simultaneamente, o custo de recolha de materiais deverá ser reduzido, facilitando o processo designado de extração urbana (*urban mining*) [126,131]. Estas oportunidades podem também ser associadas ao eixo Cultural na resistência dos atores em utilizar materiais secundários. As dinâmicas de mercado devem atuar na perceção para um valor acrescentado nos materiais secundários impulsionando a sua utilização [18,112], através de casos demonstradores que promovam esta alteração na perceção.

Uma melhor utilização e gestão do ambiente construído (e não a sua expansão) poderá ser um fator importante para esta transição para um modelo de economia circular [167], através de adaptação e flexibilização dos espaços, contribuindo para uma melhor utilização do território.

Tabela 20. Oportunidades de melhoria de Mercado - **Dinâmicas de mercado**

Dinâmicas de mercado	Incentivos financeiros na utilização de materiais secundários (custos mais baixos para os materiais circulares) [53,61,64]
	Custos mais baixos de recolha de materiais (ex. mão-de-obra) (potenciando a mineração urbana) [126,131]
	Disposição para pagar se a proposta tiver mais valor (ex. esteticamente mais apelativa ou duradoura) e para isso deverá ser prevista a utilização de casos de demonstração [18,112]
	Apoiar o crescimento sustentável através do desenvolvimento de cadeias de abastecimento locais [84,158]
	Melhor utilização e gestão do ambiente construído (e não a sua expansão) [167]

Adicionalmente, as cadeias de abastecimento representam um ponto fulcral para o sucesso de uma empresa e uma das formas de apoiar o crescimento sustentável é através do desenvolvimento de cadeias de abastecimento locais [84,158], criando empregos locais e minimizando impactes e custos associados com o transporte.

3.2.4. CULTURAIS

Os bloqueios «Culturais» são bastante limitadores para a implementação de uma economia circular no setor da construção que é um setor marcadamente tradicional. O desconhecimento e o receio de mudança, dos diferentes atores ao longo da cadeia de valor, foram identificados como bloqueios cruciais, pelo que estes se tornam um alvo preferencial na implementação de oportunidades de melhoria que os permitam minimizar, ou até mesmo eliminar [158].

É identificada como oportunidade em termos de *Valores fundamentais* (Tabela 21) a necessidade de liderar pelo exemplo (“*lead by example*”) [51,61,122], construindo uma motivação global quanto à sustentabilidade e circularidade [51], e desafiando as abordagens habituais dando lugar à mudança [7,122]. Pretende-se que os diferentes atores deixem de ter uma abordagem fragmentada quando se considera a implementação de uma economia circular [51,73,142], promovendo mudanças na estratégias de aproximação a esta nova realidade [108].

Por fim, assinala-se a necessidade de desenvolver a confiança nas decisões políticas [104,168], em que a utilização da liderança pelo exemplo por parte dos decisores, pode ser um fator crucial para o sucesso da implementação de uma economia circular no setor da construção.

Tabela 21. Oportunidades de melhoria Culturais - **Valores fundamentais**

Valores fundamentais	A liderança impulsiona a mudança ao liderar pelo exemplo (" <i>lead by example</i> ") [51,61,122]
	Promover o conceito de sustentabilidade / motivadores ambientais e a necessidade da sua consideração para as condições oferecidas às gerações futuras [51]
	Pensamento sistémico, evitando uma abordagem fragmentada à implementação de uma economia circular [51,73,142]
	Desafiar o " <i>Business as usual</i> " demonstrando o modelo de negócio sustentável e circular [7,122]
	Desenvolver internamente as estratégias de sustentabilidade e de circularidade nas empresas [108]
	Desenvolver a confiança nas decisões políticas (diferentes atores estão politicamente desligados) [104,168]

As oportunidades analisadas em termos de *Relações e sinergias* (Tabela 22) apresentam uma forte necessidade de apostar em atividades de envolvimento de toda a cadeia de valor [51,53,61,72,95,119] fomentando o estabelecimento de relações de longo prazo [68,73,108], a partilha de conhecimento e informação dos diferentes atores e em níveis diversos de atuação [71,95,113,125,159,169] (p. ex., a nível local, uma indústria utilizar os resíduos de outra indústria para a manufatura de novos produtos sustentáveis).

Tabela 22. Oportunidades de melhoria Culturais - **Relações e sinergias**

Relações e sinergias	Maior envolvimento do setor com os principais parceiros da cadeia de valor (criando oportunidades de negócios combinadas, realizando testes de viabilidade de produtos e materiais, identificando onde oportunidades nas práticas mais circulares) [51,53,61,72,95,119]
	Realizar testes à potencial viabilidade da cadeia de abastecimento [72,113,136]
	Potenciar relações e parcerias de longo prazo [68,73,108]
	Fomentar a reutilização e partilha [78,104,169]
	Apoiar ativamente a transparência e disponibilização de dados, com maior partilha de conhecimento em todo o setor [82,84,85,156], promovendo a ligação a outros setores e entidades de referência da EC apoiando a tomada de consciência e a capacitação) [95,125,169]
	Criar uma economia de escala através da agregação de projetos (potenciando o alinhamento entre a oferta e a procura pela colaboração entre entidades intervenientes na construção e desconstrução/demolição) [51]

Uma economia circular deve contemplar aspetos que promovam o crescimento da reutilização e partilha de produtos [78,104,169], com diferentes projetos que podem ser agregados (criando escala) e alinhando a procura de materiais (resultantes da demolição/desconstrução) e com a procura (necessários na construção) [51]. O estabelecimento de relações e de sinergias será um dos principais facilitadores da implementação de princípios de economia circular num setor que é

caracterizado por ser fechado, competitivo, e com uma mentalidade organizacional vincadamente segmentada.

O maior bloqueio na fase inicial da implementação de uma economia circular neste setor, tal como identificado anteriormente, está associado à falta de *Consciencialização* e conhecimento global transversal a todos os atores (Tabela 23). A criação global de uma consciência social terá de partir da administração pública e privada [61,93], de forma a que seja possível mostrar a todos os atores que a abordagem circular é socialmente tida como importante e desejável [62,65,72]. Para isso terá de se demonstrar a sua eficiência e relevância (por exemplo através de casos piloto [16,64,113]) apresentando à sociedade os ganhos com a sua implementação nas várias vertentes (inclusivamente económica) [15,18,19,64,67,72,101,107].

A consciência alargada da população quanto às alterações climáticas [2,3] em conjunto com a demonstração dos benefícios da economia circular (incluindo na dimensão económica) [161,170] poderão ser os dois fatores chave a potenciar a implementação de princípios de economia circular no setor da construção em Portugal.

Tabela 23. Oportunidades de melhoria Culturais - **Consciencialização**

Consciencialização	<p>Compromisso das administrações das empresas e do Governo na promoção circularidade nas organizações [61,93]</p> <p>Uma imagem social das empresas que envolve o cliente no seu projeto circular (ex. <i>Be cool, be circular</i>) [62,65,72]</p> <p>Disponibilidade de informação relevante estimulando a procura [51,61,83]</p> <p>Visão mais clara para a definição de uma economia circular dentro do ambiente construído e respetivos conceitos associados [18,51,72]</p> <p>Formação e educação sobre economia circular, criando uma consciência social e mudando preferências do consumidor, mostrando benefícios [15,18,19,64,72]</p> <p>Apresentar evidências de sucesso, como por exemplo casos-piloto [16,64,113]</p> <p>Compreender que a economia circular pode representar novas oportunidades económicas [67,101,107]</p> <p>Consciência e perceção da população das alterações climáticas (mostrar a causa/efeito) [2,3]</p> <p>Quantificar e comunicar os benefícios financeiros do Design Circular [161,170] (evidenciando a motivação económica)</p> <p>Estabelecer uma abordagem coletiva mais clara e consciente ao considerar, monitorizar e reportar a economia circular [62]</p> <p>Promover a partilha aberta de ideias entre os vários atores [115,119]</p>
---------------------------	---

4. TRANSIÇÃO CIRCULAR NO SETOR DA CONSTRUÇÃO PORTUGUÊS

Na caracterização do estado atual da circularidade no setor da construção em Portugal, foram consideradas as contribuições dos parceiros⁹¹ do Protocolo durante as reuniões e discussões mantidas pelo Grupo de Trabalho e a sua contribuição direta na elaboração deste Relatório. Para esta caracterização os diversos atores envolvidos neste setor em Portugal foram também consultados durante os cinco *workshops* e sete ações de capacitação em formato *webinar* e presencial. Os *workshops* permitiram obter uma caracterização do setor tendo sido possível identificar e priorizar os principais bloqueios, bem como propor potenciais oportunidade para os ultrapassar. Os eventos tiveram uma organização híbrida com uma primeira parte expositiva seguido de uma parte interventiva em que os vários atores foram divididos em grupos de trabalho e utilizando uma metodologia conjugando princípios de *design thinking* em ambiente de *focus group*. Os eventos realizados online podem ser visualizados no *website* circularidade.builtcolab.pt.

Os projetos de investigação que têm vindo a ser realizados na área da circularidade e sustentabilidade no setor da construção são outra fonte de informação sendo o programa *EEAgrants*⁹² um grande impulsionador da investigação nesta área. Este capítulo apresenta uma síntese dos resultados e do conhecimento gerado nos projetos de investigação tendo alguns dos resultados sido integrados no presente texto.

Neste capítulo são assim apresentados os bloqueios, prioridades e oportunidades identificadas em Portugal, bem como as principais ações e medidas identificadas para ultrapassar esses bloqueios. Adicionalmente, apresentam-se os principais pontos a considerar num modelo “simplex”, identificando-se os principais eixos de simplificação e agilização contemplados na elaboração do Plano de Ação. Finalmente, são apresentados os principais contributos dos projetos *EEAgrants* nesta temática e com relevância para o setor da construção em Portugal.

⁹¹ Os parceiros do Protocolo são AECOPS, AICCOPN, APA, CIP, CPCI, IMPIC e PTPC.

⁹² <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/>

Todos estes contributos suportaram a execução do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* em Portugal, para que seja possível efetuar a transição de uma economia linear para uma economia circular no setor AEC.

4.1. BLOQUEIOS E PRIORIDADES

A emergência ambiental e metas traçadas globalmente e metas específicas para o setor, obrigam a uma mudança de paradigma no setor da construção, nomeadamente, ao nível dos projetos, dos processos produtivos, da organização e gestão dos estaleiros, da logística, dos modelos de negócio, da qualificação dos profissionais e dos materiais utilizados. Para a mudança ser efetiva deve envolver de forma ativa todos os participantes da cadeia de valor da construção: dos projetistas aos utilizadores finais dos produtos da construção; dos decisores políticos à opinião pública; dos construtores aos donos de obra; às empresas, aos investigadores, fornecedores de materiais ou, de forma mais abrangente, toda a sociedade.

Atendendo às ambiciosas metas estabelecidas, esta transformação – a implementação de um elevado grau de circularidade no setor da construção – não irá ocorrer de forma “*natural e automática*”, mas resultará de um processo endógeno ao normal funcionamento do mercado e da economia, sendo dinamizado pelo aumento da produtividade e da eficiência ou induzido pelo comportamento racional dos agentes económicos ao procurarem maximizar os seus interesses particulares. A mudança que se perspetiva tem um custo económico significativo e uma alteração de aspetos de política, legislação e regulamentação que necessita de ser aceite pela sociedade e mitigada pelas políticas públicas.

Os custos diretos e indiretos da transição do setor da construção para novos processos produtivos de economia circular apresentam significativos efeitos macroeconómicos (sociais, ambientais e económicos) que importa quantificar e antecipar para que estes não se traduzam em dificuldades acrescidas para um tecido empresarial que tem um papel determinante na Estratégia Europeia de Recuperação e Resiliência. Este é um setor essencial para recolocar Portugal numa trajetória de crescimento e convergência com a restante Europa, alterando profundamente os atuais modelos económicos, levando em linha de conta dimensões cruciais como a transição ecológica e digital (“*twin transition*”). Para isso deve ser reforçada a importância de antecipar os efeitos económicos

desta transição, incluindo o potencial aumento dos custos de produção e do preço final (da construção nova e da reabilitação) dos diferentes produtos (edifícios de habitação, comerciais e nos diferentes tipos de infraestruturas).

A estratégia e o ritmo de implementação da economia circular na construção devem articular e compatibilizar a urgência do processo de transição com o aumento dos custos que advém da sua implementação. Importa identificar os efeitos estruturais positivos e contribuir para um desenvolvimento económico sustentável a longo prazo, possível através da articulação e calendarização das políticas de investimento, as medidas fiscais, o quadro legal e regulamentar, a capacitação do tecido empresarial, a qualificação da mão de obra, a competitividade interna e externa das empresas e a capacidade de atração de investimento e talento. Esta transição é um objetivo incontornável pois o país necessita de assegurar uma visão global, capaz de integrar as diferentes dimensões de intervenção necessárias.

A avaliação do grau de incorporação da circularidade dos processos produtivos de cada obra deveria ser executada com base numa análise custo-benefício considerando, por um lado, o seu impacto económico e ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida e, por outro, as condições concretas de financiamento e rentabilidade dos investimentos. Um dos problemas identificados na economia portuguesa é a incapacidade de quantificar as externalidades associadas à introdução de legislação e normas técnicas, aliada a uma desarticulação entre regulamentação em áreas de governação distintas, representando encargos acrescidos, duplicação de trabalho ou dificuldade na aplicação de normativas desarticuladas. Um exemplo desta situação é a necessidade de emissão de *Guias Eletrónicas de Acompanhamento de Resíduos* e, em simultâneo, de *Guias de Transporte ao abrigo do Regime de Bens em Circulação*, obrigações de reporte de uma mesma realidade realizadas a distintas entidades.

Como referido na introdução deste capítulo, os bloqueios e respetiva priorização resultaram não só da intervenção e contributo dos elementos do Grupo de Trabalho, mas também pela condução das diversas ações associadas ao Protocolo (os *workshops* e Ações de Capacitação), tendo permitido a agregação de conhecimento junto dos principais atores do setor. Os dois primeiros *workshops* intitulados “*Economia circular: visão do ciclo de vida (ACV) da conceção à*

desconstrução da obra, o papel dos donos de obra” e *“Como passar da teoria à ação na incorporação de materiais reciclados no setor da Construção”* são baseados na abordagem metodológica de *design thinking* em ambiente *focus groups*. Com a adoção desta metodologia, foi possível obter a participação dos diversos atores do setor em sessões de trabalho para identificação de bloqueios, sua priorização e potenciais medidas a adotar para ultrapassar os principais bloqueios (num total de cinco sessões, com cinco temas associados à temática dos workshops). Na Figura 8 apresenta-se a distribuição média da assistência na sua ligação ao setor. Os dois workshops abrangeram aproximadamente 160 pessoas em termos de inscrições individuais (muitos dos participantes assistiram a ambos os workshops) com um total acumulado de assistências em ambos os eventos de 266 participantes.

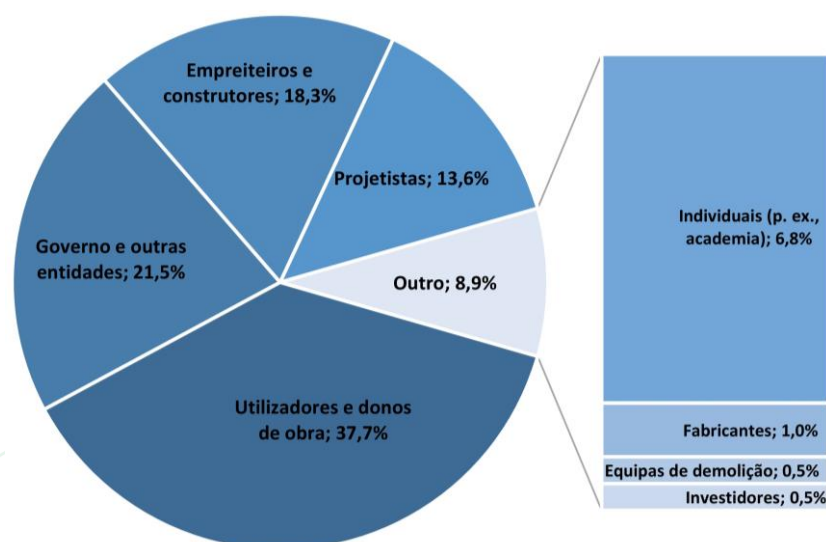


Figura 8. Distribuição percentual média dos participantes nos workshops 1 e 2

A vasta distribuição profissional dos participantes nos workshops (Figura 8) demonstra que os principais atores se encontraram representados tal como recomendado no documento europeu *Circular Economy Principles for Buildings Design*⁹³. Verificou-se uma forte participação dos donos de obra (38%), administração pública (22%), empreiteiros e construtores (18%), e projetistas (14%), com uma presença reduzida dos restantes grupos muito embora todos foram devidamente ouvidos durante as sessões de trabalho realizadas.

⁹³ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/39984>

As sessões de trabalho foram suportadas através da plataforma *online Conceptboard*⁹⁴, tendo numa primeira fase sido identificados os bloqueios, que depois foram priorizados através de votação. Para os mais votados, logo os considerados mais prioritários, foram enumeradas as ações / medidas que poderiam levar à sua resolução. É possível ter uma visão geral de um dos *Conceptboards* resultantes de uma das sessões de trabalho realizadas na Figura 9 e a distribuição dos principais passos em análise. Os bloqueios identificados foram divididos em quatro pilares – i) Político e Regulamentar; ii) Tecnológico; iii) Mercado; e iv) Culturais – permitindo a organização da informação para a elaboração do Plano de Ação.

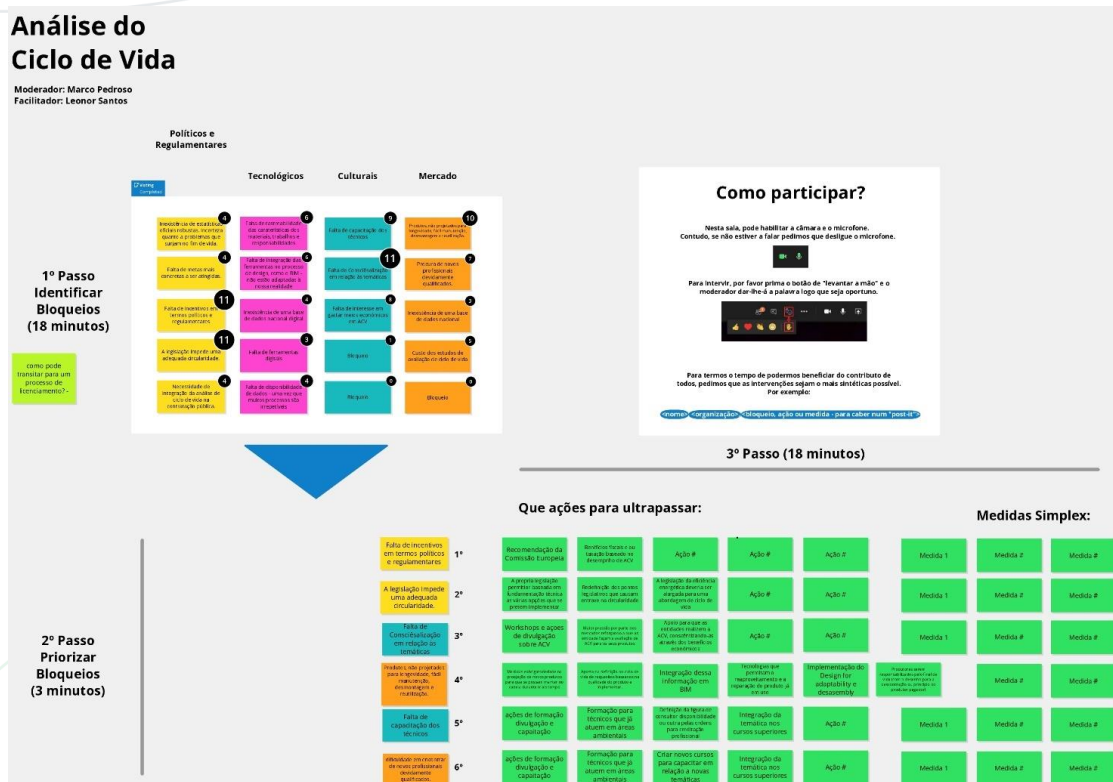


Figura 9. Visão geral do *Conceptboard*: exemplo de uma sessão de trabalho

As primeiras duas fases das sessões de trabalho decorreram de forma interligada e sequencial: primeiro os participantes identificaram os bloqueios existentes e depois priorizaram-nos através de votação. Na Figura 10 é possível observar estas duas fases: bloqueios identificados por cada pilar e sua respetiva importância para os participantes, decorrente da votação.

⁹⁴ <https://conceptboard.com/>



Figura 10. Conceptboard após priorização dos bloqueios identificados: exemplo de uma sessão de trabalho

Os bloqueios mais votados foram alvo de discussão, sendo identificadas pelos participantes eventuais medidas para a sua resolução e formas de simplificação dos procedimentos (através de documentos ou procedimentos simplificados) (Figura 11).



Figura 11. Conceptboard com a identificação das ações e/ou medidas para resolução dos bloqueios: exemplo de uma sessão de trabalho

Deste modo, foi possível identificar um conjunto de bloqueios para cada um dos pilares sendo estes apresentados nas Tabelas seguintes e destacados (célula em verde) os bloqueios que recolheram maior número de votos junto dos diversos participantes (considerados como de maior relevância). Foram também considerados como prioritários os bloqueios repetidamente identificados em diversas sessões mesmo que ainda não estivessem identificados anteriormente. Este processo permitiu, então, a identificação de ações-chave a considerar.

Na Tabela 24 apresentam-se os bloqueios **Políticos e regulamentares** identificados nas sessões de trabalho. Os bloqueios prioritários centram-se na harmonização da documentação, integração, interligação e simplificação da legislação e regulamentos, e seu acesso facilitado por parte dos diversos atores, sendo ainda notada a falta de incentivos em termos políticos e regulamentares.

Tabela 24. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - **Políticos e regulamentares**

Bloqueios Políticos e regulamentares	<p>Complexidade da legislação. Cadernos de encargos não contemplam nas especificações a reutilização de materiais e não definem/exigem a incorporação de RCD. Custo de degradação ambiental e social não considerados no Valor do Projeto. Falta de discussão e de informação ao nível da contratação ecológica. Falta de incentivos em termos políticos e regulamentares e de benefícios para projetos que integrem os princípios da sustentabilidade e circularidade. A legislação impede a transição (ex. restrições legais na reabilitação e renovação de edifícios). Inexistência de cronograma para a obrigatoriedade da aplicação das compras públicas ecológicas.</p>
	<p>Dificuldade em estabelecer uma relação fluida / contínua entre os diversos operadores do mercado da construção. Falta de estabilidade política e económica. Taxas municipais elevadas. Desfasamento entre a legislação e estado da arte (no conteúdo e no tempo). Complexidade dos procedimentos de contratação pública. Necessidade de integração da ACV na contratação pública. Falta de uma base de classificação comum. Inexistência de estatísticas oficiais robustas e incertezas em relação ao fim de vida. Falta de metas concretas a atingir. Necessidade de novas especificações (ex. especificações do LNEC). Financiamento do risco na utilização de materiais reciclados. Criar e promover o alvará verde da construção, com vista a premiar o bom desempenho Ambiental das empresas</p>

Na Tabela 25 encontram-se os bloqueios identificados para o pilar **Tecnológico** sendo os principais bloqueios identificados a falta de tecnologias e metodologias nas atividades de construção e desconstrução/demolição; falta de literacia e competências na utilização de ferramentas e plataformas digitais; e pouca partilha de informação (sobre materiais, produtos, sistemas) expressando a necessidade de desenvolvimento de plataformas de troca de informação.

Tabela 25. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - **Tecnológicos**

Bloqueios Tecnológicos	Tecnologia de construção para a desconstrução não desenvolvida (custo superior na reparação/reabilitação do que em obra nova).
	Desconhecimento de materiais alternativos / inovadores.
	Falta de informação sobre o desempenho ao longo do ciclo de vida;
	Inexistência de uma base de dados nacional digital;
	Indisponibilidade de dados e falta de repetição (obras únicas e irrepetíveis).
	Competências informáticas insuficientes ou desajustadas.
	Falta de consciencialização para marcação CE (ex. misturas betuminosas com material reciclados).
	Poucas aplicações de RCD em soluções robustas (assegurando segurança e estabilidade)
	Inexistência de plataforma para a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Custo de Ciclo de Vida (CCV) (ambiental e económica).
	Falta de inovação nos materiais ecológicos e da extensão do seu ciclo de vida.
	Falta de rastreabilidade das características associadas aos materiais, trabalhos e responsabilidades para as várias fases da construção.
	Inexistência de ferramentas digitais e/ou de integração das ferramentas digitais no processo de design como o BIM (existentes não adaptadas ao contexto português).
	Dificuldade na triagem de resíduos (ex. remoção e tratamento de materiais tóxicos e nocivos).
	Falta de qualidade dos materiais com incorporação de reciclados.

Na Tabela 26 apresentam-se os bloqueios associados ao pilar de **Mercado** tendo sido identificados o reduzido preço das matérias-primas extraídas da natureza face ao preço dos materiais reciclados; a falta de capacitação / formação dos diversos atores; a inexistência de projetos-piloto e resultados demonstradores; e a escassez de financiamento para projetos / capacitação.

Tabela 26. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - **Mercado**

Bloqueios Mercado	Inexistência projetos demonstradores com a reutilização de materiais reciclados/reincorporados.
	Inexistência de mercado para os RCD e falta de obras de destino.
	Preço elevado dos reciclados face às matérias-primas equivalente (principalmente em Portugal).
	Falta de sensibilização dos fabricantes para a incorporação de materiais reciclados.
	Tempo de vida dos produtos curto (difícil manutenção, desmontagem e reutilização).
	Falta de capacitação dos técnicos e restantes atores associados ao setor e escassez novos profissionais devidamente qualificados (nas entidades adjudicantes e adjudicatárias)
	Financiamento comunitário não inclui critérios ambientais.
	Falta de interesse, conhecimento e/ou compromisso ao longo de toda a cadeia de valor.
	Custo elevado dos estudos de ACV.
	Inexistência de uma base de dados nacional com as características de produto, que permitam encontrar no mercado materiais que garantam a incorporação de reciclados.
	Preconceito do que é ecológico é mais caro.
	Falta de ações de capacitação em torno das temáticas ambientais.
	Inexistência de exemplos de negócios expressivos e de casos de estudo convincentes.
	Falta de infraestruturas locais de receção para tratamento dos resíduos e sua articulação com os municípios.

A Tabela 27 apresenta os bloqueios identificados para o pilar **Cultural** sendo identificada a falta de conhecimento e de consciência global quanto à importância da sustentabilidade e da circularidade (do setor AEC e da sociedade em geral); a relutância na mudança das organizações e da sociedade; e a necessidade de envolvimento global (uma vez que a mudança pode ser impulsionada pelo cliente/utilizador).

Tabela 27. Bloqueios identificados nas sessões de trabalho - **Culturais**

Bloqueios Culturais	<p>Falta de aceitação por parte dos agentes de materiais reciclados preferindo os materiais virgens. Exemplos práticos inexistentes ou pouco partilhados.</p> <p>Falta de consciencialização / formação do dono de obra para a contratação ecológica Desconhecimento da sociedade em relação às temáticas da circularidade e sustentabilidade. Falta de compreensão dos benefícios e diferenças entre a reutilização e a reciclagem.</p>
	<p>Falta de envolvimento de todos os atores. Incumprimento ocasional da lei com o depósito ilegalmente os resíduos. Perceção errada dos donos de obra quanto ao desempenho dos materiais reciclados. Falta de divulgação e disseminação dos materiais reciclados. Desinteresse em custear uma ACV não entendendo o benefício desta análise. Cultura empresarial resistente à abordagem holística da economia circular (mantendo o "<i>business as usual</i>"). Limitada troca de experiências entre os setores e falta de sinergias com as entidades municipais. Falta de foco no fim do ciclo de vida do produto. O projeto e o plano de prevenção e gestão de resíduos não contém a descrição adequada dos materiais existentes. Projetos não desenvolvidos com base no ciclo de vida dos materiais</p>

4.2. OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Após a identificação e priorização dos bloqueios, foram identificadas as medidas a ser adotadas para ultrapassar os bloqueios, tendo sido este um dos pontos de partida para a elaboração do Plano de Ação. As medidas identificadas foram divididas nos quatro pilares previamente identificados: *i)* Político e Regulamentar; *ii)* Tecnológico; *iii)* Mercado; e *iv)* Culturais; permitindo assim organizar o conhecimento para a elaboração do Plano de Ação.

Na Tabela 28 apresentam-se as oportunidades **Políticas e regulamentares** incluindo a necessidade de criação de políticas fiscais (financiamentos e incentivos) e a sua integração e interligação; a definição de determinados graus de obrigatoriedade; o potencial dinamizador das Compras Públicas Ecológicas e Inovadoras; e a necessidade de tornar os processos e procedimentos mais céleres e eficientes (harmonizando documentos e processos).

Tabela 28. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - **Políticas e regulamentares**

<p>Oportunidades Políticas e regulamentares</p>	<p>Incentivos para novos modelos de negócio circulares (ex. negócios na área da reciclagem de materiais).</p> <p>Desburocratizar processos e procedimentos tornando-os mais céleres e eficientes</p> <p>Certificação de processos simplificada.</p> <p>Motivar os municípios a definir isenções/reduções de taxas para projetos que incluam preocupações de circularidade/sustentabilidade.</p> <p>Cadernos de encargos ajustados às novas exigências (ex. incluindo informações da ACV)</p> <p>O Plano de gestão de resíduos desenvolvido como um elemento estratégico.</p> <p>Promover o recurso a estudos geoambientais.</p> <p>Criação de um portal que reúna a informação legal neste âmbito.</p> <p>Criação de novas “obrigações” ou “incentivos” a ser considerado desde o início do projeto.</p> <p>Melhorar a separação e triagem do material/resíduos e sua classificação.</p> <p>Promover a execução de auditorias de pré-demolição.</p> <p>Promover mecanismos de financiamento para a capacitação dos atores do setor AEC (projetistas, donos de obra, etc.).</p> <p>Disseminação e partilha de conhecimento incluindo das recomendações da União Europeia.</p> <p>Taxonomia baseada no desempenho quantificado pela ACV;</p> <p>Apoio e incentivo as entidades para a aplicação da ACV (clarificando os benefícios económicos).</p> <p>A legislação deverá ser elaborada de modo a permitir / suportar, baseada em fundamentação técnica, as várias opções que se pretendem implementar em termos de circularidade.</p> <p>Redefinição dos pontos legislativos que possam impedir a circularidade;</p> <p>Alargada a legislação sobre eficiência energética a uma abordagem do ciclo de vida.</p>
--	---

Relativamente ao pilar **Tecnológico** (Tabela 29) as oportunidades identificadas foram o incremento da literacia digital, o desenvolvimento de ferramentas e plataformas digitais de suporte e a promoção da investigação, desenvolvimento e inovação.

Tabela 29. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - **Tecnológicas**

<p>Oportunidades Tecnológicas</p>	<p>Capacitação em termos de literacia digital.</p> <p>Promoção da investigação, desenvolvimento e inovação.</p> <p>Estudo completo do desempenho dos materiais no ciclo de vida.</p> <p>Digitalização da construção como suporte à sustentabilidade e circularidade do setor.</p> <p>Implementação de ferramentas digitais que incluam BIM e SIG.</p> <p>Tecnologias que permitam o reaproveitamento e reparação do produto / construção durante a sua utilização.</p> <p>Plataforma digital com informação sobre materiais reciclados incorporados.</p> <p>Novas tecnologias para reciclagem dos materiais.</p>
--	--

As oportunidades identificadas no Pilar de **Mercado** (Tabela 30) incluem a necessidade de apostar na capacitação e formação dos diferentes atores do setor AEC; políticas de mercado que apoiem a transição; e a necessidade de disponibilizar informação de forma concentrada e transparente (utilizando plataformas digitais, criando *marketplaces* e potenciando o *e-commerce*).

Tabela 30. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - **Mercado**

<p>Oportunidades Mercado</p>	<p>Criação de um enquadramento para um banco de procura / oferta. Acesso simplificado a plataforma digital tipo <i>marketplace</i>. Incentivar ou obrigar projetistas a incorporar materiais reciclados. Apoio (discriminação positiva) quem desenvolve práticas sustentáveis e circulares. Criação legislação que inclua benefícios fiscais ou incentivos. Implementação dos conceitos: design for <i>adaptability, flexibility, disassembly e deconstruction</i> (em PT: adaptabilidade, flexibilidade, desmontagem e desconstrução). Capacitação dos técnicos que já atuam neste sector. Na conceção de novos produtos obrigatoriedade em prolongar o uso (durabilidades). Aposta na definição do ciclo de vida e qual a sua influência face às diversas opções disponíveis - requisitos baseados na qualidade do produto a implementar e desempenho no seu ciclo de vida. Produtores responsabilizados por todo o ciclo de vida incluindo o final de vida (seguindo o princípio do produtor pagador). Definição da figura de consultor de sustentabilidade e circularidade e reconhecimento por ordens profissionais. Ações de capacitação com entidades adjudicantes e adjudicatárias. Acordos voluntários para a utilização do referencial da contratação pública (ex. região CCCR Centro). Inclusão de critérios ambientais em todos os contratos.</p>
-------------------------------------	--

Na Tabela 31 são apresentadas as oportunidades associadas ao do pilar **Cultural**, incluindo a execução de ações de consciencialização e de sensibilização junto da sociedade; a divulgação dos resultados de projetos piloto; e o estabelecimento de relações e sinergias entre os diversos atores, sublinhando a necessidade de colaboração uma vez que o modelo de funcionamento da economia circular obriga a uma maior colaboração entre diversas entidades.

Tabela 31. Oportunidades identificadas nas sessões de trabalho - Culturais

<p>Oportunidades Culturais</p>	<p>Sensibilização do dono de obra para a aceitação de materiais secundários (reciclados) Corresponsabilização de todos os intervenientes. Fiscalização com responsabilização acrescida do dono de obra (p. ex., visando as características dos materiais e o cumprimento dos requisitos legais, tal como, 10% material reciclado). Casos práticos durante a formação e capacitação; Sessões de consciencialização transversais. Partilha de conhecimento quanto ao conteúdo de contratos e sua aplicação, permitindo o seu enquadramento e aprendizagem através de exemplos (ex. entre as autarquias). Workshops e ações de divulgação sobre a sustentabilidade e circularidade. Maior pressão por parte dos mercados (procura), impulsionando as entidades a efetuarem a ACV dos seus produtos (oferta). Promoção do <i>eco-design</i> valorizando protocolos e parcerias (novas ou existentes) Criar grupos de parceiros locais que promovam melhoria e partilha do conhecimento ao nível local face às diferentes experiências vividas. Promover projetos que demonstrem as atividades de construção/desconstrução seletiva (promovendo a reutilização e a reciclagem). Obrigatoriedade em apresentar a listagem e descrição da percentagem de incorporação de RCD, bem como de materiais com possibilidade de reciclabilidade.</p>
---------------------------------------	---

Em termos gerais podemos verificar a importância destas medidas na transição para um modelo circular no setor AEC tendo especial relevância: *i)* o desenvolvimento de políticas que suportem a

transição; *ii*) novas ferramentas e plataformas que permitam disponibilizar grandes quantidades de informação; *iii*) a capacitação e formação dos diferentes atores; e *iv*) a mudança de paradigma da sociedade e entidades face a uma nova realidade.

4.3. MODELO “SIMPLEX” NA TRANSIÇÃO PARA A CIRCULARIDADE

As alterações introduzidas nos processos construtivos rumo à circularidade pode representar o agravamento do custo da construção o que influencia significativamente a sua implementação (nos diferentes segmentos e produtos da construção). A introdução de novos critérios de circularidade deve considerar o efeito económico direto e indireto, dando resposta às necessidades diretas das famílias, das empresas e das comunidades, havendo um conjunto de fatores adicionais que deverão ser considerados para simplificar e facilitar a transição.

Importa ainda mensurar os efeitos macroeconómicos do aumento dos custos da construção por efeito da circularidade, nomeadamente, no investimento, na dívida pública e no PIB. Esta avaliação adquire particular relevância na atual conjuntura (mantendo-se ao longo da próxima década) onde coexiste a necessidade de relançar o investimento público sem agravar a dívida, aproveitando de forma eficiente e cujo impacte é estruturante dos fundos comunitários no crescimento.

Esta transição não pode representar um aumento exógeno dos custos da construção, comprometendo a realização dos investimentos. Nesse sentido, o ritmo e a extensão da implementação da economia circular deve ser realizado sem comprometer os equilíbrios macroeconómicos ao mesmo tempo que evita originar desequilíbrios económicos ou sociais. Na dimensão ambiental importa avaliar o efeito da adoção da “construção circular” uma vez que, a dimensão e a dispersão geográficas dos estaleiros, podem conduzir a situações paradoxais onde a circularidade e a reutilização dos materiais possa gerar efeitos ambientais adversos (balanços, i.e., *tradeoffs*). Assim sendo, no atual contexto socioeconómico em Portugal, o sucesso da implementação de uma estratégia de economia circular na construção pressupõe que se identifiquem e se balancem os ganhos e os custos adicionais, para compreender as implicações

económicas, sociais e políticas; sendo uma oportunidade de contrapor o grande défice de produtividade deste setor quando comparado com outros setores⁹⁵.

A capacidade de articulação e mobilização dos diferentes agentes económicos em torno de eixos mobilizadores comuns é determinante para o sucesso desta estratégia. E isso passa por uma correta avaliação das medidas a implementar, da otimização dos processos e de um adequado alinhamento com as empresas que, em cada uma das suas organizações, terão de lidar com as implicações práticas destes processos.

Para se implementar esta transição de forma simples, otimizada e eficaz, importa adotar um modelo de base “*simplex*” que tem sido utilizado pela Administração Pública, garantindo: simplificação, modernização e inovação. Para tal, esta abordagem de gestão utiliza de forma inteligente a tecnologia digital para gerir melhor e renovar a oferta de serviços, uma abordagem adotada no Plano de Ação de modo a chegar a todo o setor AEC. São assim desenvolvidas respostas simples, rápidas e colaborativas, que funcionam em ambientes de incerteza e de profundas alterações, respondendo às necessidades das pessoas e das empresas.

O modelo “*simplex*” a considerar na elaboração do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* em Portugal (baseado no documento “Simplex 2020/2021”⁹⁶) apresenta um conjunto de vetores de atuação base que servirão como elementos facilitadores da transição para a circularidade no setor AEC, sendo estes princípios adotados na sua construção. Esses vetores de atuação, baseados no documento “Simplex 2020/2021”, consideram os seguintes oito princípios:

- **Simplificar o cumprimento de obrigações** - *Disponibilização de processos, ferramentas, plataformas ou funcionalidades que facultam informação e orientação e abrem novos canais que facilitam o acesso ou simplificam a interação das pessoas ou entidades com o Estado para cumprimento de obrigações;*
- **Diminuir o número de interações** - *Eliminação de interações desnecessárias com as pessoas ou entidades através da reutilização por princípio de informação e dados pelos*

⁹⁵ <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/modular%20construction%20from%20project%20to%20products%20new/modular-construction-from-projects-to-products-full-report-new.pdf>

⁹⁶ <https://www.simplex.gov.pt/app/files/13c429b1b502e3899671afb1586c63c7.pdf>

processos, ferramentas ou plataformas existentes na Administração Pública e restantes intervenientes no setor AEC;

- **Ampliar os serviços digitais** - *Aumento da oferta de soluções digitais para satisfazer necessidades, novas ou pré-existentes, de forma mais célere, cómoda, melhorando a experiência d@s utilizador@s e evoluindo para a prestação de serviços personalizados e totalmente desmaterializados, simplificados e acessíveis “online”;*
- **Reforçar a proximidade às pessoas e ao território** - *Desenvolvimento de soluções multicanal, em contexto digital ou físico, com articulação entre serviços e entidades para, de forma colaborativa, implementar políticas e soluções que cheguem a todas as pessoas, promovendo a inclusão, a integração e a coesão territorial;*
- **Desenvolver as competências dos trabalhadores** - *Reforço da sua capacitação, com vista à sua motivação e envolvimento na modernização da envolvente ao setor AEC (público e privado), promovendo a informação, capacitação e formação, bem como adotando práticas inovadoras de gestão das pessoas;*
- **Promover a colaboração entre entidades** - *Colaboração sistemática entre entidades e setores (intra e inter setorial, público e privado) para implementar processos transversais, que apoiem a renovação da oferta de serviços às pessoas, empresas e organizações, assim como a operacionalização de políticas integradoras e harmonizadas;*
- **Aumentar a eficiência através da tecnologia** - *Utilização inteligente das soluções tecnológicas para aumentar a eficiência, através da governação coordenada da tecnologia, da partilha de soluções para suportar a desmaterialização de processos e da exploração de técnicas emergentes;*
- **Dinamizar a participação** - *Promoção da participação da sociedade como um todo, bem como das entidades (públicas e privadas) com ligação ao setor na melhoria do funcionamento dos vários procedimentos, serviços e no ciclo das políticas públicas, para colaborar ativamente na sua definição, implementação e avaliação, reforçando a confiança*

nas instituições e contribuindo para o reforço do seu empenho no cumprimento dos objetivos e metas propostas.

O Plano de Ação é guiado pelos princípios anteriormente apresentados associados ao modelo “simplex” apoiando a implementação e contribuindo para a sua adaptabilidade futura, a evolução expectável num contexto com implicações profundas neste sector.

4.4. PROJETOS NO ÂMBITO DA CIRCULARIDADE E SUSTENTABILIDADE

Diversos projetos de investigação têm vindo a ser promovidos pela FCT e outras entidades, para responder à emergência associada com esta transição, sendo que o financiamento através das *EEAgrants*⁹⁷ tem-se demonstrado especialmente relevante na temática da circularidade e sustentabilidade no setor AEC.

Apresenta-se de seguida uma síntese dos principais projetos (em curso ou já concluídos) apontado o seu contributo no conhecimento tecnológico e metodológico quanto à transição para a circularidade e o funcionamento do tecido empresarial do setor AEC em Portugal, tendo servido de suporte à elaboração do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* em Portugal.

C+D

O projeto C+D tem como promotor o centro de Investigação *Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability* (CERIS) do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, em Portugal, e como parceiro o *Norwegian Institute for Sustainability Research* (NORSUS), na Noruega. O principal objetivo é o desenvolvimento de uma plataforma online, que irá calcular os benefícios económicos e ambientais associados aos processos de desconstrução de edifícios e de reutilização dos resíduos de construção e demolição (RCD). A plataforma irá incluir um indicador de circularidade e estará disponível ao público juntamente com um manual (em PT e EN).

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/cplusd-close-the-loop-by-disclosing-the-benefits-of-buildings-deconstruction-and-materials-re-use/>

⁹⁷ <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/>

Circular2B

O projeto Circular 2B, é promovido pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e tem como parceiros em Portugal a Dreamdomus, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUC) e a *Stiftelsen for industriell og teknisk forskning* (SINTEF), na Noruega. O projeto visa o desenvolvimento de nano-materiais eco sustentáveis incluindo resíduos incorporados em sistemas de construção modular energeticamente eficientes e responde aos objetivos definidos no Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu (MFEEE) 2014-2021 e a estratégia nacionais em vigor. Contribui para a promoção da Economia Circular e descarbonização, indo de encontro às áreas de atuação do Programa Ambiente.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/construcao-circular-em-edificios-modulares-e-energeticamente-eficientes/> e <https://paginas.fe.up.pt/~circular2b/>

Circular Build

O projeto CircularBuild – Desenvolvimento e Validação do Conceito de Circularidade Aplicada à Construção Pré-fabricada Modular – tem como promotor a Concexec e como parceiros o LNEC, o Centro Habitat e o projeto / laboratório Rise, localizado na Noruega. Este projeto foca-se na investigação de materiais alternativos para painéis modulares (substituindo os atualmente utilizados) permitindo a completa circularidade do sistema produtivo e um total reaproveitamento dos resíduos provenientes da construção e demolição de casas como matéria-prima (sem comprometer o desempenho energético dos edifícios).

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/circularbuild-desenvolvimento-e-validacao-do-conceito-de-circularidade-aplicada-a-construcao-pre-fabricada-modular/> e <https://www.circularbuild.com.pt/en/#!/home>

Circular EcoBIM

O projeto Circular-EcoBIM, é promovido pela 3Drivers e conta com os seguintes parceiros: o Central BIMsurvey, o Atelier dos Remédios, a Potential Sketch, o Instituto Superior Técnico (IST), e a *Norwegian University of Science and Technology* (NTNU), da Noruega. Este projeto visa a criação de uma estrutura de dados para objetos BIM (um standard tipo *Product Data Template*) e

um conjunto de aplicações para: *i)* o cálculo de passaportes de circularidade de edifícios e componentes, *ii)* a integração e desenvolvimento de DAPs e *iii)* o cálculo de indicadores do sistema Level(s), a partir de modelos BIM. Estas aplicações serão integradas na Plataforma Circular-BIM, que incluirá ainda uma interface de comunicação e gestão da base de dados de objetos BIM e o módulo *Circular Digital Twin*, uma interface 3D para visualização dos indicadores de circularidade de forma integrada com a própria visualização dos modelos BIM.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/circular-ecobim/>

CirMAT

Este projeto é promovido pela empresa Domingos da Silva Teixeira, S.A., e tem como parceiros o Instituto Superior Técnico (IST), a Universidade do Minho (UM), e a *Norwegian University of Science and Technology* (NTNU), da Noruega. O CirMAT visa o desenvolvimento industrial e a promoção de múltiplos produtos / materiais com a incorporação de resíduos do setor da construção e da indústria siderúrgica. Este projeto procura reduzir o impacto das empresas do setor da construção que têm uma utilização intensiva de matérias-primas e recursos energéticos, sendo globalmente identificados como um dos maiores contribuintes para as emissões de CO₂.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/cirmat-circular-aggregates-for-sustainable-road-and-building-materials/>

CLOSER

O projeto CLOSER – *Close to Resources Recovery* – cujo promotor é o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e os parceiros são a APA e o IMPIC, desenvolveu um guia para auditorias de pré-demolição ou reabilitação de edifícios que procura aumentar a aplicação dos princípios da economia circular no setor da construção, assim contribuindo para a redução da geração de RCD, minimizando a presença de substâncias perigosas e promovendo a produção de materiais secundários de melhor qualidade.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/closer-close-to-resources-recovery/>

(Des)construir

O projeto (Des)construir para a Economia Circular, tem como promotor a Comunidade Intermunicipal do Baixo Alentejo e como parceiros o Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), a Universidade Nova de Lisboa (UNL), o Instituto Politécnico de Portalegre (IPP), o Resialentejo, EIM, a Smartwaste, a RDF Construções, a Cercibeja, a *International Development Norway AS*, da Noruega, a *National Centre for Sustainable Production and Consumption*, da Roménia e a ENVIROS, da República Checa. O objetivo do projeto é incentivar uma estratégia regional para a reutilização de produtos e componentes de construção, bem como a reciclagem de RCD, reduzindo assim o impacte ambiental da construção através da circularidade.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/des-construir-para-a-economia-circular/>

Edifícios circulares

O projeto Edifícios Circulares, cujo promotor é a Associação Smart Waste Portugal, sendo os seus parceiros a 3Drivers, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a PTPC, tem como objetivos a criação de ferramentas de suporte ao desenho e à construção de edifícios circulares, um conjunto de normas para a definição de passaportes de materiais, a definição e cálculo de métricas de eficiência material, hídrica e energética e, finalmente, a definição de indicadores de circularidade nas DAP.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/edificios-circulares/>

GrowingCircle

O projeto Growing Circle tem como promotor o Instituto de Construção e como parceiro a *Norwegian University of Science and Technology (NTNU)*, da Noruega. Este projeto pretende sensibilizar os agentes através de ações de formação/divulgação para o papel fundamental dos *Data Templates* – estruturas normalizadas e interoperáveis de metadados capazes de assegurar a circularidade da informação sobre as construções e suas partes constituintes – e demonstrar o seu impacte através da aplicação em casos de estudo. O projeto pretende, contribuir para a criação de processos e tecnologias que permitam sistematizar, agregar, gerir, rastrear e manter a

informação sobre objetos construídos e sobre os produtos de construção que os compõem e para a implementação de práticas mais circulares, eficientes e sustentáveis ambientalmente.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/growingcircle-integrated-data-for-efficient-and-sustainable-construction/>

ReBuild17

O projeto ReBuild17 tem como promotor a Secretaria Regional dos Transportes e Obras Públicas-LREC e como parceiros o Centro de Inovação em Materiais e Produtos Avançados e o *ReSource International*, da Islândia. O objetivo deste projeto é o desenvolvimento circular de cadeias de valor, através da criação de uma plataforma para a valorização de resíduos originados no setor da construção civil, e em que participem os vários *stakeholders* associados a este. Para além da plataforma, visa proceder a um conjunto de atividades que contribuem para uma maior eficácia, generalização da sua adoção e sustentabilidade considerando os seguintes fatores: *i)* o estudo e caracterização aprofundada dos resíduos produzidos na região e a nível nacional; *ii)* a avaliação, por via experimental, do potencial de reutilização de resíduos produzidos em novos produtos de construção; *iii)* a determinação de características de diversas alternativas de materiais que os incorporem e o desenvolvimento de soluções comercializáveis, por intermédio de um concurso de ideias; e *iv)* a gestão, governança e divulgação da plataforma, para captar *stakeholders*.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/rebuild17/>

UAveiroGreenBuildings

O projeto é desenvolvido pela Universidade de Aveiro (UA) e tem dois parceiros: a Associação Plataforma para a Construção Sustentável, e a entidade gestora do Cluster Habitat em Portugal. Este projeto envolve uma rede de instituições de I&D, municípios e empresas da cadeia de valor do Habitat, na afirmação de uma especialização em Construção Sustentável; EVRIS Foundation, da Islândia, criada com o objetivo de partilhar conhecimento e experiência islandesa com outros países. O objetivo é criar uma metodologia para aplicação dos princípios da Economia Circular na Universidade de Aveiro. Prevê-se a elaboração de um Plano de Gestão de RCD que obrigue à utilização de materiais com incorporação de reciclados (percentagem viável de acordo com o

estado da arte) e a definição de um instrumento de validação da aplicação dos princípios da construção sustentável e da economia circular.

Link: <https://www.eeagrants.gov.pt/pt/programas/ambiente/projetos/projetos/uaveirogreenbuilding/>

Projeto 3R-2CE-Reduce-Reuse-Recycle-Three roads to circular economy

Definição das barreiras e oportunidades (institucionais) portuguesas para acelerar a economia circular nos setores dos móveis, têxteis e construção. No âmbito deste projeto, foram identificadas as seguintes áreas prioritárias: Aumento da eficiência dos materiais, recolha seletiva e reciclagem (com preparação para reutilização) de resíduos urbanos e avaliação da infraestrutura de tratamento de resíduos. As medidas de apoio são estruturadas a partir da análise do estado da arte, desenvolvendo uma estratégia para a gestão da mudança e sua comunicação. As entidades participantes no presente Projeto são a APA, que coordena, o IAPMEI e o IMPIC.

Link: <https://cleancluster.dk/project/portugal-reduce-reuse-recycle/>

Todos estes projetos contribuem, de facto, para um maior nível de conhecimento quanto à implementação de princípios de sustentabilidade e de economia circular na indústria da construção. Contudo, sente-se a necessidade de integrar todo este conhecimento, de modo que a indústria possa assim suportar-se e alavancar o seu funcionamento. Assim, os contributos disponibilizados por estes projetos acabaram por ser identificados e integrados quer em termos de bloqueios, quer de oportunidades, contribuindo para a construção do Plano de Ação.

5. MÉTRICAS DA CIRCULARIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

Para avaliar o estado da implementação dos princípios de uma economia circular recorre-se à análise de um conjunto de métricas, indicadores e fluxos. Neste capítulo são apresentadas métricas de âmbito geral incluídas no quadro de indicadores considerado pelo Eurostat para o acompanhamento da transição para uma economia circular⁹⁸ e um conjunto de outros indicadores relevantes para o setor da construção.

Como tal, o tecido empresarial deste setor é caracterizado, suportando a definição das ações necessárias à capacitação das empresas. De seguida, apresenta-se o levantamento da extração de recursos naturais (com foco nos recursos associados ao setor da construção) e a análise à tipologia dos RCD em Portugal (quantificação global e resultantes das atividades realizadas em obra) apresentando-se por fim os fluxos de recursos (baseados em dados disponibilizados por diversas entidades).

5.1. CARATERIZAÇÃO DO TECIDO EMPRESARIAL EM PORTUGAL

Para caracterizar o tecido empresarial foram consultados dados sobre as empresas no INE [171], BPstat [172] e IMPIC [173,174] incluindo a dimensão, atividade principal e o número de empresas. Ligado ao tecido empresarial, encontram-se um conjunto de outros parâmetros diretamente associados, como sejam o número de licenças de construção, as condições ligadas à contratação e a extração de matérias-primas, cuja relação poderá representar um indicador importante na análise da circularidade do setor. São ainda apresentados os dados relativos à inovação, que se considerou refletida no número de patentes associadas à reciclagem e materiais secundários.

5.1.1. TIPOLOGIA DAS EMPRESAS

Em 2019 o setor da construção em Portugal tinha 49.405 empresas representando um volume absoluto de negócios de 22.104 M€ [172] e um total de 292.517 trabalhadores [172], demonstrando a importância deste setor para a economia nacional.

⁹⁸ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework>

A Figura 12 apresenta a distribuição das empresas do setor da construção por tipologia sendo que as microempresas têm menos de 10 trabalhadores, as pequenas empresas entre 10 e 50 trabalhadores, as médias empresas entre 50 e 250 trabalhadores, e as grandes empresas apresentando mais de 250 trabalhadores [171].

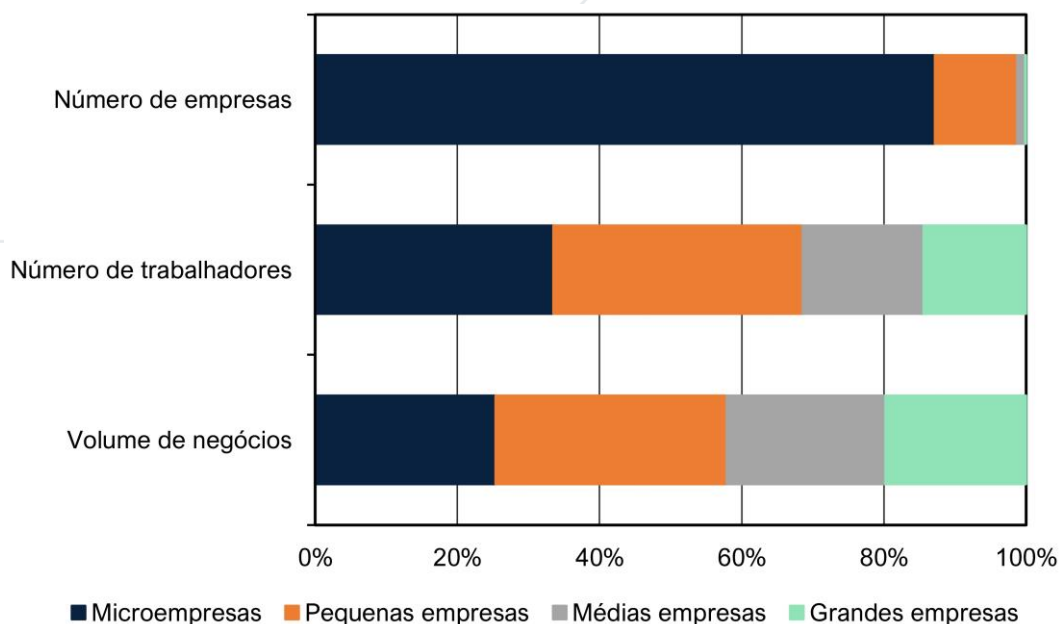


Figura 12. Distribuição das empresas do setor da construção por tipologia (em 2019, adaptado de BPstat [172])

O conjunto das micro e pequenas empresas representa mais de 98% (~ 48.400 empresas) do total das empresas a operar no setor da construção em Portugal, oferecendo emprego a cerca de 70% (~ 205.000 trabalhadores) dos trabalhadores do setor da construção, com o volume de negócios representando mais de 57% do total (~ 12.754 M€), muito relevante embora relativamente menor que nos outros parâmetros.

A atividade da construção é regulamentada⁹⁹ sendo para o seu exercício exigida habilitação (alvará ou certificado) – emitida pelo IMPIC, I.P. [173], que determina o valor limite das obras que uma empresa de construção poderá executar. Na Tabela 32, de acordo com o IMPIC [174] para 2020, é apresentado o valor limite e o número de empresas a operar em cada classe.

⁹⁹ Lei n.º 41/2015, de 3 de junho que determina a emissão de alvarás de acordo com as categorias e subcategorias constantes do Anexo I à Lei n.º 41/2015, de 3 de junho

Tabela 32. Classe das habilitações, valores limite e número de empresas

Classe Alvará	Valor limite (k€)	Número de empresas
1	166	10.186
2	332	11.722
3	664	1.991
4	1.328	1.663
5	2.656	1.229
6	5.312	381
7	10.624	156
8	16.600	53
9	> 16.600	85

No final de junho de 2020 existiam no setor da construção portuguesa 27.466 empresas habilitadas com Alvará e 27.778 com Certificado (valor limite 30 k€). (IMPIC [174]). As empresas de construção com alvará nas classes 1 e 2 representam cerca de 80% do total das empresas com alvarás emitidos demonstrando a forte contribuição das micro e pequenas empresas no tecido empresarial do setor da construção em Portugal.

5.1.2. SEGMENTOS DE ATIVIDADE ECONÓMICA E NÚMERO DE EMPRESAS

Em relação à segmentação por atividade económica, a construção de edifícios e as atividades especializadas representam a maior fatia do setor em número de trabalhadores, volume de negócios e no número de empresas (Figura 13).

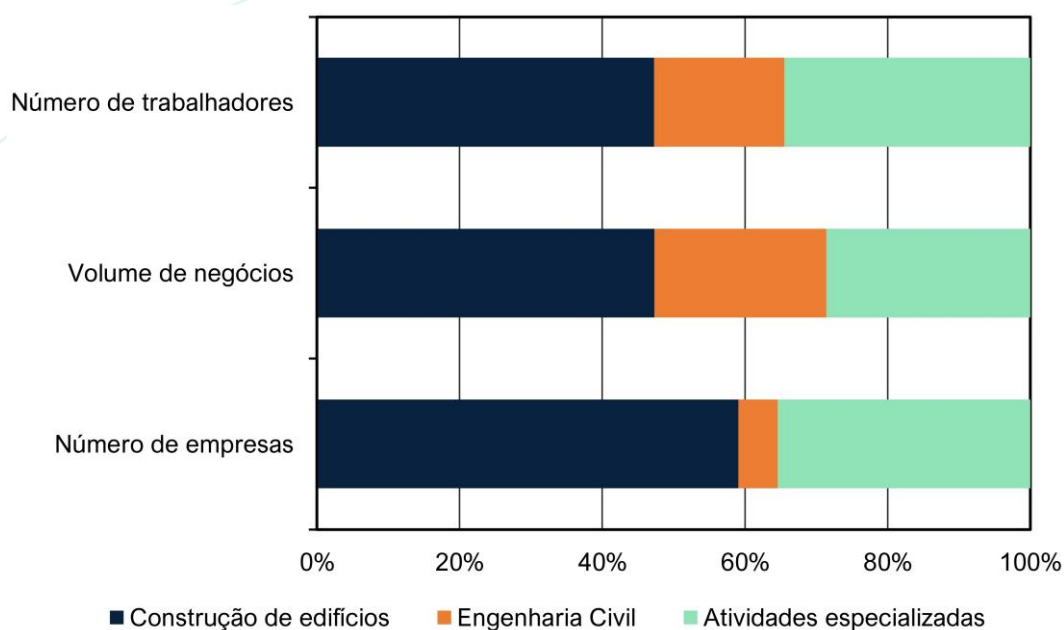


Figura 13. Segmentação por atividade económica no setor da construção (em 2019, adaptado BPstat [172])

A Figura 14 apresenta o comportamento do setor em termos de crescimento e/ou retração. Nos últimos três anos o setor tem apresentado um forte crescimento (crescimento acima de 4% em 2019) após uma diminuição significativa do número de empresas devido à crise económica em 2010-2012 (variação negativa de 4%).

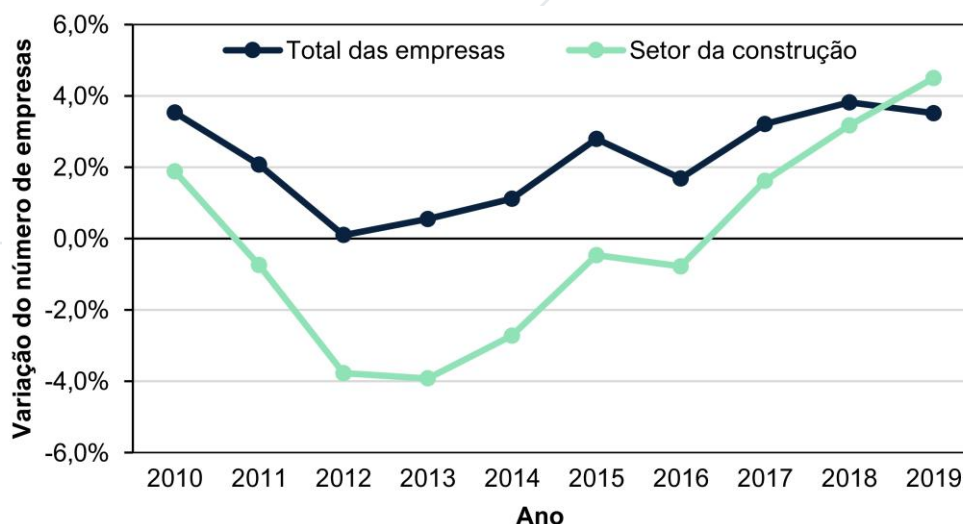


Figura 14. Evolução do número de empresas no total e no setor da construção (adaptado BPstat [172])

A atividade económica com maior relevância no setor da construção em Portugal é a construção de edifícios em crescimento nos últimos quatro anos, mostrando-se um setor muito relevante para a economia nacional.

5.1.3. LICENÇAS DE CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO NOVA

Importa relacionar a atividade de construção com os resultados obtidos para a extração, importação e exportação de matérias-primas naturais, para a avaliação efetiva quanto à eficácia da implementação de princípios de economia circular ao setor da construção.

A quantidade de novos fogos licenciados em Portugal – sendo este tipo de intervenção que representa um maior consumo associado de novas matérias-primas – diminuiu entre 2010 e 2015 para cerca de metade passado de 26.468 para 14.115, tendo voltado a aumentar de 2015 a 2019 para 22.413 (desde 2018 apresenta um desenvolvimento mais errático, com tendência à estagnação) (Figura 15).

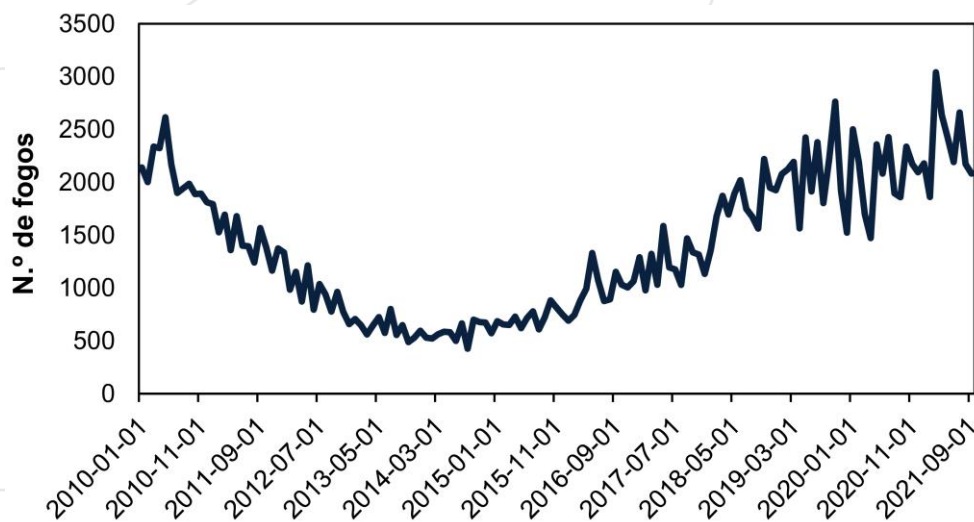


Figura 15. Evolução mensal do número de licenças de construção associadas a fogos de habitação nova (adaptado de BPstat [172])

5.1.4. CONTRATAÇÃO

A transição deverá ser impulsionada pelas várias entidades envolvidas, sendo as Compras Públicas Ecológicas e de inovação cruciais para a utilização de materiais circulares. Entre 2018 e 2020 foram celebrados 45.055 contratos de empreitadas e concessões de obras públicas com 2.183 entidades adjudicantes, dos quais 5.035 contemplaram pelo menos 5% de materiais reciclados, com 489 entidades adjudicantes (IMPIC no Portal BASE¹⁰⁰) representando 11,2% do total de contratos. Esta percentagem demonstra, assim, o significativo potencial que a contratação – neste caso as Compras Públicas Ecológicas – poderá apresentar na reutilização e na utilização de materiais reciclados, pese embora haja a necessidade de haver algum tipo de obrigatoriedade e/ou benefício efetivo na sua utilização.

O Portal BASE gerido pelo IMPIC, I.P. concentra toda a informação respeitante aos Contratos Públicos em Portugal, quer sejam referentes a empreitadas de obras públicas, quer a bens e serviços, sendo elaborado por este instituto um Relatório Anual da Contratação Pública.

5.1.5. INOVAÇÃO

A inovação a nível académico e empresarial pode ser avaliada através de dois indicadores principais: o investimento realizado em IDI e o número de aplicações práticas com potencial

¹⁰⁰ <https://www.base.gov.pt/base4>

(propriedade industrial através de patentes). Desde 2015 que se verifica o crescimento linear do investimento das empresas em IDI (Figura 16) (Pordata [175] e DGEEC [176]), sendo que a maioria do investimento foi em tecnologias transversais e suas aplicações (cerca de 32%) seguido por recursos naturais e ambiente (cerca de 14%).

A investigação tem como objetivo último o desenvolvimento de propriedade industrial, na forma de patentes, que permitem a melhoria e inovação dos processos industriais, provocando impactos positivos na adaptação do setor. O número de patentes por milhão de habitantes relacionadas com a reciclagem e materiais secundários é significativamente mais baixa em Portugal que a média europeia. No entanto, os dados mais recentes disponibilizados pelo Eurostat¹⁰¹ são de 2016, não espelhando o resultado do investimento crescente em IDI.

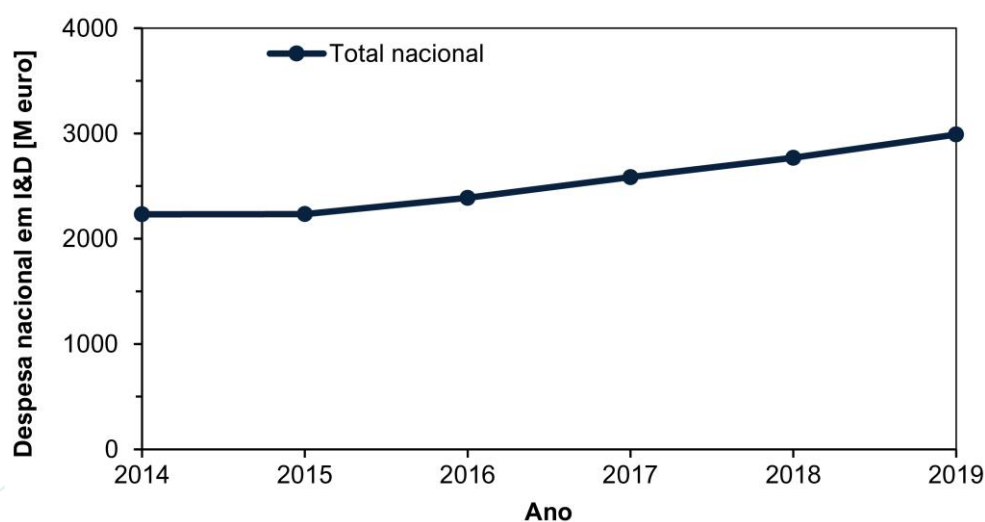


Figura 16. Despesa anual nacional em investigação e desenvolvimento (adaptado de Pordata [175])

Na publicação *Estatísticas do Ambiente 2019* [177], verifica-se um decréscimo constante do número de patentes verdes submetidos por residentes em Portugal, de 2016 (18 patentes) para 2019 (apenas 5). Estes números refletem algumas das barreiras que deverão ser ultrapassadas, tais como: a falta de investimento em IDI nesta área comparativamente com outras; potencial falta de meios (humanos e de infraestruturas); e a dificuldade na transferência do conhecimento entre os locais de IDI e a indústria.

¹⁰¹ https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_CIE020__custom_355163/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=2f9c5749-a486-4dbe-8cd9-974884540f79

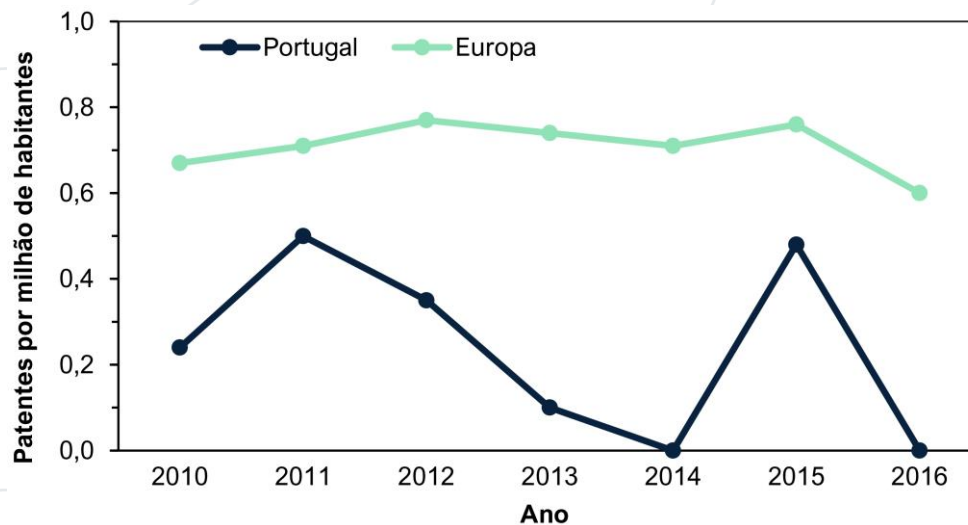


Figura 17. Número de patentes relacionadas com reciclagem e materiais secundários, por milhão de habitantes, para Portugal e Europa (adaptado de Eurostat e INPI [178])

5.2. INDICADORES DE CIRCULARIDADE UTILIZADOS NA REALIDADE EUROPEIA

Para melhor se enquadrar o atual estado da circularidade e da recuperação de RCD em Portugal, descreve-se e compara-se o desempenho dos restantes países da União Europeia, tendo por base dados estatísticos disponibilizados pelo Eurostat [178].

5.2.1. TAXA DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAL CIRCULAR

A taxa de uso de material circular – denominada de 'Taxa de circularidade' – é definida como a razão entre o uso de materiais circulares e o total de materiais utilizados, medindo a parcela percentual do material reciclado e reintroduzido na economia assim reduzindo a extração de matérias-primas primárias

Na Figura 18 encontra-se representada a taxa de uso de material circular associada a cada um dos países da União Europeia para a totalidade dos setores, sem que se demonstre a contribuição setorial individual (dados disponibilizados pelo Eurostat para o ano de 2019 [178]).

Pode-se verificar que Portugal se encontra aquém dos outros países europeus (Figura 18) com uma taxa de 2,3% (à semelhança da Bulgária) com a média europeia a situar-se próximo dos 12% e com a Bélgica com 24%, a Holanda com 30%, a França com 20%, e a Espanha com 10% [178].

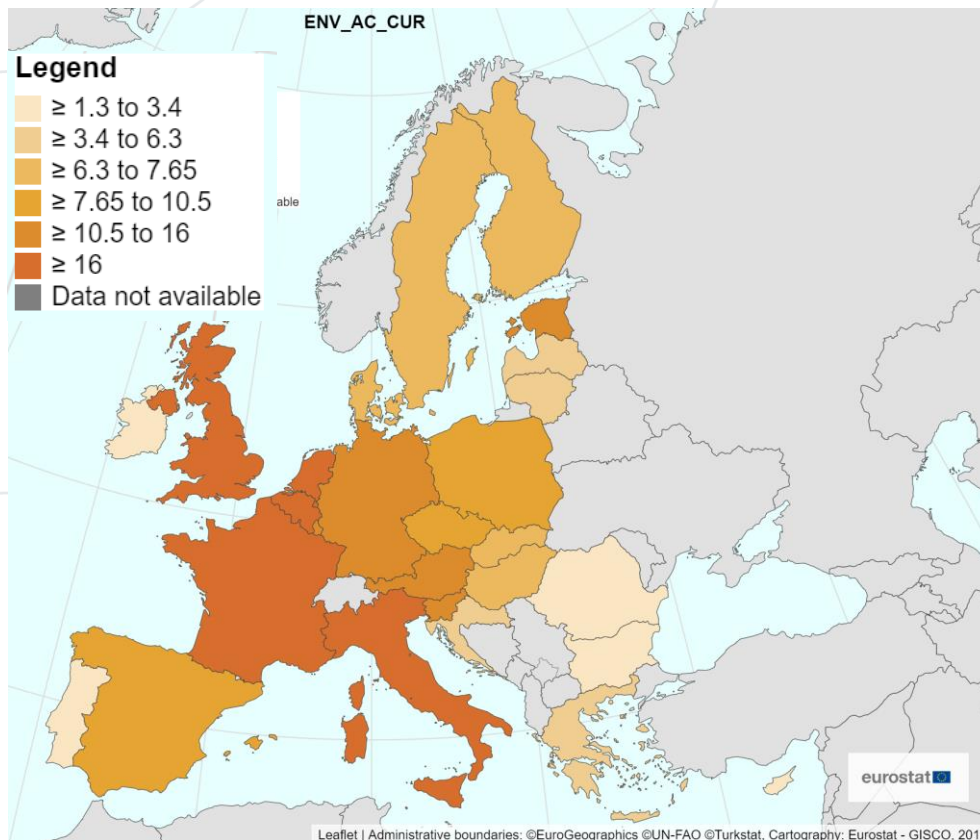


Figura 18. Taxa de uso de material circular na União Europeia, em 2019 (Eurostat [178])

5.2.2. TAXA DE RECUPERAÇÃO DE RCD

A taxa de recuperação de RCD (Figura 19) é utilizada para monitorizar os progressos na área da 'gestão de resíduos'. Sendo a construção e a demolição de edifícios e infraestruturas uma das maiores fontes de resíduos da Europa, importa perceber qual é a taxa de recuperação de RCD (de reutilização e reciclagem) ainda que estas variem significativamente dentro da União Europeia. Para o cálculo da taxa de recuperação os RCD devem ser quantificados como definido na *Diretiva-Quadro dos Resíduos* (2008/98/CE).

Como tal, os resíduos devem ser cuidadosamente considerados nos projetos de construção e demolições seletivas das construções, permitindo a separação entre frações recuperáveis e materiais perigosos, garantindo-se a sua qualidade. No rácio de RCD preparados para reutilização, reciclagem ou sujeitos a outras formas de valorização, incluem-se as operações de enchimento, dividido pelos RCD tratados, conforme definido no Regulamento (CE) n.º 2150/2002.

Este indicador¹⁰² inclui os 'Resíduos minerais de construção e demolição' (*EWC-Stat 12.1*), considerando apenas resíduos não perigosos.

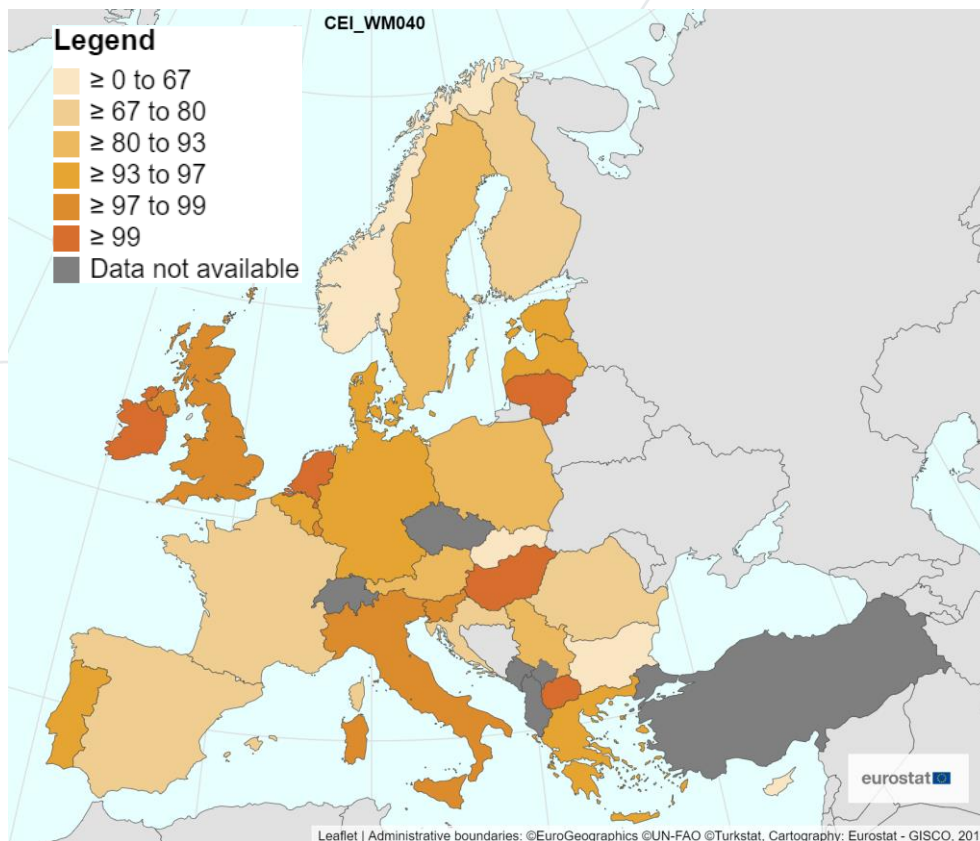


Figura 19. Taxa de recuperação de RCD em 2018 (Eurostat [178])

Contrariamente à taxa de uso de material circular (Figura 18), Portugal apresenta valores elevados para a Taxa de recuperação de RCD (Figura 19) com cerca de 93%, um valor próximo da Bélgica (97%) ou da Holanda (100%), destacando-se da França (73%), Espanha (75%), e da média europeia (88%). No entanto, diferentes critérios foram utilizados pelos diversos países da UE neste cálculo, resultando em taxas que não podem ser diretamente comparadas, pelo que há a

¹⁰² Conforme definido no [Statistics | Eurostat \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_wm040_esmsip2.htm): “The indicator is the ratio of construction and demolition waste which is prepared for re-use, recycled or subject to material recovery, including through backfilling operations, divided by the construction and demolition waste treated as defined in Regulation (EC) No 2150/2002 on waste statistics. The indicator covers the waste category ‘Mineral waste from construction and demolition’ (EWC-Stat 12.1). Only non-hazardous waste is taken into account” e https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_wm040_esmsip2.htm

necessidade de algum cuidado na sua análise. Pese embora o método de reporte¹⁰³ seja o mesmo dos restantes membros europeus à Comissão Europeia.

5.3. UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS EM PORTUGAL

A extração contínua de recursos naturais na economia linear sem fluxos de (re)valorização pós-utilização, tem levado à depleção significativa dos recursos naturais. Desde 2016 que se assiste a um crescimento contínuo da extração de recursos naturais (DGEG [179] e INE [171]) tendo em 2020 sido extraídos um total de aproximadamente 60 Mton de minerais com 1% de minérios metálicos, 9% de minerais industriais e os restantes 90% minerais para a construção (DGEG [179,180]). O contributo dos minerais para a construção é o mais significativo, sendo notado um consumo de minerais crescente após a retoma económica (Figura 20) enfatizando a relevância da adoção de uma economia circular pelo setor da construção.

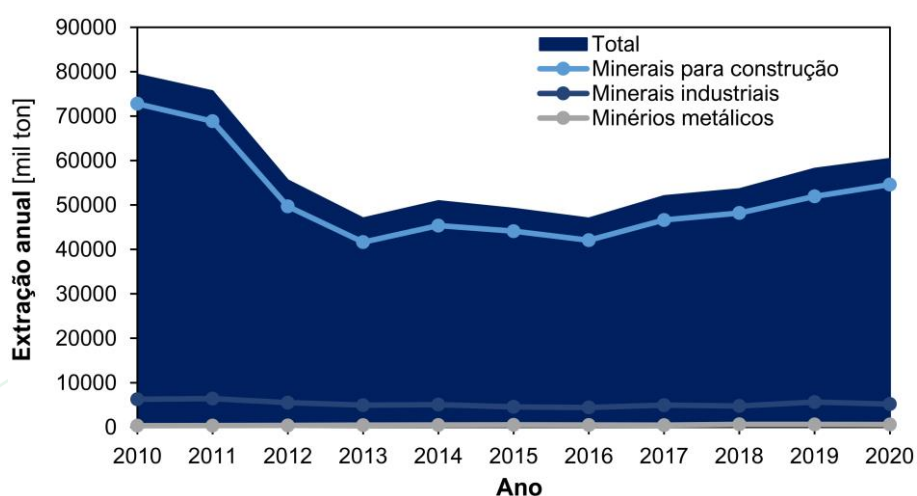


Figura 20. Extração de minerais em Portugal - total e por finalidade, adaptado DGEG [179]

¹⁰³ Decisão de Execução (UE) 2019/1004 da Comissão de 7 de junho de 2019 Estabelece regras para o cálculo, a verificação e a comunicação de dados sobre resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho e que revoga a Decisão de Execução C(2012) 2384 da Comissão

A maior quota dos recursos extraídos no setor da construção são agregados representavam 78%, seguido pelos materiais para cimento e cal (14%) e pelas rochas ornamentais (8%) (DGEG [179]), como poderemos verificar na Figura 21.

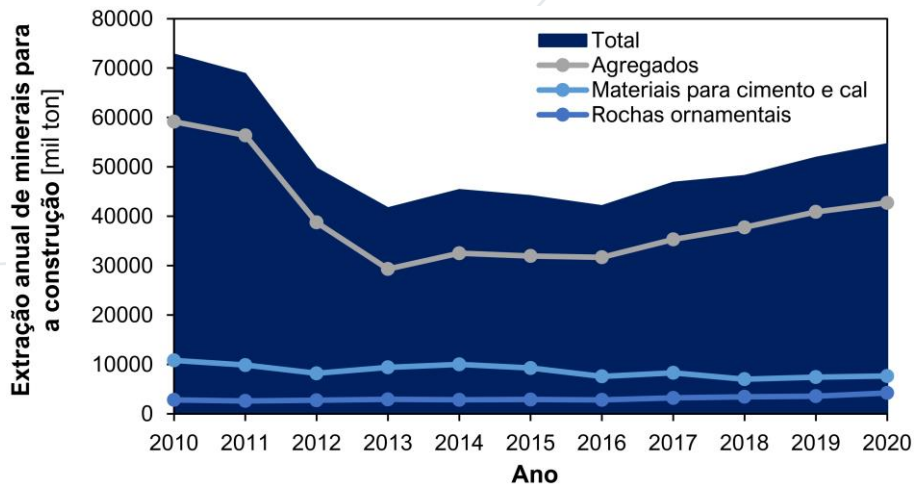


Figura 21. Distribuição de recursos extraídos para o setor da construção, por finalidade (adaptado de DGEG [179])

A exportação poderia ser um dos fatores associados ao crescimento da extração de minerais para a construção (DGEG [179]), no entanto, nos últimos anos, houve uma quebra das exportações (Figura 22).

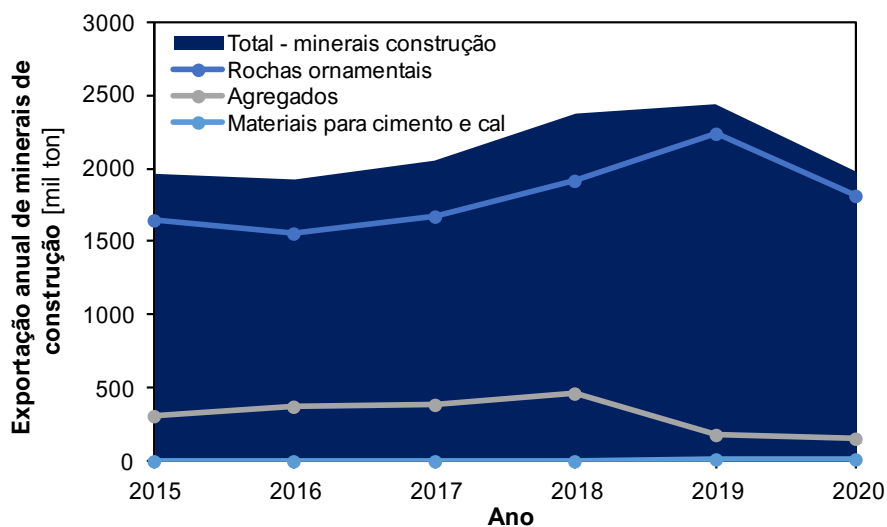


Figura 22. Exportação anual de minerais de construção, por finalidade, adaptado DGEG [179])

A maior fração das exportações são rochas ornamentais que representam ~92% do total de recursos minerais para construção exportados (~2 Mton), seguido pelos agregados (~7%) e pelos materiais para cimento e cal (~1%) (DGEG [179]). Conclui-se, assim, que o consumo interno de recursos naturais tem sido o principal responsável pela sua crescente utilização.

Relativamente aos fluxos associados à importação de recursos, verifica-se que tem existido um fluxo aproximadamente constante de importações desde 2018, com valores de importação relativamente baixos (cerca de 0,32 Mton) quando comparados com os valores de extração ou exportação. As rochas ornamentais são os recursos com maior peso nas importações (~ 71%), seguido pelos agregados (~ 24%) e, finalmente, pelos minerais para cimento e cal (~ 5%) (DGEG [179]). Com os dados estatísticos disponibilizados pela DGEG [179,180], foi assim possível obter a Figura 23.

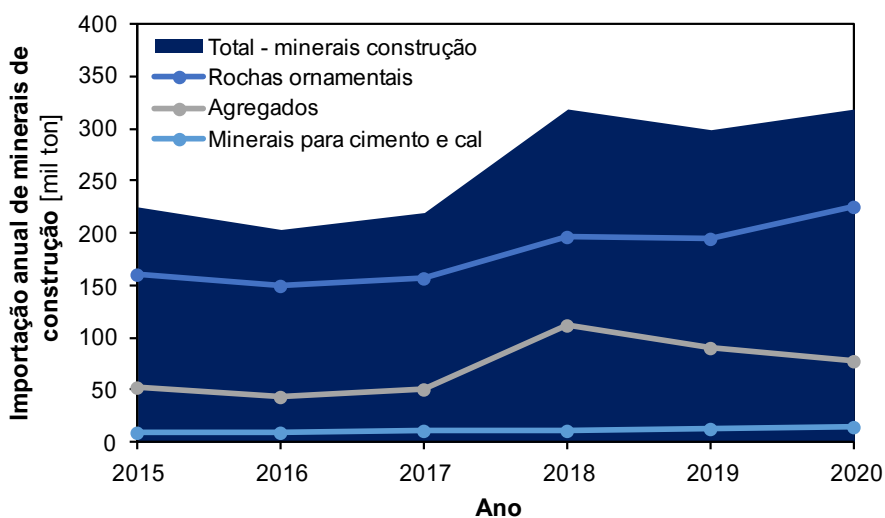


Figura 23. Importação anual de minerais de construção, por finalidade, adaptado de DGEG [179]

As principais conclusões de toda esta análise são:

- Verifica-se um crescimento da extração de recursos naturais nos últimos anos;
- Os minerais de construção apresentam um peso de ~ 90% da extração total;
- Os agregados apresentam um peso de ~ 78% dos minerais de construção;
- A diminuição dos fluxos de exportação e a manutenção dos fluxos de importação demonstram um consumo crescente do mercado interno;

- O cruzamento destes fluxos com as licenças de construção emitidas poderá ser um indicador na avaliação da implementação dos princípios de economia circular no setor da construção (variação do número de fogos vs. fluxos das matérias-primas).

5.4. RESÍDUOS E EMISSÕES EM PORTUGAL

Na Europa, o setor da construção é responsável por cerca de 50% dos materiais extraídos da natureza, mais de 35% dos resíduos gerados e cerca de 10% das emissões de gases com efeitos de estufa [5]. A variedade das atividades no setor da construção (p. ex., construção, reparação, reabilitação, demolição) produzem resíduos bastante distintos (p. ex., resíduos de betão, madeira, plástico) sendo esta heterogeneidade um dos principais problemas na valorização dos RCD.

Resultados obtidos em estudos realizados descrevem a tipologia de RCD em obra, bem como os destinos e quantidades associadas a este tipo de resíduo. Importa ainda compreender o contributo do setor nas emissões de GEE em Portugal e de que forma este poderá contribuir para o cumprimento das metas: *i)* diminuição de 55% até 2030 relativamente a 1990; *ii)* neutralidade carbónica em 2050¹⁰⁴; *iii)* reduzir a quantidade de RCD por unidade de PIB em 5% até 2025 e 10% até 2030, tendo como referência os valores de 2018 (nRGGR [50]).

5.4.1. TIPOLOGIA DOS RCD

A grande heterogeneidade de resíduos no setor da construção é uma das suas principais características decorrente das características do projeto, utilização de diferentes materiais e/ou soluções construtivas. Apesar de existirem estudos de origem nacional [75,181] caracterizando a geração de RCD, não existem ainda estudos estatisticamente significativos que efetuem um levantamento que possa resultar em valores médios, numa espécie de arquétipos. Dos poucos estudos que contabilizam estatisticamente os resíduos gerados no setor da construção, foi possível encontrar uma caracterização da tipologia de resíduos proposta por Reixach *et al.* [182] no âmbito do *Proyecto Life* para algumas localizações em Espanha. Este estudo, recolheu dados de diferentes intervenções (ênfase em construção nova) e tem vindo a ser amplamente citado [9,75,181] apesar das limitações geográficas (foi realizado para uma região de Espanha com

¹⁰⁴ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

diferentes soluções construtivas e materiais) e temporais (passaram alguns anos desde a sua conclusão). Para o caso de construção nova foram quantificados os RCD gerados, em termos genéricos, em sete locais distintos. Permite assim obter um valor médio de RCD gerados: na fase de estruturas de $0,0158 \text{ m}^3/\text{m}^2$; na fase de construção de $0,0535 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e na fase de acabamentos de $0,0486 \text{ m}^3/\text{m}^2$; o que resulta num valor médio global de resíduos gerados de $0,1179 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (similar ao apresentado pelo CSTB¹⁰⁵).

A tipologia dos resíduos, em volume, dos resíduos gerados na fase de execução da superestrutura com cofragem em madeira está apresentada na Figura 24, observando-se que a maior quantidade de resíduos está associada à madeira (60%), seguida do betão (perdas associadas a deficiências de aplicação) (15%), e plásticos relacionados com revestimentos e embalagens (12%).

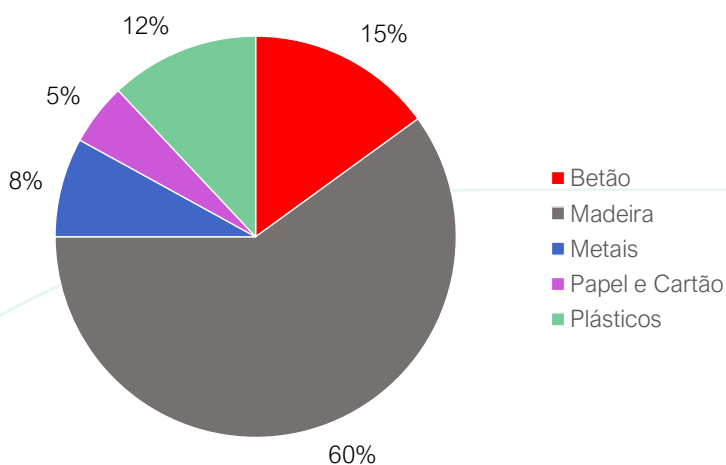


Figura 24. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de execução da superestrutura com cofragem em madeira (adaptado de Reixach *et al.* [182])

No entanto, a tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de execução da superestrutura com cofragem metálica são distintos (Figura 25) com o maior volume de produção relacionado com as perdas de betão (37%), seguido pelos plásticos (31%) e pelos metais (22%).

¹⁰⁵ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (www.cstb.fr/en)

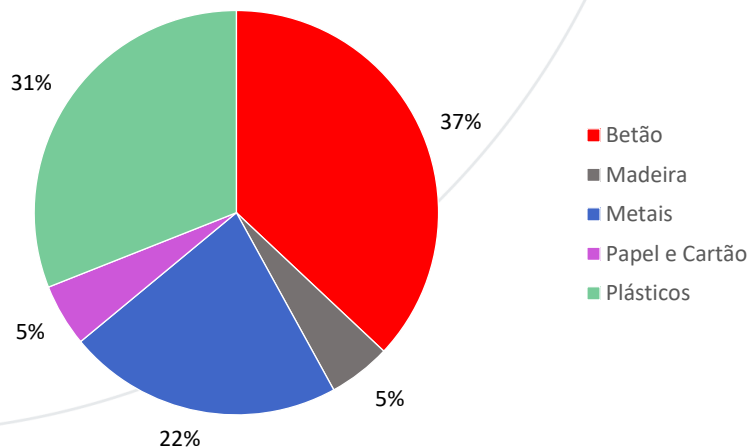


Figura 25. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de execução da superestrutura com cofragem metálica (adaptado de Reixach *et al.* [182])

Durante a fase de construção (edificação da envolvente e trabalhos afins) a distribuição de RCD mostra que nesta fase os resíduos associados a cerâmicos e argamassas são os mais significativos (84%), seguidos por o papel e cartão (7%) e os plásticos (4%), com menor relevância (Figura 26).

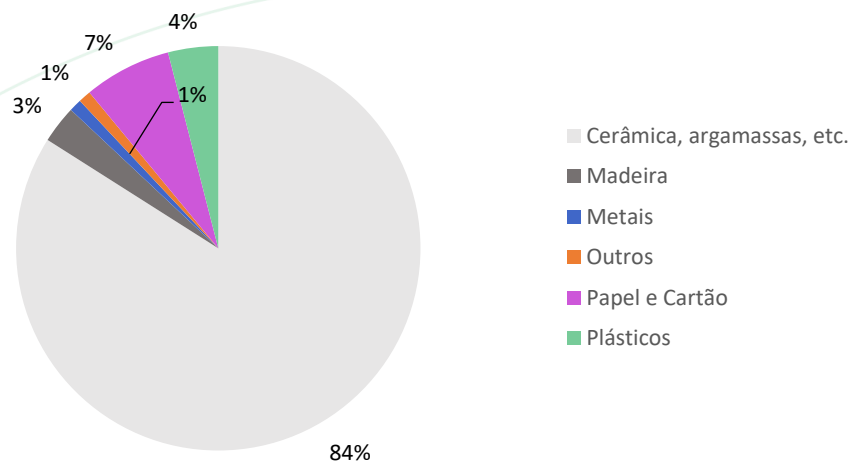


Figura 26. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de construção (adaptado de Reixach *et al.* [182])

Na fase de acabamento, consideraram dois tipos de acabamentos: acabamento tradicional (Figura 27) e em gesso cartonado (Figura 28). Observa-se que nos acabamentos tradicionais, os RCD de

cerâmica e argamassas (40%) são os dominantes, seguidos de gesso (20%), papel e cartão (15%) e plásticos (13%).

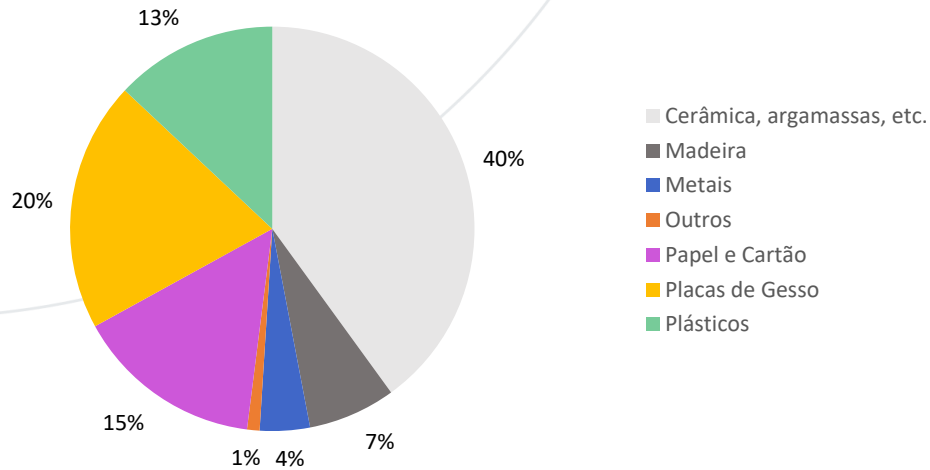


Figura 27. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de acabamento, com acabamentos tradicionais (adaptado de Reixach *et al.* [182])

Nos acabamentos adotando sistemas construtivos em gesso cartonado, os plásticos são os RCD mais representativos em termos de volume (30%), seguidos de restos das placas de gesso cartonado (25%), de madeira (15%) e de papel e cartão (15%) (Figura 28).

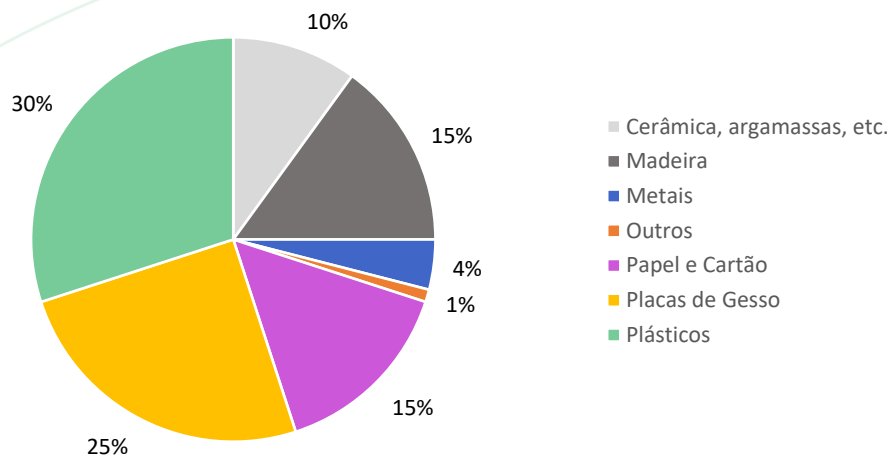


Figura 28. Tipologia dos resíduos, em volume, produzidos na fase de acabamento, com acabamentos em gesso cartonado (adaptado de Reixach *et al.* [182])

A heterogeneidade dos resíduos em função do ano da sua construção e dos materiais empregues demonstra a necessidade da execução de auditorias pré-intervenção identificando os resíduos valorizáveis. Enfatiza-se a pertinência da elaboração de um estudo alargado relativo à realidade de Portugal para a recolha de dados estatísticos (arquétipos de períodos construtivos) para permitir a quantificação potencial de resíduos / recursos que poderão ser continuamente utilizados, permitindo assim gerar dados para o *marketplace*, entre outros.

5.4.2. CARATERIZAÇÃO DOS RCD

Após a breve apresentação associada à potencial distribuição de RCD gerados em função da etapa de construção, importa então caracterizar a sua produção em Portugal. Em Portugal, no ano de 2018, a APA reportou que foram produzidos cerca de 2,53 milhões de toneladas de RCD, sendo que em 2019 foram produzidas cerca de 2,51 milhões de toneladas [63,183]. No entanto, apenas uma parte desses RCD são valorizáveis, já que os restantes ou são considerados perigosos (com fim de vida adequado) ou são diretamente conduzidos a aterro.

Em 2018, cerca de 85% do total de RCD produzidos é que se considerou como sendo valorizável (~ 2,17 milhões de toneladas). No entanto, quando se analisa a quantidade de RCD eliminados, uma vez que a promoção de uma economia circular é também realizada pela redução de resíduos não valorizados, verifica-se que em 2016 houve a eliminação de 4% do total dos RCD produzidos, em 2017 subiu para 7% e em 2018 para 8% [63,183]. Este aspeto demonstra a necessidade de se promover uma redução na eliminação destes resíduos.

Face aos últimos resultados mais completos disponibilizados no website da APA, verifica-se que em 2018 - Figura 29 – a maioria dos RCD, em massa, estavam associados a mistura de RCD (~ 68%), seguido por misturas betuminosas e alcatrão (~ 18%) sendo os restantes RCD relativos a metais, betão, cerâmicos e outros.

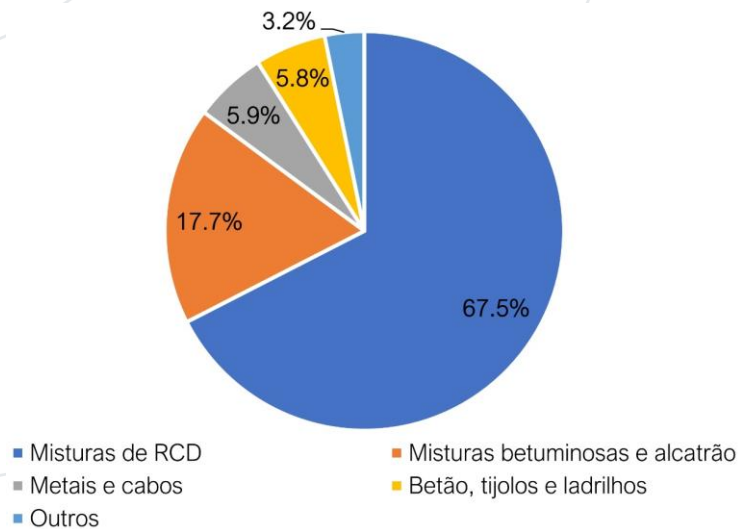


Figura 29. Distribuição dos diversos grupos de RCD valorizáveis, em massa (para 2018, adaptado de APA [63,183])

Apenas 78% dos RCD potencialmente valorizáveis foram efetivamente valorizados com 18% armazenados (R13) e 4% eliminados (Figura 30).

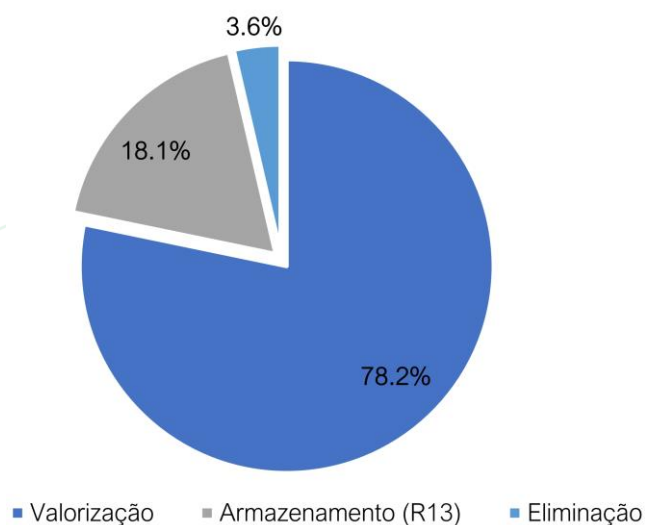


Figura 30. Distribuição dos destinos de RCD valorizáveis, em massa, dados de 2018 adaptados de APA [183]

A Figura 31 cruza os diferentes grupos de RCD valorizáveis e a sua finalidade, com os dados estatísticos disponibilizados pela APA para o ano de 2018 [183] e mostra, por exemplo, que os balastros de linhas de caminho-de-ferro foram quase na totalidade conduzidos para armazenamento; a valorização dos materiais de isolamento é diminuta com quase 40% destes

eliminados; e que o gesso que apresenta cerca de 10% de resíduos eliminados. Os restantes RCD apresentam uma taxa de valorização de cerca de 80%.

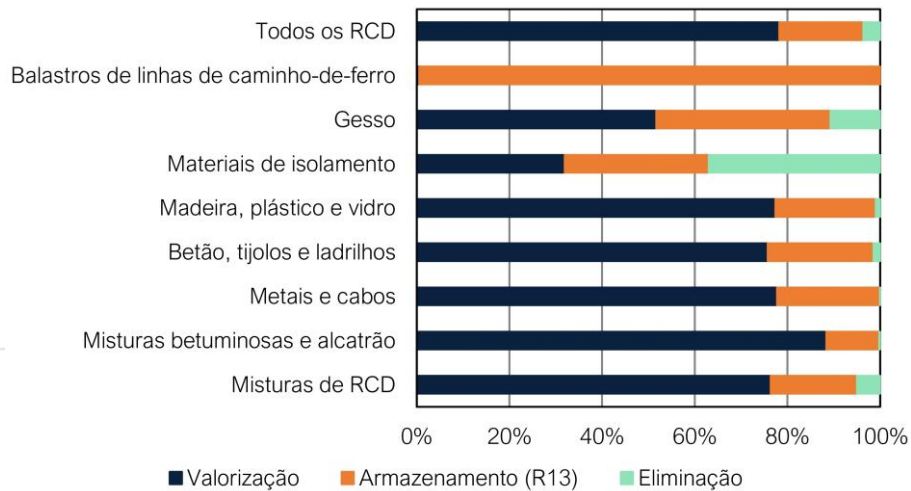


Figura 31. Distribuição dos grupos de RCD valorizáveis, em função da sua finalidade, em massa (adaptado de APA [183])

Um dos indicadores mais relevantes relativamente aos RCD é a taxa de valorização de resíduos da construção e demolição que representa a relação dos RCD valorizados vs os RCD valorizáveis. Na Figura 32 é possível verificar que desde 2015 foi sempre possível obter taxas superiores a 90%, para o método de cálculo seguido.

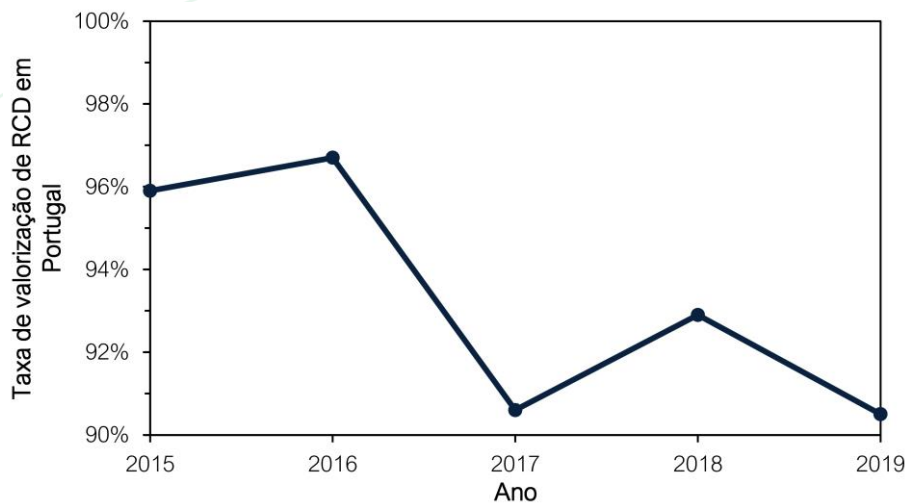


Figura 32. Taxa de valorização de RCD em Portugal – nota: eixo vertical começa em 90% (adaptado de APA [183])

Desta análise é possível verificar a existência de um potencial de melhoria na valorização de RCD em Portugal, melhorando a valorização de materiais como o gesso e materiais de isolamento e otimizando as valorizações para os restantes materiais.

De acordo com as metas estabelecidas no nRGGR [50] para 2025 (reduzir em 5% a quantidade de resíduos associados ao setor por unidade de PIB, face aos valores de 2018) assiste-se já a redução de cerca de 3% (entre 2018 e 2019), o que demonstra uma tendência favorável para o cumprimento das metas estabelecidas para 2025. Este valor foi calculado de acordo com o valor do PIB e os RCD produzidos em 2018 (136,8 mil milhões de euros e 2.529.899 t) e 2019 (140,47 mil milhões de euros e 2.509.217 t) [63,175].

5.4.3. EMISSÕES DE GASES COM EFEITOS DE ESTUFA

Segundo dados da APA¹⁰⁶ as emissões totais de GEE, para 2019, estão significativamente associadas a três setores principais: transportes (28%), produção e transformação de energia (20,5%) e combustão na indústria (12,4%). Estando ainda longe de atingir o objetivo para 2030 (reduzir em 55% as emissões totais de GEE, face o ano de 1990), já que de 1990 a 2019 reduziram-se as emissões em cerca 8% (passando de 60.101 kt CO₂ eq para 55.758 kt CO₂ eq e considerando o setor *Land use, Land use change and Forestry* (LULUCF)) [183].

As emissões relativas ao ambiente construído encontram-se incluídas no setor da energia (construção e operação edifícios), indústria (manufatura e construção) e transportes (de materiais de construção), o que demonstra a necessidade de haver uma contabilização de emissões de GEE mais abrangente, considerando o ambiente construído como um todo. Tal facto leva a que o peso relativo do setor da construção no total das emissões (Figura 33) mantenha-se estável apesar do aumento das licenças de construção, o que evidencia o esforço do setor em contribuir para as metas estabelecidas no Pacto Ecológico Europeu. Com a implementação dos princípios de uma economia circular espera-se uma redução mais significativa dos impactes neste setor.

¹⁰⁶ <https://rea.apambiente.pt/content/emiss%C3%B5es-de-gases-com-efeito-de-estufa>

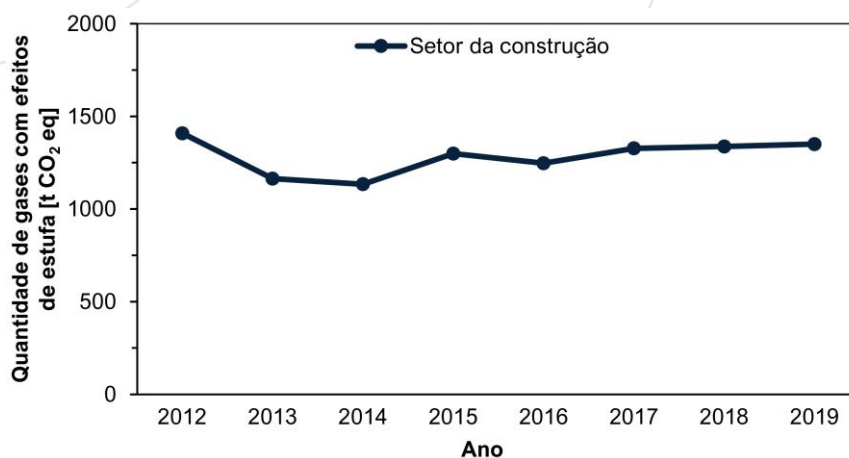


Figura 33. Emissões de gases com efeitos de estufa atribuídos ao setor da Construção (adaptado de Pordata [175])

5.5. FLUXOS DE RECURSOS

É essencial caracterizar os fluxos de recursos e de emissões / resíduos, efetuando a sua quantificação e distribuição, para a implementação de uma economia circular. Os fluxos de recursos na UE e em Portugal (dados Eurostat para 2019) e os fluxos de recursos associados ao setor da construção em Portugal (dados Eurostat, INE e DGEG para 2018) são apresentados nos diagramas de *Sankey*, numa representação gráfica dos fluxos (associando a espessura da linha à quantidade). Os fluxos associados com a média europeia pretendem ser um elemento de comparação para que seja possível perceber os diferentes pesos relativos aos diferentes fluxos.

5.5.1. FLUXOS DE RECURSOS NA UE

Em 2019 na União Europeia (Figura 34) a totalidade de materiais utilizados foi de 8,08 giga toneladas: 66% recursos naturais extraídos na Europa, 20% importações e 14% a fluxos provenientes de resíduos valorizados (com cerca de 75% destes são materiais reciclados).

Os fluxos mais significativos de pós processamento estão ligados à acumulação de materiais (cerca de 36%) e às emissões para o ar (cerca de 30%). Do total de materiais utilizados (4,73 giga toneladas) resultam 38% de resíduos, com o restante a corresponder à acumulação de materiais. Do total de resíduos gerados (1,79 giga toneladas) cerca de 43% são reciclados, 40% são conduzidos a aterro, 6% incinerados e o restante corresponde a material utilizado em operações de enchimento. Concluindo, do total de materiais processados (8,08 giga toneladas) apenas cerca de 12% são alvo de circularidade.

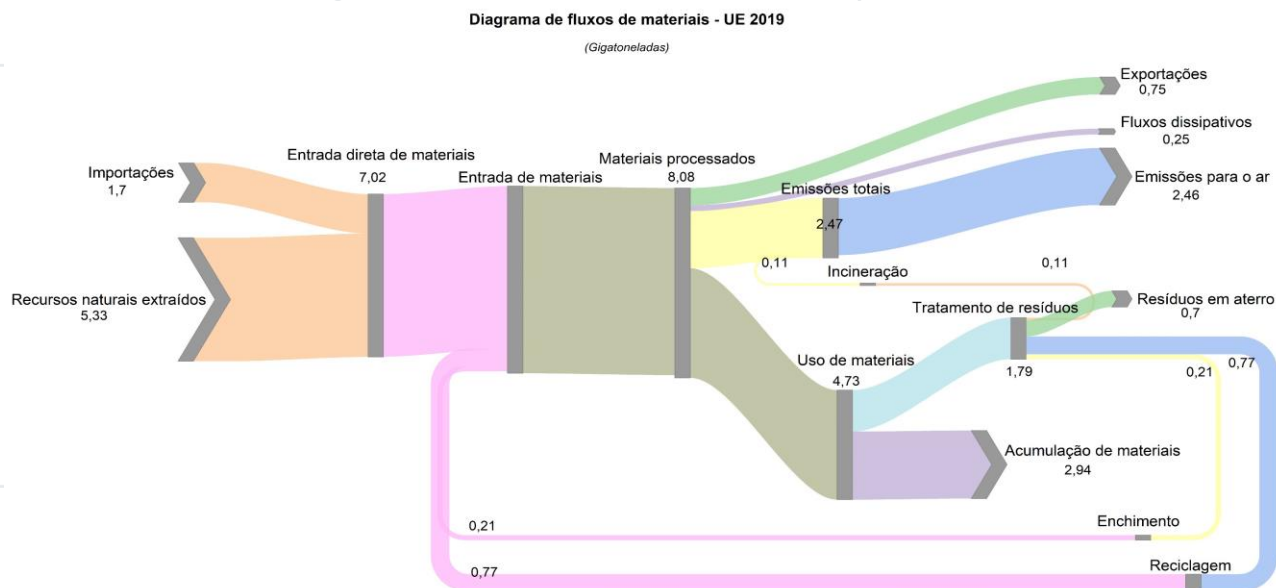


Figura 34. Diagrama de fluxos de materiais, em termos médios, relativo à União Europeia em 2019 (adaptado de Eurostat [178])

5.5.2. FLUXOS DE RECURSOS EM PORTUGAL

Em 2019 em Portugal (Figura 35) a totalidade dos materiais processados foi de 219.981 mil toneladas com 68% com origem em recursos naturais extraídos, 30% a resultarem de importações e apenas 2% com origem em valorização de resíduos.

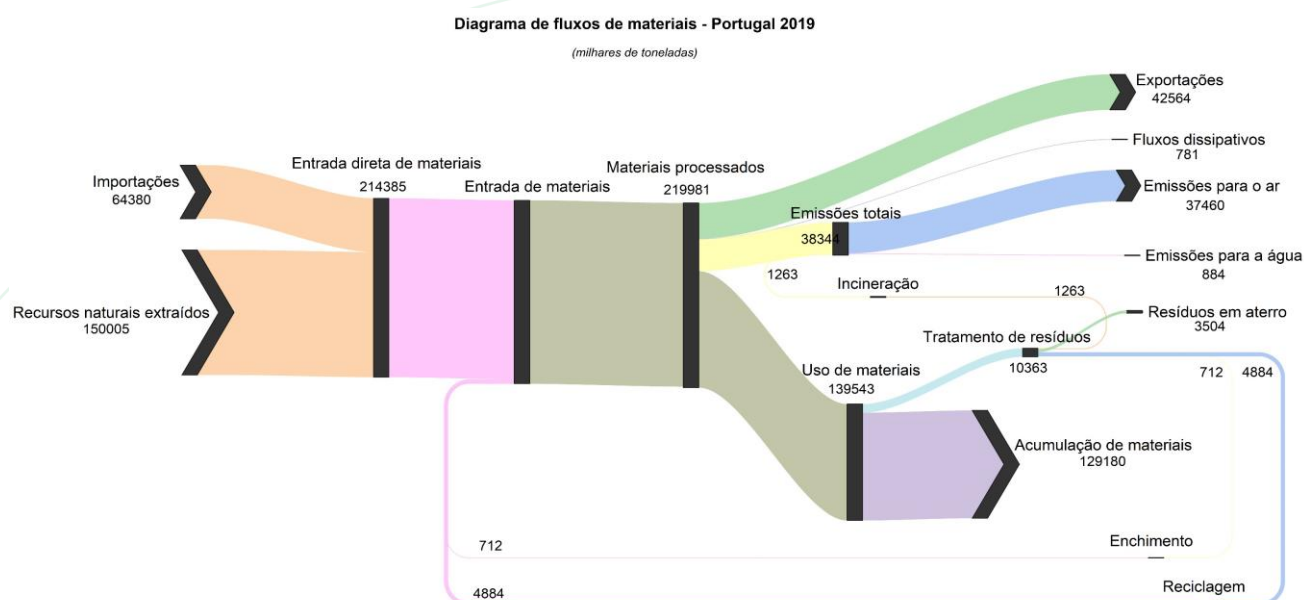


Figura 35. Diagrama de fluxos de materiais registados em Portugal em 2019 (adaptado de Eurostat [178])

Dos materiais processados (219.981 mil toneladas), 63% foram utilizados, 20% exportados e 17% resultaram em emissões para o ar. Dos materiais utilizados, 93% resultaram na acumulação de materiais, com o restante a ser considerado resíduo. Dos resíduos resultantes, 34% foram conduzidos a aterro, 12% incinerados e o restante é utilizado em operações de enchimento ou na sua reciclagem.

Em Portugal, em 2019, da totalidade dos materiais processados (219.981 mil toneladas), apenas cerca de 2,5% são alvo de circularidade efetiva, um desempenho significativamente pior do que os parceiros europeus. Portugal apresenta valores de extração de recursos naturais e de importações acima da média europeia, o que demonstra a depleção de recursos e a necessidade urgente de implementação de princípios de economia circular de uma forma transversal.

5.5.3. FLUXOS DE RECURSOS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL

Uma análise mais detalhada dos fluxos no setor da construção é apresentada na Figura 36 dada a sua relevância no consumo de recursos: o setor da construção representa cerca de 90% dos recursos minerais extraídos.

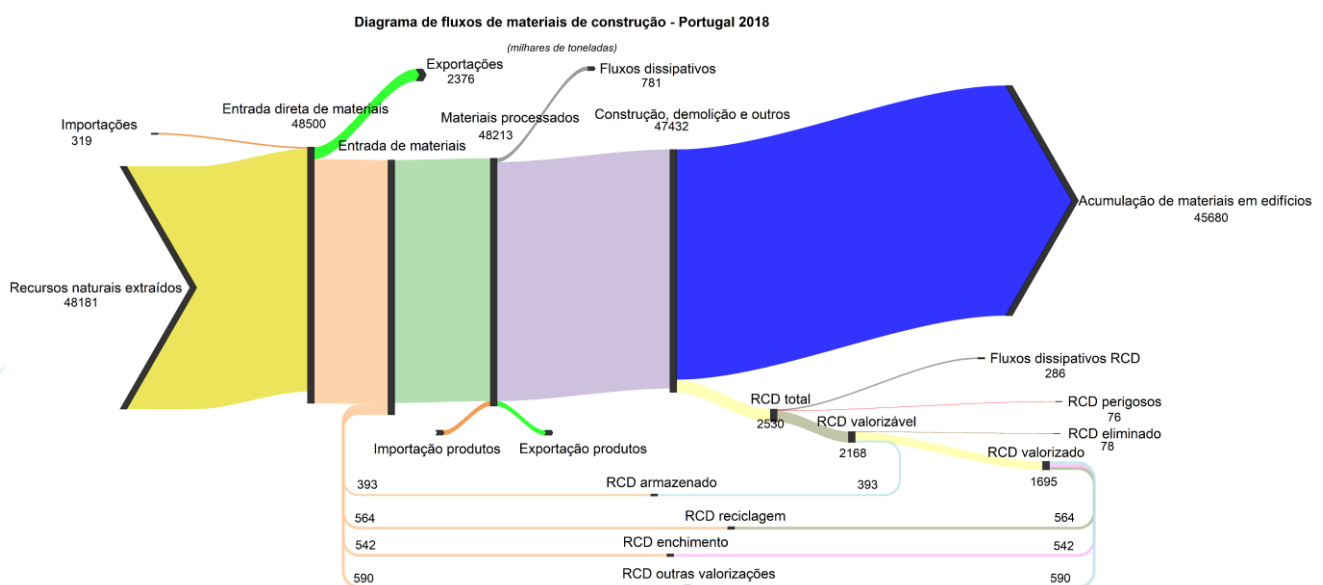


Figura 36. Diagrama de fluxos de recursos naturais no setor da construção em Portugal, dados de 2018 (adaptado de Eurostat [178], INE [171] e DGEG [179,180])

A quase totalidade dos materiais usados neste setor (48.213 mil toneladas) tem origem em recursos naturais extraídos na Europa, sendo as importações insignificantes (0,7%) e os RCD representando 4,3% (um valor mais elevado do que a média portuguesa para a totalidade dos setores ~ 2,5%). A exportação de recursos naturais extraídos representa uma fatia importante com um peso de cerca de 5% da entrada direta de materiais.

Dos materiais processados e disponíveis para uso na construção (48.213 mil toneladas), cerca de 95% acaba por ser acumulado nas operações associadas ao setor (p. ex. ficando nas construções), com os restantes 5% a serem considerados RCD. Do total desses RCD (2.530 mil toneladas), 3% são considerados perigosos, e 85% valorizáveis, com o restante a serem RCD não valorizáveis, nem perigosos, usualmente conduzidos a aterro. Em Portugal, para 2018, da totalidade dos RCD gerados, apenas cerca de 6% são eliminados, com o restante a ser alvo de valorização e/ou armazenagem [178].

Note-se o peso que o setor da construção tem no total da extração de minerais, devido à utilização intensiva de tais recursos. Assim, se demonstra a necessidade efetiva de adotar princípios de economia circular o setor efetuar operar, sem originar a depleção dos recursos naturais existentes no país. Caso não sejam adotadas atempadamente medidas adequadas, o setor irá enfrentar graves problemas tais como a escassez de matérias-primas).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O presente relatório baseou-se em três principais vetores de implementação de um modelo de economia circular: 1) eliminar a produção de resíduos e emissão de poluentes; 2) circular produtos e materiais; e 3) regenerar a natureza. Foram ainda considerados objectivos-chave para o setor da construção em termos desta transição: fomentar a durabilidade; reduzir resíduos; adaptabilidade; e a necessidade de regular, realizar, estimular e investir. Reforçou-se a necessidade de adotar uma visão de sustentabilidade (social, económica e ambiental) em conjunto com a economia circular, alavancada pela digitalização que irá conduzir à transição ecológica e digital (*twin transition*).

Com este documento, pretende-se estabelecer o estado atual da circularidade no setor da construção, bem como servir de base para a execução do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* em Portugal. Neste foram consideradas as experiências de outros países, através de um levantamento sistemático da literatura, bem como os contributos das entidades presentes no Grupo de Trabalho – BUILT CoLAB; Fundo Ambiental; APA; AECOPS; AICCOPN; CIP; CPCI; IMPIC; e PTPC – e dos diversos atores ouvidos durante as diversas ações realizadas no âmbito do Protocolo. Foram ainda identificados potenciais indicadores e métricas atualmente disponíveis de forma a permitir verificar a implementação efetiva do Plano de Ação e das eventuais necessidades de ajuste.

Com este estudo foi possível perceber que Portugal tem um caminho a percorrer comparativamente com alguns dos parceiros europeus, tendo sido possível reconhecer a intensa utilização de recursos naturais relacionados com o crescimento do setor AEC, decorrente do baixo preço de mercado das matérias-primas e a relutância na utilização de materiais mais circulares (devido ao desconhecimento e procedimentos de aprovação complexos). Uma das principais conclusões é a necessidade urgente de demonstrar que os resíduos são recursos e de que se dê uma alteração de paradigma para alavancar a transição de um modelo de funcionamento de economia linear para um modelo de economia circular.

Os bloqueios, prioridades e medidas a adotar que foram identificadas na elaboração desse documento serviram de base para o Plano de Ação, sendo previsto um conjunto de medidas que se baseiem no modelo “simplex” e orientadas para a resolução dos bloqueios identificados.

Considera-se fundamental a capacitação de todo o tecido empresarial associado ao setor AEC, mas também a disseminação dos conceitos de EC na sociedade no geral, já que é a procura que provoca a mudança na oferta. Deverá ser reconhecido o risco de tornar obsoletas algumas atividades profissionais que serão desajustadas com as necessidades futuras, devendo ser atempadamente reconvertidas e capacitadas. Simultaneamente, como foco dinamizador desta transição, deverá ser efetuada uma aposta nas compras públicas ecológicas e inovadoras, promovendo a transição. O “*lead by example*” pelo setor público irá impulsionar o setor privado a responder a novas exigências, desta ‘nova normalidade’ na procura por outras atividades e produtos (p. ex., potenciando a necessidade de repensar o modo de funcionamento das cadeias logísticas e seu funcionamento geral). Identificou-se, ainda, a necessidade de criar políticas de financiamento adequadas, a harmonização e integração de diferentes metas estabelecidas por documentos distintos, simplificando os procedimentos associados.

Como conclusão final, sublinha-se que a qualificação da mão de obra é um exemplo de um domínio onde é necessário desenvolver estratégias alinhadas com as metas a atingir, antecipando as tendências de futuro e preparando todo o setor. A formação profissional deve-se realinhar com estes novos objetivos, respondendo às necessidades das empresas em domínios como a Economia Circular, as Cidades Inteligentes, a Construção 4.0., e ainda as novas exigências geradas pela atual crise. Os edifícios precisam de responder a questões como a incorporação de tecnologia *touch-free*, de *Internet of Things (IoT)* e da *web 3.0*, permitindo operar sistemas de climatização mais eficientes, bem como incorporar os princípios da sustentabilidade, mobilidade urbana, *Smart Grids*, conectividade em infraestruturas públicas, eficiência energética e a mitigação ou adequação às alterações climáticas; questões cada vez mais prementes e que exigem profissionais com perfis técnicos ajustados. Esta aposta na digitalização, inovação e sustentabilidade está inscrita na Estratégia Europeia de Recuperação e Resiliência, à qual é necessário responder com uma agenda de mobilização e capacitação de todo o setor e sociedade,

acompanhada de uma estratégia de intervenção global, capaz de integrar a desmaterialização e simplificação de processos, e a adoção de novas tecnologias. Este documento contribuiu, assim, decisivamente para a elaboração do *Plano de Ação para a Circularidade na Construção* em Portugal e para a promoção da adoção das respetivas medidas na transição deste setor e da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- [1] Ellen MacArthur Foundation, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe, Amsterdam, 2015.
- [2] A. Gallego-Schmid, H.-M. Chen, M. Sharmina, J.M.F. Mendoza, Links between circular economy and climate change mitigation in the built environment, *J. Clean. Prod.* 260 (2020) 121115. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121115.
- [3] F. Preston, A Global Redesign? Shaping the Circular Economy, *Energy, Environ. Resour. Gov.* (2012) 1–20. http://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/public/Research/Energy, Environment and Development/bp0312_preston.pdf.
- [4] A.R. Köhler, C. Bakker, D. Peck, Critical materials: a reason for sustainable education of industrial designers and engineers, *Eur. J. Eng. Educ.* 38 (2013) 441–451. doi:10.1080/03043797.2013.796341.
- [5] Comissão Europeia, Circular Economy Action Plan, 2020. https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en.
- [6] Comissão Europeia, A European Green Deal - Pacto Ecológico Europeu, 2019. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
- [7] L. Haigh, M. de Wit, C. von Daniels, A. Colloricchio, J. Hoogzaad, M. Fraser, A.B. Sutherland, J. McClelland, N. Morgenroth, A. Heidtmann, The Circularity Gap Report 2021, *Circ. Econ.* (2021) 71.
- [8] B. Konstantinovas, M. Pereira, N. Ventura Bento, Metabolismo urbano na região de Lisboa e Vale do Tejo: uma análise do setor da construção civil, in: 25th APDR Congr., Lisboa - Portugal, 2018: pp. 460–467.
- [9] J. Pereira Teixeira, M. Pereira, J. Afonso Teixeira, B. Konstantinovas, N. Ventura Bento, T. Sanches, *Economia Circular no Setor da Construção Civil I - Ciclo dos materiais*, Lisboa - Portugal, 2019.
- [10] APA, Resíduos de Construção e Demolição - Resultados 2018 e Evolução 2016-2018, Amadora - Portugal, 2019.
- [11] D. Cheshire, *Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment*, 1st ed., RIBA Publishing, Newcastle upon Tyne - United Kingdom, 2016.
- [12] D. Acharya, R. Boyd, O. Finch, From principles to practices: first steps towards a circular built environment, 2018. <https://www.sciencedirect-com.ezp1.lib.umn.edu/science/article/pii/S2212827118312940>.
- [13] K. Kabirifar, M. Mojtahedi, C. Wang, V.W.Y. Tam, Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review, *J. Clean. Prod.* 263 (2020) 121265. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121265.
- [14] A. Tatiya, D. Zhao, M. Syal, G.H. Berghorn, R. LaMore, Cost prediction model for building deconstruction in urban areas, *J. Clean. Prod.* 195 (2018) 1572–1580. doi:10.1016/j.jclepro.2017.08.084.
- [15] D. Jugend, P. de Camargo Fiorini, M.A.P. Pinheiro, H.M.R. da Silva, B.M.R. Pais Seles, Building Circular Products in an Emerging Economy: An Initial Exploration Regarding Practices, Drivers and Barriers: Case studies of new product development from medium and large Brazilian companies, *Johnson Matthey Technol. Rev.* 64 (2020) 59–68. doi:10.1595/205651320X15706349546439.
- [16] D.P. Gerding, H. (J. W.F.. Wamelink, E.M. Leclercq, Implementing circularity in the construction process: a case study examining the reorganization of multi-actor environment and the decision-making process, *Constr. Manag. Econ.* 39 (2021) 617–635. doi:10.1080/01446193.2021.1934885.
- [17] J. Kirchherr, L. Piscicelli, R. Bour, E. Kostense-Smit, J. Muller, A. Huijbrechtse-Truijens, M. Hekkert, Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU), *Ecol. Econ.* 150 (2018) 264–272. doi:10.1016/j.ecolecon.2018.04.028.

- [18] A.G. Pheifer, Barriers and enablers to circular business models, Brielle - The Netherlands, 2017.
- [19] D. Masi, V. Kumar, J.A. Garza-Reyes, J. Godsell, Towards a more circular economy: exploring the awareness, practices, and barriers from a focal firm perspective, *Prod. Plan. Control.* 29 (2018) 539–550. doi:10.1080/09537287.2018.1449246.
- [20] M. Honic, I. Kovacic, G. Sibenik, H. Rechberger, Data- and stakeholder management framework for the implementation of BIM-based Material Passports, *J. Build. Eng.* 23 (2019) 341–350. doi:10.1016/j.jobe.2019.01.017.
- [21] M. Heinrich, W. Lang, *Materials Passports - Best Practice: Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment*, Munich - Germany, 2019.
- [22] M. Peters, A. Ribeiro, J. Oseyran, K. Wang, Buildings as Material Banks and the need for innovative Business Models, 2017. https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2017/11/BAMB_Business-Models_20171114_extract.pdf.
- [23] K.M. Rahla, L. Bragança, R. Mateus, Obstacles and barriers for measuring building's circularity, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 225 (2019) 012058. doi:10.1088/1755-1315/225/1/012058.
- [24] A. de Jesus, S. Mendonça, Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco-innovation Road to the Circular Economy, *Ecol. Econ.* 145 (2018) 75–89. doi:10.1016/j.ecolecon.2017.08.001.
- [25] V. Ranta, L. Aarikka-Stenroos, P. Ritala, S.J. Mäkinen, Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe, *Resour. Conserv. Recycl.* 135 (2018) 70–82. doi:10.1016/j.resconrec.2017.08.017.
- [26] Conselho de Ministros, Resolução do Conselho de Ministros n. 190-A de 2017 - Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal, *Diário da República 1a Série*, Portugal, 2017.
- [27] Comissão Europeia, Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe, 2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398>.
- [28] Comissão Europeia, Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy, 2015. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>.
- [29] Comissão Europeia, Clean Energy for All Europeans – unlocking Europe's growth potential, 2016. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b4e46873-7528-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en>.
- [30] Comissão Europeia, A renewed EU Industrial Policy Strategy, 2017. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0479>.
- [31] Comissão Europeia, Measuring progress towards circular economy in the European Union – Key indicators for a monitoring framework, 2018. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC110701>.
- [32] Comissão Europeia, A European Strategy for Plastics, 2018. https://ec.europa.eu/environment/strategy/plastics-strategy_en.
- [33] Comissão Europeia, Sustainable Europe Investment Plan - European Green Deal Investment Plan, 2020. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24.
- [34] Comissão Europeia, New Industrial Strategy, 2020. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_en.
- [35] European Commission, *Circular Economy - Principles for Building Design*, Brussels, 2020.
- [36] B.C. Guerra, S. Shahi, A. Mollaei, N. Skaf, O. Weber, F. Leite, C. Haas, Circular economy applications in the construction industry: A global scan of trends and opportunities, *J. Clean. Prod.* 324 (2021) 129125. doi:10.1016/j.jclepro.2021.129125.
- [37] M. Röck, E. Baldereschi, E. Verellen, A. Passer, S. Sala, K. Allacker, Environmental modelling of building stocks – An integrated review of life cycle-based assessment models to support EU policy making, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 151 (2021) 111550. doi:10.1016/j.rser.2021.111550.

- [38] “Assembleia da República,” Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro - Lei de Bases do Clima, Diário da República 1a Série, Portugal, 2021.
- [39] Assembleia da República, Decreto-Lei n.º 555/1999 - Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE), Portugal, 1999.
- [40] Presidência do Conselho de Ministros, Resolução do Conselho de Ministros n.º 38/2016 - Aprova a Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020, Portugal, 2016.
- [41] Assembleia da República, Lei n.º 30/2021 - Aprova medidas especiais de contratação pública e altera o Código dos Contratos Públicos, aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, o Código de Processo nos Tribunais Administrativos, aprovado em anexo à Lei n.º 15/, Portugal, 2021.
- [42] Assembleia da República, Decreto-Lei n.º 178/2006 - Regime Geral de Gestão de Resíduos, Diário da República 1a Série - n.º 171, 2006.
- [43] Assembleia da República, Decreto-Lei n.º 183/2009 - Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro, Diário da República 1a Série - n.º 153/2009, Portugal, 2009.
- [44] Assembleia da República, Decreto-Lei n.º 152-D/2017 - Regime Unificado dos Fluxos Específicos de Resíduos, Diário da República 1a Série - n.º 236/2017, Portugal, 2017.
- [45] “Assembleia da República,” Decreto-Lei n.º 46/2008 - Regime da gestão de resíduos de construção e demolição, Portugal, 2008.
- [46] Assembleia da República, Portaria n.º 40/2014 - Normas para a correta remoção dos materiais contendo amianto, Diário da República 1a Série - n.º 33/2014, Portugal, 2014.
- [47] Assembleia da República, Decreto-Lei n.º 139/89 - Altera o DL n.º 357/75 relativo à proteção ao relevo natural, solo arável e revestimento vegetal, Diário da República 1a Série - n.º 98/1989, Portugal, 1989.
- [48] Assembleia da República, Portaria n.º 335/97 - Regras para o transporte de resíduos dentro do território nacional, Diário da República Série I-B, Portugal, 1997.
- [49] Assembleia da República, Portaria n.º 145/2017 - Regras aplicáveis ao transporte de resíduos em território nacional e cria as guias eletrónicas de acompanhamento de resíduos a emitir no SIRER, Diário da República 1a Série - n.º 81/2017, Portugal, 2017.
- [50] Presidência do Conselho de Ministros, Decreto-Lei n.º 102-D/2020 - Regime Geral da Gestão de Resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, Diário da República 1a Série, Portugal, 2020.
- [51] J. Hart, K. Adams, J. Giesekam, D.D. Tingley, F. Pomponi, Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment, *Procedia CIRP*. 80 (2019) 619–624. doi:10.1016/j.procir.2018.12.015.
- [52] D. Reike, W.J.V. Vermeulen, S. Witjes, The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options, *Resour. Conserv. Recycl.* 135 (2018) 246–264. doi:10.1016/j.resconrec.2017.08.027.
- [53] M.R. Munaro, S.F. Tavares, L. Bragança, Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment, *J. Clean. Prod.* 260 (2020) 121134. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121134.
- [54] S.H. Ghaffar, M. Burman, N. Braimah, Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery, *J. Clean. Prod.* 244 (2020) 118710. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118710.
- [55] S. Asgari, E. Noorzai, Improving the effectiveness and interaction between building information modeling and life cycle assessment, *Archit. Eng. Des. Manag.* 0 (2021) 1–17. doi:10.1080/17452007.2021.1889956.
- [56] S. Smith, L.-Y. Hsu, G.C. Smith, Partial disassembly sequence planning based on cost-benefit analysis, *J. Clean. Prod.* 139 (2016) 729–739. doi:10.1016/j.jclepro.2016.08.095.

- [57] B. Sanchez, C. Rausch, C. Haas, R. Saari, A selective disassembly multi-objective optimization approach for adaptive reuse of building components, *Resour. Conserv. Recycl.* 154 (2020) 104605. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104605.
- [58] L. Lovrenčić Butković, M. Mihić, Z. Sigmund, Assessment methods for evaluating circular economy projects in construction: a review of available tools, *Int. J. Constr. Manag.* 0 (2021) 1–10. doi:10.1080/15623599.2021.1942770.
- [59] EURIMA, Eurima response to the Circular Economy Action Plan Roadmap, 2020.
- [60] WBCSD, Circular Economy Action Plan (CEAP) 2020 summary for business Implications and next steps, (2020) 24. https://docs.wbcsd.org/2020/11/WBCSD_Circular_Economy_Action_Plan_2020-Summary_for_business.pdf.
- [61] S. Çetin, V. Gruis, A. Straub, Towards Circular Social Housing: An Exploration of Practices, Barriers, and Enablers, *Sustainability.* 13 (2021) 2100. doi:10.3390/su13042100.
- [62] R. Charef, S. Emmitt, Uses of building information modelling for overcoming barriers to a circular economy, *J. Clean. Prod.* 285 (2021) 124854. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124854.
- [63] M.D. Guerra, R. Ribeiro, S. Rodrigues, Relatório do Estado do Ambiente Portugal, (2019) 1–85. <https://sniambgeoviewer.apambiente.pt/GeoDocs/geoportaldocs/rea/REA2019/REA2019.pdf>.
- [64] K.T. Adams, M. Osmani, T. Thorpe, J. Thornback, Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers, *Proc. Inst. Civ. Eng. - Waste Resour. Manag.* 170 (2017) 15–24. doi:10.1680/jwarm.16.00011.
- [65] J. Kanters, Circular Building Design: An Analysis of Barriers and Drivers for a Circular Building Sector, *Buildings.* 10 (2020) 77. doi:10.3390/buildings10040077.
- [66] J. Li, F. Xiao, L. Zhang, S.N. Amirkhanian, Life cycle assessment and life cycle cost analysis of recycled solid waste materials in highway pavement: A review, *J. Clean. Prod.* 233 (2019) 1182–1206. doi:10.1016/j.jclepro.2019.06.061.
- [67] S. Çetin, C. De Wolf, N. Bocken, Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework, *Sustainability.* 13 (2021) 6348. doi:10.3390/su13116348.
- [68] S. Witjes, R. Lozano, Towards a more Circular Economy: Proposing a framework linking sustainable public procurement and sustainable business models, *Resour. Conserv. Recycl.* 112 (2016) 37–44. doi:10.1016/j.resconrec.2016.04.015.
- [69] K. Campbell-Johnston, J. ten Cate, M. Elfering-Petrovic, J. Gupta, City level circular transitions: Barriers and limits in Amsterdam, Utrecht and The Hague, *J. Clean. Prod.* 235 (2019) 1232–1239. doi:10.1016/j.jclepro.2019.06.106.
- [70] V. Durão, J.D. Silvestre, R. Mateus, J. de Brito, Assessment and communication of the environmental performance of construction products in Europe: Comparison between PEF and EN 15804 compliant EPD schemes, *Resour. Conserv. Recycl.* 156 (2020) 104703. doi:10.1016/j.resconrec.2020.104703.
- [71] N. Westerholm, State of play for circular built environment in Europe. A report compiling the regional state of play for circularity in the built environment in Europe across the member states of the European Union, Iceland, Norway, Serbia and the United Kingdom, 2020.
- [72] M. Bilal, K.I.A. Khan, M.J. Thaheem, A.R. Nasir, Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework, *J. Clean. Prod.* 276 (2020) 123250. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123250.
- [73] G. Dokter, L. Thuvander, U. Rahe, How circular is current design practice? Investigating perspectives across industrial design and architecture in the transition towards a circular economy, *Sustain. Prod. Consum.* 26 (2021) 692–708. doi:10.1016/j.spc.2020.12.032.
- [74] A. Alcayaga, M. Wiener, E.G. Hansen, Towards a framework of smart-circular systems: An integrative literature review, *J. Clean. Prod.* 221 (2019) 622–634. doi:10.1016/j.jclepro.2019.02.085.

- [75] A. Coelho, J. de Brito, Distribution of materials in construction and demolition waste in Portugal, *Waste Manag. Res. J. a Sustain. Circ. Econ.* 29 (2011) 843–853. doi:10.1177/0734242X10370240.
- [76] J. Amory, *A Guidance Tool For Circular Building Design*, Delft, 2017. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:d0e77af0-8b91-4382-870c-d9e7deaba3c1>.
- [77] L.M. Luscuere, Materials Passports: Optimising value recovery from materials, *Proc. Inst. Civ. Eng. - Waste Resour. Manag.* 170 (2017) 25–28. doi:10.1680/jwarm.16.00016.
- [78] D. Thelen, M. van Acoleyen, W. Huurman, T. Thomaes, C. van Brunschot, B. Edgerton, B. Kubbinga, *Scaling the Circular Built Environment*, (2018) 36.
- [79] M. Valinejadshoubi, O. Moselhi, A. Bagchi, A. Salem, Development of an IoT and BIM-based automated alert system for thermal comfort monitoring in buildings, *Sustain. Cities Soc.* 66 (2021) 102602. doi:10.1016/j.scs.2020.102602.
- [80] N. Heeren, S. Hellweg, Tracking Construction Material over Space and Time: Prospective and Geo-referenced Modeling of Building Stocks and Construction Material Flows, *J. Ind. Ecol.* 23 (2019) 253–267. doi:10.1111/jiec.12739.
- [81] L.A. Akanbi, L.O. Oyedele, O.O. Akinade, A.O. Ajayi, M. Davila Delgado, M. Bilal, S.A. Bello, Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator, *Resour. Conserv. Recycl.* 129 (2018) 175–186. doi:10.1016/j.resconrec.2017.10.026.
- [82] G. Hobbs, K. Adams, Reuse of building products and materials - barriers and opportunities, in: *Int. HISER Conf. Adv. Recycl. Manag. Constr. Demolition Waste*, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2017: pp. 109–113.
- [83] I. Bertin, R. Mesnil, J.-M. Jaeger, A. Feraille, R. Le Roy, A BIM-Based Framework and Databank for Reusing Load-Bearing Structural Elements, *Sustainability.* 12 (2020) 3147. doi:10.3390/su12083147.
- [84] R.E. Hjaltadóttir, P. Hild, Circular Economy in the building industry European policy and local practices, *Eur. Plan. Stud.* 0 (2021) 1–26. doi:10.1080/09654313.2021.1904838.
- [85] R.K. Zimmermann, S. Bruhn, H. Birgisdóttir, BIM-Based Life Cycle Assessment of Buildings—An Investigation of Industry Practice and Needs, *Sustainability.* 13 (2021) 5455. doi:10.3390/su13105455.
- [86] B. Sanchez, C. Haas, A novel selective disassembly sequence planning method for adaptive reuse of buildings, *J. Clean. Prod.* 183 (2018) 998–1010. doi:10.1016/j.jclepro.2018.02.201.
- [87] M. Pulaski, C. Hewitt, M. Horman, B. Guy, Design for deconstruction, *Mod. Steel Constr.* 44 (2004) 33–37.
- [88] C. Morgan, F. Stevenson, *SEDA guide_ Design for Deconstruction*, (2005).
- [89] A. Shojaei, Exploring applications of blockchain technology in the construction industry, *Proc. Int. Struct. Eng. Constr.* 6 (2019) 1–6. doi:10.14455/ISEC.res.2019.78.
- [90] A. Shojaei, R. Ketabi, M. Razkenari, H. Hakim, J. Wang, Enabling a circular economy in the built environment sector through blockchain technology, *J. Clean. Prod.* 294 (2021) 126352. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126352.
- [91] R. Santos, A. Aguiar Costa, J.D. Silvestre, L. Pyl, Development of a BIM-based Environmental and Economic Life Cycle Assessment tool, *J. Clean. Prod.* 265 (2020) 121705. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121705.
- [92] M. Charter, ed., *Designing for the Circular Economy*, 1st ed., Routledge, Oxon - United Kingdom, 2019.
- [93] M.U. Hossain, S.T. Ng, P. Antwi-Afari, B. Amor, Circular economy and the construction industry: Existing trends, challenges and prospective framework for sustainable construction, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 130 (2020) 109948. doi:10.1016/j.rser.2020.109948.
- [94] E. Antonini, A. Boeri, M. Lauria, F. Giglio, Reversibility and Durability as Potential Indicators for Circular Building Technologies, *Sustainability.* 12 (2020) 7659. doi:10.3390/su12187659.
- [95] R.J. Geldermans, Design for Change and Circularity - Accommodating Circular Material & Product Flows in Construction, *Energy Procedia.* 96 (2016) 301–311. doi:10.1016/j.egypro.2016.09.153.

- [96] B.C. Guerra, F. Leite, Circular economy in the construction industry: An overview of United States stakeholders' awareness, major challenges, and enablers, *Resour. Conserv. Recycl.* 170 (2021) 105617. doi:10.1016/j.resconrec.2021.105617.
- [97] M. Migliore, C. Talamo, G. Paganin, *Strategies for Circular Economy and Cross-sectoral Exchanges for Sustainable Building Products*, 1st ed., Springer International Publishing, Cham, 2020. doi:10.1007/978-3-030-30318-1.
- [98] L.A. López Ruiz, X. Roca Ramón, S. Gassó Domingo, The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach, *J. Clean. Prod.* 248 (2020) 119238. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119238.
- [99] European Commission, *Circular economy action plan*, Eur. Comm. (2020) 28. doi:10.2775/855540.
- [100] Opportunity Peterborough, *Circular Peterborough Circular City Roadmap - an ambitious plan & performance monitoring framework towards 2021*, (2018) 1–45. www.futurepeterborough.com/wp-content/uploads/2018/05/PREVIEW_Peterboroughs-Circular-City-Roadmap.pdf.
- [101] V. Rizos, A. Behrens, W. van der Gaast, E. Hofman, A. Ioannou, T. Kafyeke, A. Flamos, R. Rinaldi, S. Papadelis, M. Hirschnitz-Garbers, C. Topi, *Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers*, *Sustainability.* 8 (2016) 1212. doi:10.3390/su8111212.
- [102] O. Mont, A. Plepys, K. Whalen, J.L.K. Nubholz, *Business model innovation for a Circular Economy: drivers and barriers for the Swedish industry - the voice of REES companies*, Lund, 2017.
- [103] R.E. Hjaltadóttir, P. Hild, *Circular Economy in the building industry European policy and local practices*, *Eur. Plan. Stud.* 0 (2021) 1–26. doi:10.1080/09654313.2021.1904838.
- [104] M. Wahlström, J. Bergmans, T. Teittinen, J. Bachér, A. Smeets, A. Paduart, *Construction and Demolition Waste: Challenges and opportunities in a circular economy*; European Environment Agency_European Topic Centre Waste and Materials in a Green Economy, (2020) 53.
- [105] M. Zoghi, S. Kim, *Dynamic Modeling for Life Cycle Cost Analysis of BIM-Based Construction Waste Management*, *Sustainability.* 12 (2020) 2483. doi:10.3390/su12062483.
- [106] M. Norouzi, M. Chàfer, L.F. Cabeza, L. Jiménez, D. Boer, *Circular economy in the building and construction sector: A scientific evolution analysis*, *J. Build. Eng.* 44 (2021) 102704. doi:10.1016/j.jobe.2021.102704.
- [107] M. Lewandowski, *Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework*, *Sustainability.* 8 (2016) 43. doi:10.3390/su8010043.
- [108] J. Górecki, P. Núñez-Cacho, F.A. Corpas-Iglesias, V. Molina, *How to convince players in construction market? Strategies for effective implementation of circular economy in construction sector*, *Cogent Eng.* 6 (2019) 1690760. doi:10.1080/23311916.2019.1690760.
- [109] S. Shahbazi, A.K. Jönbrink, *Design Guidelines to Develop Circular Products: Action Research on Nordic Industry*, *Sustainability.* 12 (2020) 3679. doi:10.3390/su12093679.
- [110] G.L.F. Benachio, M. do C.D. Freitas, S.F. Tavares, *Circular economy in the construction industry: A systematic literature review*, *J. Clean. Prod.* 260 (2020) 121046. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121046.
- [111] L. Corbin, E. Laláková, S. Quigley, M. Valkov, A. Dijkstra, *Metabolic Institute, Goldschmeding Foundation, Financing Circular Economy Innovation in the Netherlands - The need for an ecosystem approach*, (2021).
- [112] K. Wang, S. de Regel, W. Debacker, J. Michiels, J. Vanderheyden, *Why invest in a reversible building design?*, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 225 (2019) 012005. doi:10.1088/1755-1315/225/1/012005.
- [113] E. Leising, J. Quist, N. Bocken, *Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool*, *J. Clean. Prod.* 176 (2018) 976–989. doi:10.1016/j.jclepro.2017.12.010.
- [114] M. Moreno, C. De los Rios, Z. Rowe, F. Charnley, *A Conceptual Framework for Circular Design*, *Sustainability.* 8 (2016) 937. doi:10.3390/su8090937.
- [115] M.K.C.S. Wijewickrama, R. Rameezdeen, N. Chileshe, *Information brokerage for circular economy in the*

- construction industry: A systematic literature review, *J. Clean. Prod.* 313 (2021) 127938. doi:10.1016/j.jclepro.2021.127938.
- [116] C. Turner, J. Oyekan, L.K. Stergioulas, Distributed Manufacturing: A New Digital Framework for Sustainable Modular Construction, *Sustainability*. 13 (2021) 1515. doi:10.3390/su13031515.
- [117] O.O. Akinade, L.O. Oyedele, M. Bilal, S.O. Ajayi, H.A. Owolabi, H.A. Alaka, S.A. Bello, Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS), *Resour. Conserv. Recycl.* 105 (2015) 167–176. doi:10.1016/j.resconrec.2015.10.018.
- [118] J. Fořt, R. Černý, Transition to circular economy in the construction industry: Environmental aspects of waste brick recycling scenarios, *Waste Manag.* 118 (2020) 510–520. doi:10.1016/j.wasman.2020.09.004.
- [119] B. Geldermans, M. Tenpierik, P. Luscuere, Circular and Flexible Indoor Partitioning—A Design Conceptualization of Innovative Materials and Value Chains, *Buildings*. 9 (2019) 194. doi:10.3390/buildings9090194.
- [120] Ben Kubbinga - Circle Economy Max Bamberger - Circle Economy Edwin van Noort - DGBC Dirk van den Reek - DGBC Merlijn Blok - Metabolic Gerard Roemers - Metabolic Justin Hoek - Metabolic Kees Faes - SGS, A framework for circular buildings - indicators for possible inclusion in BREEAM, (2018).
- [121] L.C.M. Eberhardt, M. Birkved, H. Birgisdottir, Building design and construction strategies for a circular economy, *Archit. Eng. Des. Manag.* 0 (2020) 1–21. doi:10.1080/17452007.2020.1781588.
- [122] L.C. Malabi Eberhardt, A. van Stijn, L. Kristensen Stranddorf, M. Birkved, H. Birgisdottir, Environmental Design Guidelines for Circular Building Components: The Case of the Circular Building Structure, *Sustainability*. 13 (2021) 5621. doi:10.3390/su13105621.
- [123] J. Wang, H. Wu, V.W.Y. Tam, J. Zuo, Considering life-cycle environmental impacts and society's willingness for optimizing construction and demolition waste management fee: An empirical study of China, *J. Clean. Prod.* 206 (2019) 1004–1014. doi:10.1016/j.jclepro.2018.09.170.
- [124] S. Liu, S. Qian, Towards sustainability-oriented decision making: Model development and its validation via a comparative case study on building construction methods, *Sustain. Dev.* 27 (2019) 860–872. doi:10.1002/sd.1946.
- [125] C. Cambier, W. Galle, N. De Temmerman, Research and Development Directions for Design Support Tools for Circular Building, *Buildings*. 10 (2020) 142. doi:10.3390/buildings10080142.
- [126] W.R. Stahel, Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the throwaway society, *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.* 371 (2013) 20110567. doi:10.1098/rsta.2011.0567.
- [127] B. Pollini, V. Rognoli, Early-stage material selection based on life cycle approach: tools, obstacles and opportunities for design, *Sustain. Prod. Consum.* 28 (2021) 1130–1139. doi:10.1016/j.spc.2021.07.014.
- [128] K. Lu, X. Jiang, J. Yu, V.W.Y. Tam, M. Skitmore, Integration of life cycle assessment and life cycle cost using building information modeling: A critical review, *J. Clean. Prod.* 285 (2021) 125438. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125438.
- [129] R. Santos, A.A. Costa, J.D. Silvestre, L. Pyl, Integration of LCA and LCC analysis within a BIM-based environment, *Autom. Constr.* 103 (2019) 127–149. doi:10.1016/j.autcon.2019.02.011.
- [130] M. Huang, Q. Dong, F. Ni, L. Wang, LCA and LCCA based multi-objective optimization of pavement maintenance, *J. Clean. Prod.* 283 (2021) 124583. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124583.
- [131] M. Arora, F. Raspall, L. Cheah, A. Silva, Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components, *Resour. Conserv. Recycl.* 154 (2020) 104581. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104581.
- [132] Municipality of Amsterdam, Roadmap Circular Land Tendering An introduction to circular building projects, (2017).
- [133] N.G. Akhimien, E. Latif, S.S. Hou, Application of circular economy principles in buildings: A systematic review, *J. Build. Eng.* 38 (2021) 102041. doi:10.1016/j.jobe.2020.102041.

- [134] A. Kuczera, A. Hadziivanov, A. Nugent, S. Richardson, H. Bukowski, A. Golec, E. Grodzicka, P. Jurkiewicz, E. Kowalska-ocneanu, H. Kwapisz, M. Siczek, A. Targowski, How to decarbonise the built environment by 2050 - Whole life carbon roadmap for Poland, 2021.
- [135] S. Liu, X. Meng, C. Tam, Building information modeling based building design optimization for sustainability, *Energy Build.* 105 (2015) 139–153. doi:10.1016/j.enbuild.2015.06.037.
- [136] K. Govindan, M. Hasanagic, A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective, *Int. J. Prod. Res.* 56 (2018) 278–311. doi:10.1080/00207543.2017.1402141.
- [137] C.S. Goh, S. Rowlinson, Conceptual Maturity Model for Sustainable Construction, *J. Leg. Aff. Disput. Resolut. Eng. Constr.* 5 (2013) 191–195. doi:10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000129.
- [138] N. Dodd, M. Cordella, M. Traverso, S. Donatello, Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings: Part 3: How to make performance assessments using Level(s) (Beta v1.0), Luxembourg, 2017. doi:http://dx.doi.org/10.2760/95143.
- [139] M. Migliore, C. Talamo, G. Paganin, UM3 - 2.2 - Construction and Demolition Waste, 2021. doi:10.1007/978-3-030-30318-1_2.
- [140] E. Durmisevic, *Explorations for Reversible Buildings*, 2019.
- [141] D. Mulhall, K. Hansen, L. Luscuere, R. Zanatta, W. Raymond, *Framework For Material Passports*, 2017.
- [142] M. Sparrevik, L. de Boer, O. Michelsen, C. Skaar, H. Knudson, A.M. Fet, Circular economy in the construction sector: advancing environmental performance through systemic and holistic thinking, *Environ. Syst. Decis.* 41 (2021) 392–400. doi:10.1007/s10669-021-09803-5.
- [143] R.D. Burke, K. Parrish, M. El Asmar, Environmental Product Declarations: Use in the Architectural and Engineering Design Process to Support Sustainable Construction, *J. Constr. Eng. Manag.* 144 (2018) 04018026. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001481.
- [144] J. Veselka, M. Nehasilová, K. Dvořáková, P. Ryklová, M. Volf, J. Růžička, A. Lupíšek, Recommendations for Developing a BIM for the Purpose of LCA in Green Building Certifications, *Sustainability.* 12 (2020) 6151. doi:10.3390/su12156151.
- [145] C. Ingraio, A. Messineo, R. Beltramo, T. Yigitcanlar, G. Ioppolo, How can life cycle thinking support sustainability of buildings? Investigating life cycle assessment applications for energy efficiency and environmental performance, *J. Clean. Prod.* 201 (2018) 556–569. doi:10.1016/j.jclepro.2018.08.080.
- [146] N. Dodd, M. Cordella, M. Traverso, S. Donatello, Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings: Parts 1 and 2: Introduction to Level(s) and how it works (Beta v1.0), Luxembourg, 2017. doi:10.2760/827838.
- [147] O. Benz, *Measuring the Circular Economy Developing*, *Circ. Econ.* (2019).
- [148] D.A. Ribas, P. Cachim, Economic sustainability of buildings, *Eng. Constr. Archit. Manag.* 26 (2019) 2–28. doi:10.1108/ECAM-03-2017-0048.
- [149] J. Sadhukhan, S. Sen, S. Gadkari, The Mathematics of life cycle sustainability assessment, *J. Clean. Prod.* 309 (2021) 127457. doi:10.1016/j.jclepro.2021.127457.
- [150] W.R. Stahel, *The circular economy: A user's guide*, 1st ed., Routledge, Oxon - United Kingdom, 2019.
- [151] European Commission, *Level(s): Putting circularity into practice*, 2021.
- [152] C. Cavalliere, G. Habert, G.R. Dell'Osso, A. Hollberg, Continuous BIM-based assessment of embodied environmental impacts throughout the design process, *J. Clean. Prod.* 211 (2019) 941–952. doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.247.
- [153] K. Rahla, R. Mateus, L. Bragança, Implementing Circular Economy Strategies in Buildings—From Theory to Practice, *Appl. Syst. Innov.* 4 (2021) 26. doi:10.3390/asi4020026.
- [154] Q. Tushar, M.A. Bhuiyan, G. Zhang, T. Maqsood, An integrated approach of BIM-enabled LCA and energy simulation: The optimized solution towards sustainable development, *J. Clean. Prod.* 289 (2021) 125622.

- doi:10.1016/j.jclepro.2020.125622.
- [155] C. Bueno, M.M. Fabricio, Comparative analysis between a complete LCA study and results from a BIM-LCA plug-in, *Autom. Constr.* 90 (2018) 188–200. doi:10.1016/j.autcon.2018.02.028.
- [156] E. Mieras, A. Gaasbeek, D. Kan, How to Seize the Opportunities of New Technologies in Life Cycle Analysis Data Collection: A Case Study of the Dutch Dairy Farming Sector, *Challenges*. 10 (2019) 8. doi:10.3390/challe10010008.
- [157] A. Zhang, R.Y. Zhong, M. Farooque, K. Kang, V.G. Venkatesh, Blockchain-based life cycle assessment: An implementation framework and system architecture, *Resour. Conserv. Recycl.* 152 (2020) 104512. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104512.
- [158] G. Foster, Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts, *Resour. Conserv. Recycl.* 152 (2020) 104507. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104507.
- [159] T. Capelle, S. Mantell, M. Steinlage, C. Henrotay, M. Farnetani, F. Lowres, K. Balson, D14 - Buildings As Material Banks - Testing BAMB results through prototyping and pilot projects, 2019.
- [160] V. Thakker, B.R. Bakshi, Toward sustainable circular economies: A computational framework for assessment and design, *J. Clean. Prod.* 295 (2021) 126353. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126353.
- [161] Ö. Çimen, Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review, *J. Clean. Prod.* 305 (2021) 127180. doi:10.1016/j.jclepro.2021.127180.
- [162] Q. Xue, Z. Wang, Q. Chen, Multi-objective optimization of building design for life cycle cost and CO2 emissions: A case study of a low-energy residential building in a severe cold climate, *Build. Simul.* (2021). doi:10.1007/s12273-021-0796-5.
- [163] S. Tang, D.R. Shelden, C.M. Eastman, P. Pishdad-Bozorgi, X. Gao, A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends, *Autom. Constr.* 101 (2019) 127–139. doi:10.1016/j.autcon.2019.01.020.
- [164] M.F. Muller, F. Esmanioto, N. Huber, E.R. Loures, O. Canciglieri, A systematic literature review of interoperability in the green Building Information Modeling lifecycle, *J. Clean. Prod.* 223 (2019) 397–412. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.114.
- [165] B. Guy, S. Shell, H. Esherick, Design for deconstruction and materials reuse, in: *Proc. CIB Task Gr. 39 Deconstruction Meet.*, CIB, 2006. doi:10.1.1.624.9494.
- [166] J. Basbagill, F. Flager, M. Lepech, M. Fischer, Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts, *Build. Environ.* 60 (2013) 81–92. doi:10.1016/j.buildenv.2012.11.009.
- [167] K.M. Rahla, R. Mateus, L. Bragança, Selection Criteria for Building Materials and Components in Line with the Circular Economy Principles in the Built Environment—A Review of Current Trends, *Infrastructures*. 6 (2021) 49. doi:10.3390/infrastructures6040049.
- [168] Y.E. Valencia-Barba, J.M. Gómez-Soberón, M.C. Gómez-Soberón, M.N. Rojas-Valencia, Life cycle assessment of interior partition walls: Comparison between functionality requirements and best environmental performance, *J. Build. Eng.* 44 (2021) 102978. doi:10.1016/j.jobe.2021.102978.
- [169] Z. Liu, Y. Lu, M. Shen, L.C. Peh, Transition from building information modeling (BIM) to integrated digital delivery (IDD) in sustainable building management: A knowledge discovery approach based review, *J. Clean. Prod.* 291 (2021) 125223. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125223.
- [170] M. Saidani, B. Yannou, Y. Leroy, F. Cluzel, How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework, *Recycling*. 2 (2017) 6. doi:10.3390/recycling2010006.
- [171] INE, Dados estatísticos Nacionais do Ambiente, Comércio internacional e interno, e da construção e habitação, (2021). https://ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE (accessed September 9, 2021).
- [172] Banco de Portugal, Análise do setor da Construção - BPstat, (2021).

<https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1304> (accessed September 8, 2021).

- [173] IMPIC, O Setor da Construção em Portugal - 2020, Lisboa - Portugal, 2020.
- [174] IMPIC, Dados estatísticos das empresas de Construção, (2021). <https://www.impic.pt/impic/pt-pt/noticias/relatorio-da-analise-economico-financeira-das-empresas-de-construcao-de-2018> (accessed September 8, 2021).
- [175] PORDATA, Dados estatísticos Nacionais, (2021). <https://www.pordata.pt/Portugal> (accessed September 9, 2021).
- [176] Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, Investigação e Desenvolvimento (IPCTN), (2022). <https://www.dgeec.mec.pt/np4/206/> (accessed March 23, 2022).
- [177] Instituto Nacional de Estatística, Estatísticas do Ambiente, 2019.
- [178] EUROSTAT, Circular economy - Overview, (2021). <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy> (accessed September 8, 2021).
- [179] DGEG, Dados globais da Indústria extrativa, (2021). <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/geologia/> (accessed September 30, 2021).
- [180] DGEG, DGEG - Dados estatísticos, 2019.
- [181] M. Mália, J. de Brito, M.D. Pinheiro, M. Bravo, Construction and demolition waste indicators, Waste Manag. Res. J. a Sustain. Circ. Econ. 31 (2013) 241–255. doi:10.1177/0734242X12471707.
- [182] F. Reixach, A. Cuscó, J. Barroso, Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción, Barcelona, 2000.
- [183] APAmbiente, Dados estatísticos dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD), (2021). <https://apambiente.pt/residuos/residuos-de-construcao-e-demolicao> (accessed September 9, 2021).

