

Economia circular na construção: O caso dos Açores

Dissertação de Mestrado

Roberto Carlos de Melo Amaral

Mestrado em

Ciências Económicas e Empresariais



Ponta Delgada
2024

Economia circular na construção: O caso dos Açores

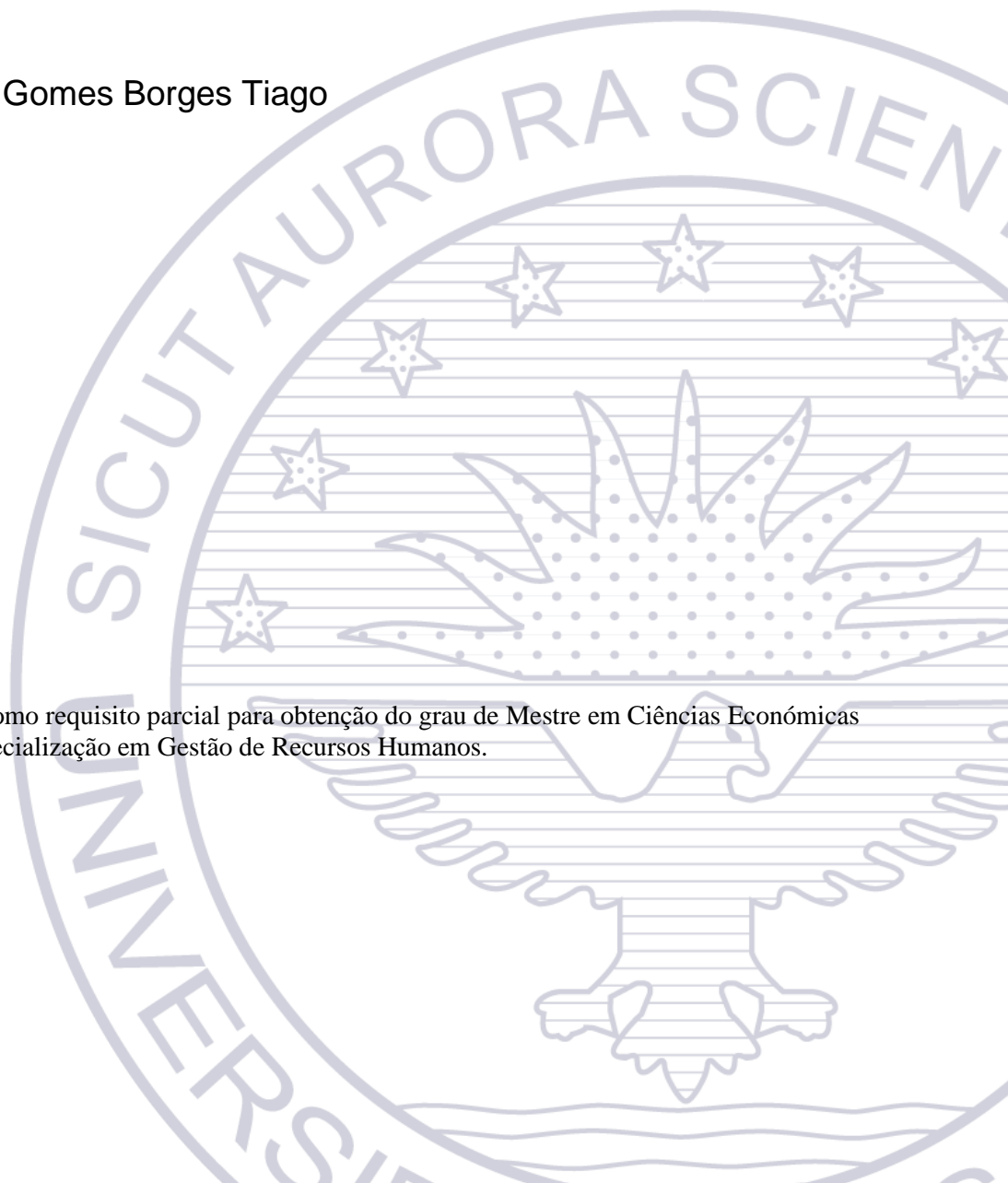
Dissertação de Mestrado

Roberto Carlos de Melo Amaral

Orientador

Prof. Doutor Flávio Gomes Borges Tiago

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Económicas e Empresariais, com especialização em Gestão de Recursos Humanos.



RESUMO

É indubitável, que o planeta Terra enfrenta atualmente uma enorme batalha, a luta pela sua própria existência, pelo menos, uma existência como hoje temos conhecimento e que tanto nos encanta. Ademais, se nada for feito relativamente à forma como cuidamos dele, inevitavelmente, dentro de alguns anos, o resultado final será não termos um planeta que possamos chamar de nossa casa.

Daqui resulta a necessidade da exploração do conceito de economia circular, procurando depreender as suas vantagens e desvantagens e, estrategicamente, desenhar modelos com vista à criação de sistemas que contribuem para o desenvolvimento sustentável.

Presentemente, o sector da construção é responsável por um elevado consumo de recursos e energia e também por uma elevada produção de resíduos, sendo imperativo a implementação do modelo de economia circular, confluindo para melhorar a sustentabilidade neste sector de atividade.

No caso concreto dos Açores, dada a sua reduzida dimensão territorial e devido à sua insularidade e isolamento, onde se evidencia uma maior escassez de recursos e dependência energética, faz ainda mais sentido, a adoção do modelo de economia circular no sector da construção, estimulando-se assim a presença da circularidade dos resíduos, contribuindo, por um lado, para melhorar a sustentabilidade ambiental, e por outro, permitir gerar vantagens económicas e sociais.

Neste sentido, o tema a explorar na dissertação será o conceito de economia circular, sendo que, a metodologia a utilizar, terá a sua sustentação teórica na recolha criteriosa e exaustiva de elementos que permitem o estabelecimento dos modelos, princípios, objetivos e vantagens e desvantagens, tendo em vista a sua aplicabilidade no sector da construção da Região Autónoma dos Açores.

Palavras-chave: economia circular; desenvolvimento sustentável; sector da construção; vantagens; Açores.

ABSTRACT

It is undoubted, that the planet Earth currently faces a huge battle, the struggle for its own existence, at least, an existence as we know today and that so enchants us. Moreover, if nothing is done about how we care for it, inevitably, within a few years, the end result will be that we don't have a planet we can call our home.

This results in the need to explore the concept of circular economy, seeking to understand its advantages and disadvantages and, strategically, to design models with a view to creating systems that contribute to sustainable development.

At present, the construction sector is responsible for a high consumption of resources and energy and also for a high production of waste, and it is imperative to implement the circular economy model, converging to improve sustainability in this sector of activity.

In the specific case of the Azores, given its small territorial dimension and due to its insularity and isolation, where there is evidence of a greater scarcity of resources and energy dependence, it makes even more sense to adopt the circular economy model in the construction sector, thus stimulating the presence of the circularity of waste, contributing, on the one hand, to improve environmental sustainability, and on the other hand, to generate economic and social advantages.

In this sense, the theme to be explored in the dissertation will be the concept of circular economy, and the methodology to be used will have its theoretical support in the careful and exhaustive collection of elements that allow the establishment of models, principles, objectives and advantages and disadvantages, in view of its applicability in the construction sector of the Autonomous Region of the Azores.

Keywords: advantages; circular economy; construction sector; sustainable development; Azores.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha mãe Maria Eugénia que foi uma força da natureza, uma lutadora e uma fonte imensa de bondade e amor.

AGRADECIMENTOS

Concretizar esta dissertação só foi possível com apoio e auxílio de várias pessoas, que pretendo agradecer-las neste capítulo.

Quero agradecer ao meu orientador Prof. Doutor Flávio Tiago pelos sábios conselhos, pela impagável ajuda e apoio.

Agradeço também a todo corpo docente do mestrado em ciência económicas e empresariais da Universidade dos Açores, por me permitirem adquirir conhecimentos necessários para elaboração desta dissertação.

Aos meus colegas do Mestrado pela partilha de conhecimento e experiências.

À minha família, aos meus filhos Henrique e Maria Eugénia, por serem o motivo de todo o meu esforço e dedicação empregues neste trabalho académico e à minha esposa Andrea, por ser o meu pilar de apoio e de incentivo.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	II
DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	VIII
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	3
2.2 ECONOMIA CIRCULAR	6
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	10
CAPÍTULO IV – CASO DE ESTUDO	12
4.1 ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO	12
4.2 EQUADRAMENTO LEGAL, REGULAMENTAR E NORMATIVO DA EC NA CONSTRUÇÃO	14
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DE CONSTRUÇÃO	18
4.3.1 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR EM PORTUGAL	18
4.3.2 BREVE CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NOS AÇORES	18
4.4 BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DA EC NA CONSTRUÇÃO	19
4.5 OPORTUNIDADES À IMPLEMENTAÇÃO DA EC NA CONSTRUÇÃO	22
4.6 ESTRATÉGIAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA EC NA CONSTRUÇÃO	24
4.7 MODELOS DE NEGÓCIO DA EC NA CONSTRUÇÃO	29
CAPÍTULO V – DISCUÇÃO E RESULTADOS	36
CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação conceptual do conceito de desenvolvimento sustentável.....	4
Figura 2. Objetivos de desenvolvimento sustentável	5
Figura 3. Diagrama borboleta de EMF.....	7
Figura 4. Três princípios da economia circular	13
Figura 5. Cronologia do enquadramento regulamentar mais relevante sobre construção, gestão de resíduos, metas ambientais e economia circular: em Portugal e na Europa ...	17
Figura 6. Classes de Dimensão das empresas do Sector Construção	18
Figura 7. Estruturas Por sector de atividades económicas nos Açores em 2018.....	19
Figura 8. Estruturas Por classe de dimensão nos Açores em 2018.....	19
Figura 9. Fluxos de recursos através de uma cadeia de valor numa economia circular .	24
Figura 10. Ferramentas de Circularidade	29
Figura 11. Áreas do Business Model Canvas	30
Figura 12. Método para criação de valor em projetos: ciclo iterativo para a inovação em modelos de negócios circulares.	32
Figura 13. Consumo final de energia por setores na RAA (2021)	36
Figura 14. Evolução da produção de RCD na R.A.A.....	37
Figura 15. Produção de RCD em 2022, por Ilha na R.A.A.	38
Figura 16. Produção de RCD em 2021, por tipologia LER.....	39
Figura 17. Operações de tratamento dos RCD na R.A.A. em 2022	40
Figura 18. Operações de tratamento dos RCD na R.A.A em 2021	40
Figura 19. Matriz SWOT baseada nos conceitos da EC.....	42
Figura 20. Provede de betão com agregado reciclado (corte transversal).....	43
Figura 21. Agregado reciclado	44
Figura 22. Cubo de betão produzido com agregado reciclado	44
Figura 23. A transição de um mundo linear para circular.....	47
Figura 24. Representação hierárquica de conceitos da economia.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Definição e interpretação da economia circular	8
Tabela 2. Classificação e definições das categorias de barreiras à EC.....	20
Tabela 3. Identificação dos Stakeholders no sector da construção.....	20
Tabela 4. Barreiras à implementação da EC na construção e relação com stakeholder.	21
Tabela 5. Oportunidades para a economia circular na construção	23
Tabela 6. Resumo dos trabalhos elegidos na revisão sistemática da literatura abordando modelos de negócios no ambiente construído	31
Tabela 7. Resumo dos trabalhos elegidos na revisão sistemática da literatura abordando modelos de negócios no ambiente construído	35
Tabela 8. Grupos de RCD por tipologia LER	38
Tabela 9. Taxa de valorização alcançada dos RCD em Portugal Continental em 2021.	41

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV – Avaliação Ciclo Vida
BdP – Banco de Portugal
BIM – Building Information Modeling
CIM – Consumo Interno de Materiais
CNI – confederação Nacional da indústria
DAP – Declaração Ambiental Produto
DFD – Design Fim Vida
EC – Economia Circular
EMF – Ellen MacArthur Foundation
ENCPE 2020 – Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020
GEE – Gases Efeito Estufa
INE – Instituto Nacional de Estatística
LER – Lista Europeia de resíduos
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU – Organização das Nações Unidas
R.A.A. – Região Autónoma dos Açores
RAP – Responsabilidade Alargada do Produtor
RCD – Resíduo de Construção e Demolição
SRIR – Sistema Regional de Informação sobre Resíduos
TIC – Tecnologias Informação Comunicação
UE – União Europeia

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

“We are the first generation to feel the effect of climate change and the last generation who can do something about it.”

Barack Obama, Twitter, September 23th, 2014

Em resposta às alterações climáticas, a União Europeia (UE), em 2021, tornou legalmente vinculativa, a neutralidade climática e a meta de emissões líquidas nulas até 2050, para todos os Estados-Membros. Neste sentido, foi criado o Pacto Ecológico Europeu, (Comissão Europeia, 2019), tendo como objetivo mestre atingir a neutralidade dos impactos no clima.

A UE espera ainda alcançar uma economia circular até 2050, através da implementação de modelos de produção e de consumo mais sustentáveis. (Comissão Europeia, 2020)

A economia circular (EC), pelo seu potencial, permite delinear estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentáveis e lucrativos. (Weetman, C. 2019).

Segundo Stahel, a economia circular procura reconstruir o capital, nas suas várias dimensões, oferecendo oportunidades e soluções que podem ser aplicadas em todas as organizações. (Stahel, W.R. 2019). A sua implementação no sector da construção poderá contribuir substancialmente para a mitigação das externalidades negativas verificadas neste sector, que é responsável por uma parte considerável de emissões de CO₂ e também de consumo de energia. Contudo, “ a transição para a economia circular na gestão de resíduos é dificultada por barreiras que devem ser encontradas e ultrapassadas para lidar habilmente com este tipo de resíduos” (Mahpour, A. 2018).

Os objetivos deste trabalho, centram-se no estudo e análise da implementação de modelos económicos de economia circular na construção civil, no caso específico dos Açores, através, da compreensão e seleção criteriosa dentro de um conjunto distinto de estratégias e como cada uma delas contribui para gerar maior valor a partir dos valores não capturados.

Este trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos, sendo este o inicial e referente à introdução ao tema. O capítulo seguinte aborda o enquadramento teórico, onde se pretende expor a informação obtida, através da consulta e análise da literatura, que se julgou relevante para a compreensão da temática em estudo, sendo que, este capítulo foi dividido em dois subcapítulos: desenvolvimento sustentável e economia

circular. No capítulo seguinte é exposta a metodologia para este trabalho, tendo sido escolhida neste trabalho de investigação o método qualitativo, tendo a sua sustentação teórica passado por uma criteriosa e profunda recolha de recursos que permitiram identificar o seu estado de arte, nomeadamente, investigando as diversas acepções da EC. Seguidamente, no Quarto capítulo é abordado o caso de estudo da economia circular na construção, nomeadamente, a caracterização do sector da construção em Portugal e nos Açores, assim como, a situação actual em que se encontra este sector em matéria de EC. No Quinto capítulo é apresentada a discussão e resultados do trabalho e, por fim, o Sexto capítulo refere a conclusão de toda a temática estudada no presente trabalho, algumas sugestões e indicações futuras para a implementação da EC nas empresas e organizações

CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (CMMAD, 1991, p. 46).

Para atingirmos o objetivo de proporcionar a todos uma sobrevivência condigna, num planeta para sempre habitável, indubitavelmente, teremos de alterar os comportamentos económicos, ambientais e socialmente destrutivos. (Sachs, I. 1993). Ainda segundo Sachs "A verdadeira escolha não é entre desenvolvimento e meio ambiente, mas entre formas de desenvolvimento sensíveis ou insensíveis à questão ambiental" (Sachs, I. 1993, p. 17).

Os seres humanos têm enfrentado, desde sempre, condições ambientais adversas, todavia, os problemas ambientais tornaram-se mais comuns e evidentes com a industrialização e a urbanização. (Dunlap & Jorgenson, 2012)

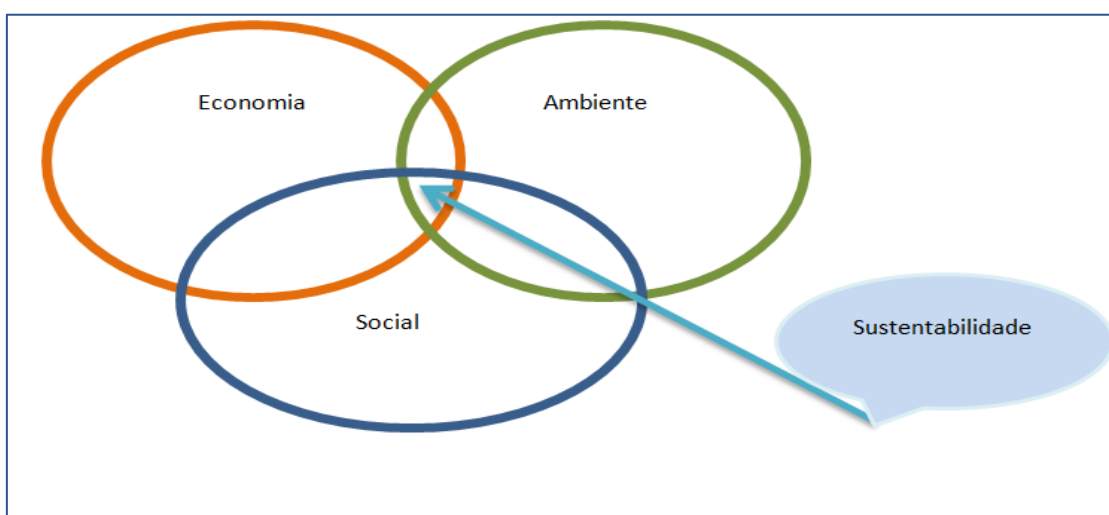
As nossas ações infligem consequências ao ambiente e, concludentemente, a todos aqueles que precisam do ambiente para viver.

Segundo Dunlap & Jorgenson (2012), o ambiente desempenha três funções fundamentais, em primeiro, o ambiente fornece-nos os recursos necessários para a vida. Ao fornecer aquilo que os ecologistas designam como "base de sustentação" das sociedades humanas, desempenhando a função de "armazém de abastecimento". Em segundo lugar, no processo de consumo de recursos, mormente, pelos seres humanos, resultando na produção de enormes quantidades e variedades de resíduos, neste caso, o ambiente desempenha a função de "sumidouro" ou "depósito de resíduos" para esses resíduos, absorvendo-os ou reciclando-os em substâncias úteis ou, pelo menos, inofensivas, contudo, quando os resíduos excedem a capacidade do ambiente para os absorver, o resultado é a poluição da água e do ar. Em terceiro lugar, tal como todas as outras espécies, o ser humano deve também ter um sítio para viver, e o ambiente fornece o nosso habitat, onde vivemos Assim, a terceira função do ambiente é proporcionar "espaço vital" para as populações humanas. Quando utilizamos demasiado um espaço vital, o resultado é a sobrepopulação, colocando enorme pressão sobre os recursos disponíveis. (Dunlap & Jorgenson, 2012)

De facto, a sobrepopulação tem vindo a ser reconhecida como a principal causa da maioria dos problemas ambientais, na medida em que o excesso de consumo está a ameaçar a sustentabilidade do planeta, que associado ao crescimento económico, são frequentemente referidos como os principais factores antropogénicos das alterações climáticas. (Global Population Growth and Sustainable Development. UN DESA/POP/2021/TR/NO. 2., 2021).

O desenvolvimento sustentável expressa a relação entre crescimento económico, preservação ambiental e inclusão social. (Figura 1). Desta relação de interdependência é possível alcançar a harmonia entre economia, ambiente e sociedade, respeitando a biodiversidade e os recursos naturais, promovendo a solidariedade entre gerações e a corresponsabilização e solidariedade entre países. (Schutte, 2009)

Figura 1. Representação conceptual do conceito de desenvolvimento sustentável



Fonte: Elaboração Própria, adaptado de Schutte (2009)

Em essência, o desenvolvimento sustentável é multidimensional, incorpora diferentes aspetos da sociedade, buscando a proteção ambiental e manutenção do capital natural, para alcançar a prosperidade económica e a equidade para as gerações atuais e futuras (KELLY et al., 2004)

De salientar que a organização das Nações unidas (ONU), tem tido um papel preponderante na abordagem ao tema do desenvolvimento sustentável. Assim, o ano de 2015 ficará na história como o ano da definição da Agenda 2030, constituída por 17 Objetivos de DS. A Agenda 2030 é uma agenda alargada e ambiciosa que aborda várias dimensões do desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 e os 17 Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável (Figura 2) são a visão comum para a Humanidade, um contrato entre os líderes mundiais e os povos e “uma lista das coisas a fazer em nome dos povos e do planeta”. (ONU 2015)

Figura 2. Objetivos de desenvolvimento sustentável



Fonte: ONU, objetivos de desenvolvimento sustentável (2023)

Actualmente, ao nível empresarial, é dada grande importância à filosofia ESG, que é a sigla para (Environmental, Social and Governance), um conjunto de boas práticas ambientais, sociais e de governança corporativa relacionadas à gestão de empresas e à forma como elas se posicionam no mercado, sendo utilizado como critério de sustentabilidade.

Foi em 2005 que surgiu pela primeira vez a sigla ESG (Environmental, Social and Governance) com o relatório “Who cares wins” “Ganha quem se importa”, redigido pela Organização das Nações Unidas (ONU). O ESG foca-se em 3 pilares fundamentais: Ambiente; Social e Governança. A integração destes três pilares no pensamento estratégico e nas decisões de negócios é fundamental para garantir a sustentabilidade a longo prazo das empresas, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável.

Embora os caminhos que conduzem à sustentabilidade em cada país ou sector sejam diferentes, os objetivos permanecem os mesmos. De facto, o enorme desafio de

assegurar, em menos de duas gerações humanas, que cerca de dez mil milhões de pessoas sejam adequadamente alimentadas e alojadas, sem danificar o ambiente do qual todos dependemos, significa que a sustentabilidade deve ser alcançada o mais rapidamente possível. (Goodland, 1995).

2.2 Economia circular

A origem do conceito de economia circular não é consensual, no entanto a maioria dos autores com trabalhos publicados sobre esta temática, consideram que o conceito foi utilizado pela primeira vez por Pearce & Turner (1990).

Nos últimos anos, a economia circular tem recebido uma atenção crescente em todo o mundo devido, nomeadamente, ao reconhecimento de que a segurança do aprovisionamento e a eficiência na utilização dos recursos, são cruciais para a prosperidade das economias e das empresas. (Behrens, A., Rizos, V. & Tuokko, K. 2017).

O conceito foi adotado por vários governos e empresas em todo o mundo, que consideram a economia circular como uma solução para conciliar o que, à primeira vista, parecem objetivos contraditórios do crescimento económico e da sustentabilidade ambiental (Lieder & Rashid, 2016; Preston, 2012; Ghisellini et al., 2016).

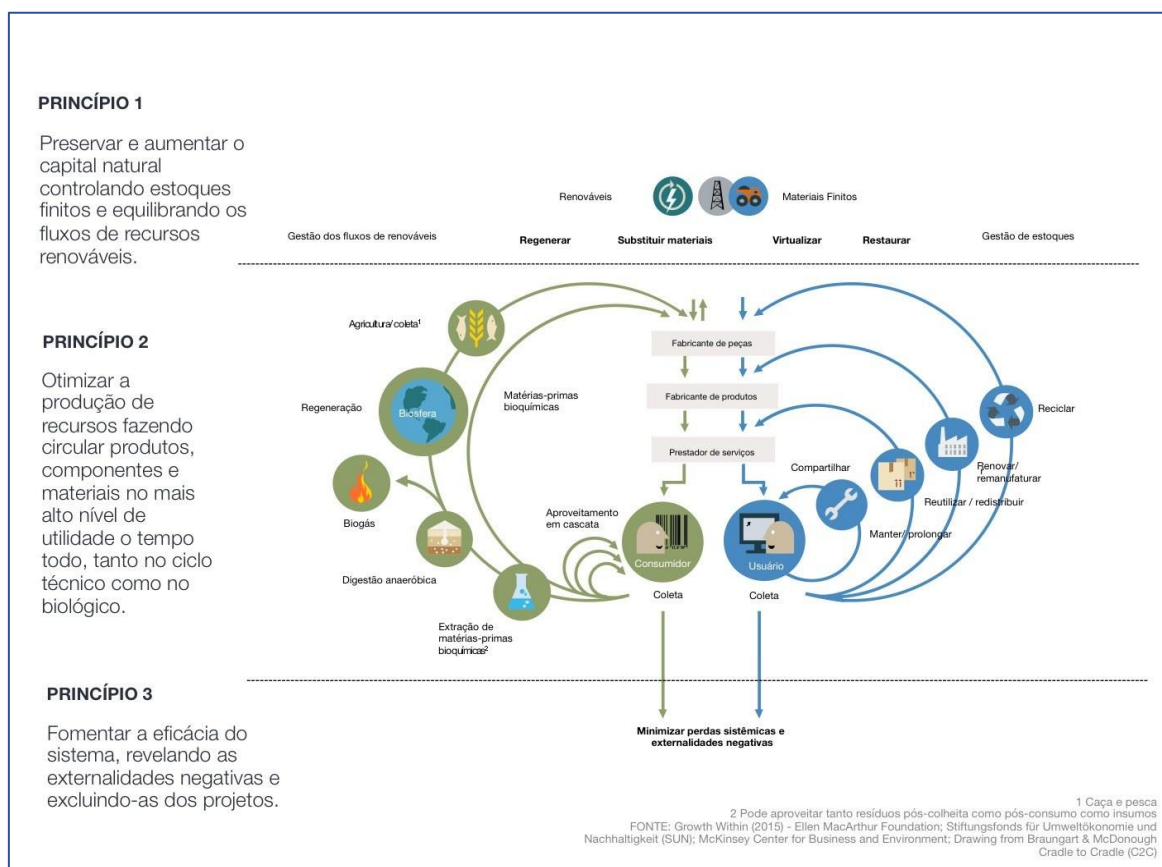
Na União Europeia a economia circular está também a ganhar dinâmica, conforme o estabelecido no Pacote de Economia Circular, no Programa de Trabalho da Comissão Europeia 2017 e no programa de investigação e inovação Horizonte 2020 (Comissão Europeia, 2016a; 2015a).

Uma das maiores referências mundiais na promoção da economia circular é a Ellen MacArthur Foundation (EMF). Esta instituição filantrópica trabalha persistentemente para acelerar a transição para uma economia circular. Desenvolve e promove a ideia da economia circular, trabalhando em conjunto com empresas, universidades, formuladores de políticas e instituições internacionais, com vista a mobilizar soluções de sistemas em escala em todo o mundo.

De facto, alterar o modelo económico linear que se mantém dominante desde a revolução industrial, não será tarefa fácil e implicará uma transformação profunda nos padrões atuais de produção e de consumo, contudo, será uma inevitabilidade, se, efetivamente, desejarmos atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Porém, para uma melhor abordagem ao conceito de economia circular, importa também definir o conceito de economia linear, sendo por vezes chamada de economia take-make-waste (extrair-produzir-desperdiçar), é um sistema em que os recursos são extraídos para fabricar produtos que eventualmente se tornam resíduos e são desperdiçados. Os produtos e materiais geralmente não são usados em todo o seu potencial numa economia linear. Como o nome sugere, move-se numa direção: da matéria-prima para o descarte. É um sistema poluente, que degrada os sistemas naturais e alimenta uma série de desafios globais, incluindo as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade. (EMF 2023). A economia linear destrói o capital natural do qual depende. É possível observar esse efeito nos solos cada vez mais degradados, nos oceanos poluídos, na perda de biodiversidade, na escassez de água doce e áreas significativas de desflorestação. (EMF 2023). Em alternativa à economia linear, a Figura 3 ilustra o diagrama sistémico da economia circular, conhecido como “diagrama de borboleta” que representa o fluxo contínuo de materiais em uma economia circular.

Figura 3. Diagrama borboleta de EMF



Fonte: EMF (2015)

O que é a economia circular? Na Tabela 1 são apresentadas, por diversos autores e instituições, várias definições e interpretações da economia circular.

Tabela 1. Definição e interpretação da economia circular

Fonte	Definição/Interpretação
Sauvé et al. (2016)	A economia circular refere-se à "produção e consumo de bens através de fluxos de materiais em circuito fechado que internalizam as externalidades ambientais ligadas à extração de recursos virgens e à produção de resíduos (incluindo a poluição)".
Preston (2012)	"A economia circular é uma abordagem que transformaria a função dos recursos na economia. Os resíduos das fábricas tomar-se-iam um valioso contributo para outro processo - e os produtos poderiam ser reparados, reutilizados ou melhorados em vez de deitados fora".
EEA (2014)	A economia circular "refere-se principalmente aos aspetos dos recursos físicos e materiais da economia - centra-se na reciclagem, na limitação e na reutilização dos fatores de produção físicos da economia e na utilização dos resíduos como um recurso que conduz à redução do consumo de recursos primários".
Mitchell (2015)	A economia circular é uma alternativa à economia linear tradicional (produzir, utilizar, descartar), na qual mantemos os recursos em uso durante o maior tempo possível, extraindo o máximo valor dos mesmos durante a sua utilização, recuperando e reutilizando produtos e materiais.
Heck (2006)	A utilização de energia sustentável é crucial numa economia circular. A transição para uma economia circular exigirá que se enfrente o desafio de estabelecer um abastecimento energético sustentável, bem como uma ação decisiva em vários outros domínios, como a agricultura, água, solo e biodiversidade.
Su et al. (2013)	O foco da economia circular estende-se gradualmente para além das questões relacionadas com a gestão de materiais e abrange outros aspetos, como a eficiência energética e a conservação, a gestão dos solos, a proteção dos solos e a água.
Bastein et al. (2013)	A transição para a economia circular "é uma condição essencial para um sistema industrial resiliente que facilita novos tipos de atividade económica, reforça a competitividade e gera emprego".
EEA (2016)	Uma economia circular oferece oportunidades para criar bem-estar, crescimento e emprego, reduzindo simultaneamente as pressões ambientais. O conceito pode, em princípio, ser aplicado a todos os tipos de recursos naturais, incluindo materiais bióticos e abióticos, água e terra".
Ghisellini et al. (2016)	A remodelação radical de todos os processos ao longo do ciclo de vida dos produtos, conduzida por atores inovadores, tem o potencial não só de conseguir obter materiais e recuperar energia, mas também para melhorar todo o modelo económico e de vida.
ADEME (2014)	O objetivo da economia circular é reduzir o impacto ambiental do consumo de recursos e melhorar o bem-estar social.
Ellen MacArthur Foundation (2013a; 2013b; 2015a)	A economia circular é "um sistema industrial que é restaurador ou regenerativo por intenção e conceção. Substitui o conceito de "fim de vida" pela restauração que, por seu turno, passa pela utilização de energias renováveis, elimina a utilização de produtos químicos tóxicos, que prejudicam a reutilização, e tem como objetivo a eliminação de resíduos através da conceção superior de materiais, produtos, sistemas e, dentro destes, modelos de negócio". O objetivo global é "permitir fluxos eficazes de materiais, energia, trabalho e informação para que o capital natural e social possa ser reconstruído".
European Commission (2015a)	A economia circular é uma economia "em que o valor dos produtos, materiais e recursos é mantido na economia durante o maior tempo possível e a produção de resíduos é minimizada". A transição para uma economia mais circular constituiria "uma contribuição essencial para os esforços da União Europeia no sentido de desenvolver uma economia sustentável, hipocarbónica, eficiente em termos de recursos e competitiva"

Fonte: Behrens, A., Rizos, V. & Tuokko, K. (2017)

De facto, pensar numa definição "final" e consensual da EC não é tarefa fácil, dado existir um número considerável de definições, utilizadas por vários autores, e que encontramos na vasta literatura sobre este tema, contudo, por convicção pessoal, relevo a seguinte:

“Definimos a EC como um sistema económico que substitui o conceito de “fim de vida” pela redução e, de forma alternativa, pela reutilização, reciclagem e recuperação de materiais, nos processos de produção/distribuição e consumo. Opera ao nível micro (produtos, empresas, consumidores), ao nível meso (parques eco-industriais) e ao nível macro (cidade, região, nação e mais além), com o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável, criando, simultaneamente, qualidade ambiental, prosperidade económica e equidade social, em benefício das gerações actuais e futuras. Fundamenta-se em novos modelos de negócio e consumidores responsáveis” (Kirchherr et al. 2017).

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

Em relação à metodologia utilizada na presente dissertação, a sua sustentação teórica passou por uma criteriosa e profunda recolha de recursos que permitiram identificar o seu estado de arte, mormente, investigando as diversas acepções da EC, ou seja, estudando os seus conceitos, as barreiras e oportunidades, assim como, as diversas estratégias e modelos de negócios, com maior incidência no sector da construção civil.

Da recolha exaustiva de elementos e acuidade na reflexão, os resultados foram reproduzidos numa análise descritiva e representados através de vários exemplos, ficando os mesmos organizados segundo a perspectiva da conjuntura actual, exposta e reflectida ao longo da dissertação, sendo que, esta oferece orientações para a investigação futura da EC na indústria de construção.

Segundo Lakatos e Marconi (2003), o método denominado qualitativo caracteriza-se por dar um foco maior na compreensão dos factos, do que propriamente na sua mensuração.

Segundo Godoy (1995) a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão-se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre conceitos, pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo. (GODOY, 1995, p. 58)

Ainda segundo Godoy (1995) o estudo de caso caracteriza-se, como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular. (GODOY, 1995, p. 25)

Neste sentido, foi dado maior foco na compreensão dos factos em matéria de EC, aquando da análise e estudo da vasta literatura consultada, tendo por objectivo, a análise da viabilidade para a implementação da EC no sector da construção na R.A.A. Para isso, foi necessário analisar o seu estado de arte, assim como, identificar os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, alinhados com os princípios universalizados da EC.

Relativamente à documentação referenciada, esta foi obtida através do acesso a diferentes fontes, designadamente: bibliotecas; livrarias; portais governamentais e

comunitários; portais de instituições, públicas e privadas; pesquisa on-line de trabalhos produzidos por diversos autores e ainda através de plataformas digitais de acervo científico, tais como: <https://www.rcaap.pt/>; <https://scholar.google.pt/>; <https://www.scopus.com/home.uri>; <https://www.sciencedirect.com/>; <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>; <https://www.scielo.org/>.

CAPÍTULO IV – CASO DE ESTUDO

4.1 Economia circular na construção

Segundo a publicação da United Nations Environment Programme (2022), no ano de 2021 o consumo operacional de energia do sector dos edifícios cresceu cerca de 4% em relação aos níveis de 2020, e as emissões de CO₂ operacionais aumentaram cerca de 5%, atingindo aproximadamente 10 GtCO₂ - um aumento que excede o pico pré-pandémico 2019 em 2%. Isto reflete, por um lado, a reabertura da economia mundial e, por outro, a falta de mudanças estruturais para apoiar a descarbonização do sector dos edifícios durante o período da pandemia. Ademais, o sector dos edifícios e a indústria da construção representam cerca de 37% das emissões globais de emissões de CO₂ relacionadas com a energia e os processos. (United Nations Environment Programme (2023).

Já segundo Kabirifar et al. (2020), o sector da construção e demolição consome 40% da utilização de pedra bruta, brita e areia, bem como quase 25% da madeira por ano. Ao mesmo tempo, é responsável por 23% da poluição atmosférica (emissões de gases com efeito de estufa e de partículas), o que representa 50% das alterações climáticas, 40% da poluição da água potável e 50% da deposição em aterro.

Estima-se que a população mundial aumente de 7,7 mil milhões para 9,7 mil milhões de pessoas até 2050 (United Nations, 2019). É indubitável que o aumento da população, levará ao aumento consumo de materiais. Estima-se que a utilização mundial de materiais atinja cerca de 95 mil milhões de toneladas em 2050, aproximadamente o dobro da quantidade registada em 2015 (Schandl et al, 2016).

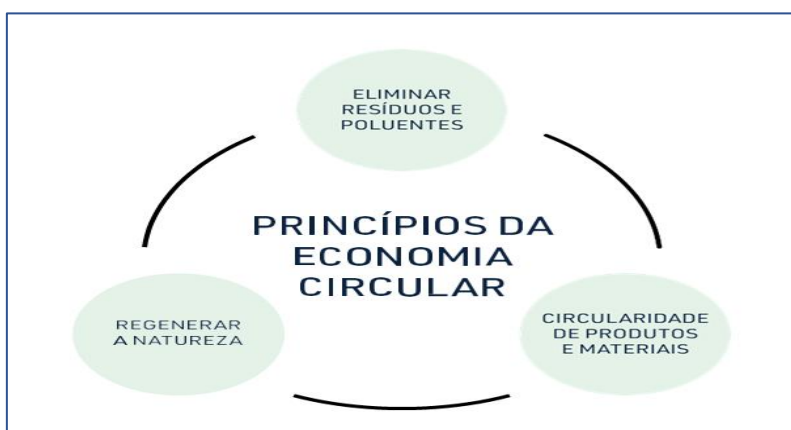
O sector da construção e o ambiente construído exercem uma pressão significativa sobre o ambiente, uma vez que são os maiores consumidores de recursos naturais e utilizam mais de um terço da energia produzida anualmente em todo o mundo (Munaro et al. 2020). Além disso, a taxa crescente de urbanização tem um impacto cada vez mais negativo na biodiversidade em todo o mundo (McDonald et al. 2008). Existe, por conseguinte, uma forte e evidente necessidade de reduzir este impacto, passando dos padrões de consumo lineares para soluções mais circulares, reduzindo assim a pegada do ambiente construído (Arora et al. 2020).

MacArthur (2013) define três grandes princípios relevantes para a circularidade e aplicáveis também ao sector da construção (eliminar resíduos e poluentes; circularidade de produtos e materiais; regenerar a natureza), conforme ilustra Figura 4.

A eliminação dos resíduos e da poluição implica centrar-se nas emissões incorporadas dos materiais e recursos utilizados no edifício. Através da conceção e utilização dos materiais, métodos de construção menos intensivos em recursos e a reutilização dos resíduos subsequentes da demolição do edifício, podem reduzir as emissões de gases com efeito de estufa. Os produtos químicos perigosos presentes nos materiais seleccionados podem ser evitados, aumentando assim o desempenho do edifício e as possibilidades de reutilização posterior. O princípio de manter os produtos e materiais em uso é amplamente debatido na conceção de edifícios, uma vez que existe uma variação substancial nas taxas de substituição de componentes de edifícios durante a sua utilização, e uma vez que muitos componentes do edifício têm uma de vida que excede o tempo de vida do edifício.

A circularidade é também a regeneração dos sistemas naturais. Para um edifício, significa descobrir como minimizar a utilização de recursos externos, como a energia e a água, ou mesmo como se tornar um produtor líquido de energia através da produção localizada de energia. Está também ligado à proteção da biodiversidade, através da utilização de espaços envolventes ou de telhados para a vegetação natural e a gestão das águas pluviais. Além disso, ao evitar a instalação em zonas vulneráveis e utilizando materiais renováveis e sustentáveis, a pressão sobre os sistemas naturais pode ser reduzida.

Figura 4. Três princípios da economia circular



Fonte: Ellen Macarthur Foundation (2013)

Segundo o relatório *The World's Cities in 2018*, da responsabilidade da ONU, em 2018 foi estimado que 55,3% da população mundial vivia em aglomerados urbanos e que até 2030 as áreas urbanas deverão albergar 60% das pessoas a nível mundial. Ainda segundo a ONU, compreender as principais tendências de urbanização, suscetíveis de se desenvolverem nos próximos anos, será determinante para a implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, mormente, em atingir o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11, que visa tornar as cidades e aglomerados urbanos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Ademais, tendo como objetivo alinhar o setor da construção rumo à neutralidade carbónica, reduzindo a depleção de recursos naturais e promovendo a biodiversidade, as medidas estarão intrinsecamente alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente com o objetivo 12 - Produção e Consumo Sustentável e 13 - Ação Climática, mas também, ainda que menos diretamente, com os objetivos 5 - Educação de Qualidade, 7 - Energias Renováveis e Acessíveis, 8 - Trabalho Digno e Crescimento Económico, 9 - Indústria, Inovação e Infraestruturas, 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, 14 - Proteger a Vida Marinha, 15 - Proteger a Vida Terrestre e 17- Parcerias para a Implementação dos Objetivos. (Fonseca et al., 2022)

4.2 Equadramento legal, regulamentar e normativo da EC na construção

A Figura 5 apresenta o contexto legal, regulamentar e normativo, em forma síntese, tanto a nível europeu e como a nível nacional, publicada nos últimos anos e considerados com maior relevância para a circularidade na construção, distribuídos cronologicamente, sendo emitidos pela Comissão Europeia (à direita) e pelo governo de Portugal (à esquerda). De facto, a transição de um modelo de economia linear para circular na Europa, tem merecido grande atenção da Comissão Europeia, retratando-se na publicação de diversos documentos estratégicos, sendo o mais relevante o Pacto Ecológico Europeu, publicado em 2019, que veio alavancar a transição, proporcionando o ambiente favorável à definição de mecanismo de financiamento e originando um

conjunto de planos para a promoção e adoção de princípios de economia circular para várias indústrias. (Fonseca et al., 2022)

Importa referir, a taxonomia europeia, que é um sistema de classificação que estabelece uma lista de atividades económicas ambientalmente sustentáveis e que funciona como um facilitador para aumentar o investimento sustentável, marca, portanto, a etapa legislativa final para criar a primeira classificação a nível mundial de atividades económicas sustentáveis, para que a UE possa atingir a neutralidade climática até 2050.

Neste âmbito foram definidos seis objetivos gerais principais, subdividido por climáticos e ambientais. No domínio climático, temos:

- 1 - Mitigação das alterações climáticas.
- 2 - Adaptação às alterações climáticas

No domínio ambiental:

- Uso sustentável e proteção da água e recursos marinhos
- Transição para a economia circular
- Prevenção e controlo da poluição
- Proteção e restauro da biodiversidade e ecossistemas

Para além disso,

- Não causa danos significativos, Does Not Significantly Harm (DNSH), a nenhum dos objetivos ambientais.

- A sua realização está em conformidade os requisitos mínimos definidos no Regulamento (incluindo as orientações da OCDE para Empresas Multinacionais, da Organização Internacional do Trabalho, etc.).

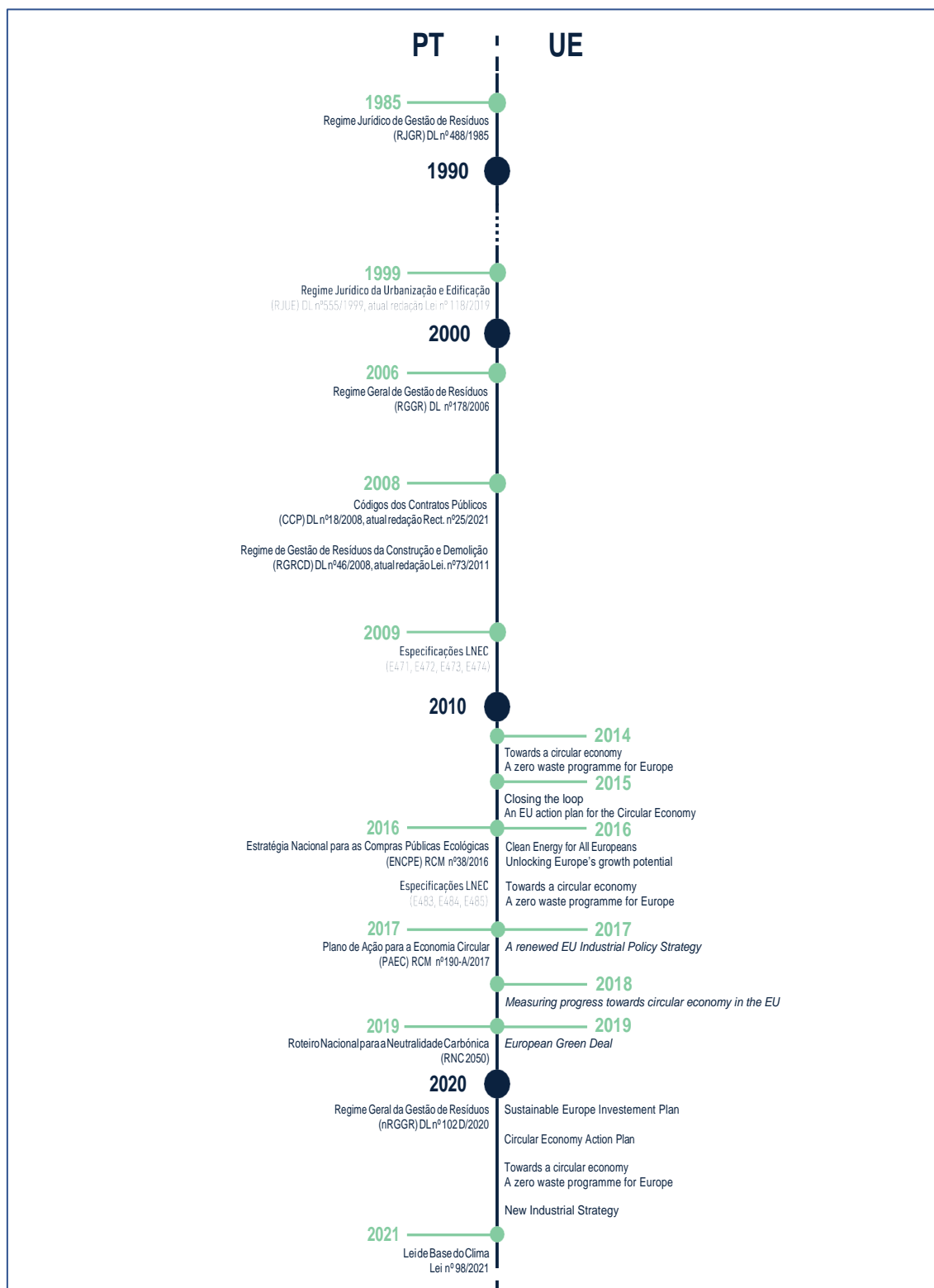
- Está em conformidade com os critérios técnicos de screening desenvolvidos pelo Grupo de Peritos Técnicos na forma de atos delegados, aplicáveis a 1 de janeiro de 2022, para objetivos climáticos e, a partir de 1 de janeiro de 2023, a outros objetivos ambientais.

Ademais, no âmbito do Regulamento Taxonomia uma empresa que esteja sujeita à diretiva de relato não financeiro (Diretiva 2014/95/UE do Parlamento Europeu e do Conselho) terá de divulgar a proporção de atividades económicas ambientalmente sustentáveis que estão alinhadas com a taxonomia.

Importa ainda referir que, ao nível nacional, foi aprovada a Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020 (ENCPE 2020), aprovada pela RCM n.º 38/2016, publicada no Diário da República n.º 145, I Série, de 29 julho de 2016, tendo como objetivo estimular a adoção de uma política de compras públicas ecológicas. Assim, para os efeitos da ENCPE 2020, entende-se por «compras públicas ecológicas» as aquisições de um conjunto de bens e/ou serviços considerados prioritários, integrando especificações e requisitos técnicos ambientais nas fases pré-contratuais, com efeito para a subsequente fase de execução contratual. Sendo que, no caso concreto do sector da construção, foram publicados os critérios de contratação pública ecológica, no âmbito da ENCPE 2020, para conceção, construção e gestão de edifícios de escritórios, ainda que a utilização dos critérios seja de carácter voluntário, os critérios são elaborados de modo a poderem ser integrados nas peças do procedimento pré-contratual de aquisição, se a entidade em causa o considerar adequado.

É indubitável que, à medida que o mundo se torna cada vez mais cidadão, o desenvolvimento sustentável dependa cada vez mais da gestão bem-sucedida do crescimento urbano. Os desafios serão enormes para satisfazer as necessidades das populações urbanas em crescimento, nomeadamente, em termos de habitação, transportes, sistemas energéticos e outras infraestruturas, valorizando-se ainda mais a adoção de modelos de economia circular, sobretudo, na área da construção.

Figura 5. Cronologia do enquadramento regulamentar mais relevante sobre construção, gestão de resíduos, metas ambientais e economia circular: em Portugal e na Europa



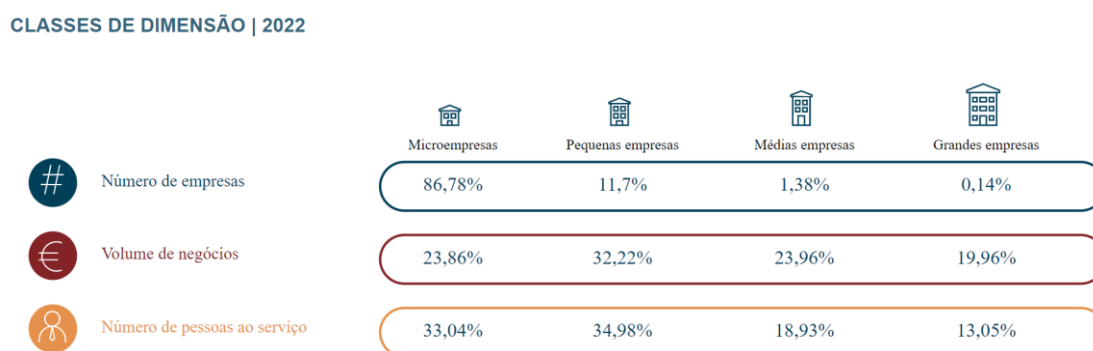
Fonte: Fonseca et al. (2022)

4.3 Caracterização do sector de construção

4.3.1 Breve caracterização do sector em Portugal

Em 2022 e de acordo com dados do Bando de Portugal, o setor da construção em Portugal abrangia 53.831 empresas, representando 10% do total das empresas, 6% do Volume de Negócios e 6,8% do emprego. Relativamente à classe de dimensão, o tecido empresarial do sector da construção é maioritariamente composto por micro e pequenas empresas, que representam 98,4% do total das empresas, 68% dos trabalhadores e 56% do volume total de negócios do setor. (Figura 6)

Figura 6. Classes de Dimensão das empresas do Sector Construção

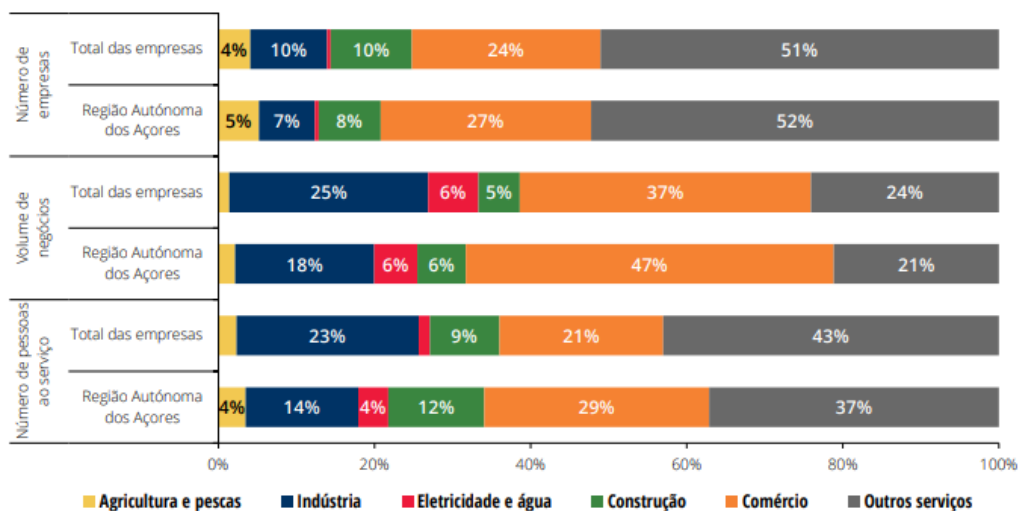


Fonte: BPstat (2022)

4.3.2 Breve caracterização da construção nos Açores

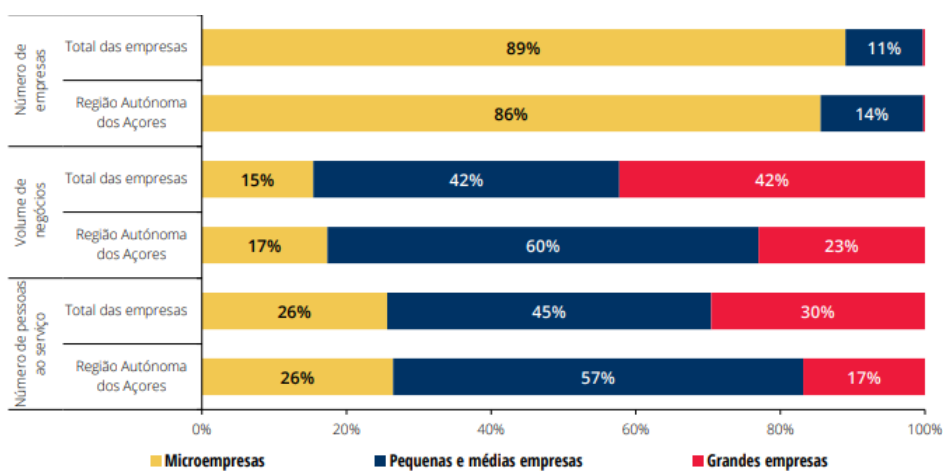
Em 2018, segundo o relatório de análise das empresas da Região Autónoma dos Açores, estudos da central de balanços do BdP, o setor da construção nos Açores englobava 480 empresas, 8% do total das empresas existentes na Região e representava 6% do total do volume de negócios e 12% do emprego (Figura 7). Relativamente à classe de dimensão, de todo o tecido empresarial Açoriano, é maioritariamente composto por micro e pequenas empresas, que representam 99,8% do total das empresas, 83% dos trabalhadores e 77% do volume total de negócios do setor (Figura 8).

Figura 7. Estruturas | Por sector de atividades económicas nos Açores em 2018



Fonte: BP (2020)

Figura 8. Estruturas | Por classe de dimensão nos Açores em 2018



Fonte: BP (2020)

4.4 Barreiras à implementação da EC na construção

Nos últimos anos, com o aumento da consciencialização para a sustentabilidade e a gestão de recursos, várias nações começaram a investigar abordagens inovadoras para minimizar o uso de recursos finitos que são atualmente sobre utilizados, mal geridos ou rapidamente esgotados. (Papamichael, et al. 2023).

Todavia, existem ainda inúmeras barreiras à implementação da EC, as quais estão agregadas em categorias e relacionadas com o tipo de partes interessadas (stakeholders).

Segundo Munaro et al. (2020) existem cinco categorias: Economia; Informacional; Institucional; Política e Tecnológica, conforme ilustra Tabela 2.

Tabela 2. Classificação e definições das categorias de barreiras à EC

Categoria	Temas Relacionados	Barreiras
Económica	Economia/Financeiro/Mercado	Falta de ajuda financeira e subsídios para implementar modelos de negócios circulares
Informacional/Educacional	Educação/Sociocultural	Falta de consciência, conhecimento e iniciativas circulares na sociedade
Institucional	Institucional/Organizacional	Falta de conhecimento, integração e cooperação entre as partes ininteressadas
Política	Político/Regular/Legislativo	Falta de políticas, regulamentação e instrumentos, e ações fiscais, por parte do Governo
Tecnologia	Tecnológico/Operacional/Gestão	Falta de soluções tecnologias e infraestruturas

Fonte: Munaro et al. (2020)

Munaro et al. (2020), para além de definirem as cinco categorias, também identificaram os tipos de partes interessadas no sector da construção, conforme ilustra a Tabela 3 e, concomitantemente, em resultado de um estudo abrangente de pesquisas académicas, elencaram várias barreiras à implementação da EC neste sector, conforme ilustra a Tabela 4.

Tabela 3. Identificação dos Stakeholders no sector da construção

Nível	Stakeholder	Abreviatura	Membros
Interno (I)	Clientes	Cli.	Proprietários, usuários, consumidores
	Projetista	Proj.	Diretor Projetos/Designers
	Profissionais	Pro.	Arquitetos, engenheiros, investidores, subempreiteiros, agências imobiliárias, construtores e funcionários
Externo (E)	Fornecedores	Forn.	Fabricantes, processos e prestadores de serviços
	Público	Pub.	Média, representantes da comunidade, vizinhos, universidades, grupos de pressão, instituições cívicas, visitantes, o ambiente natural
	Governo	Gov.	Autoridades legais, agências de desenvolvimento regionais, Estruturas do Estado

Fonte: Munaro et al. (2020)

Tabela 4. Barreiras à implementação da EC na construção e relação com stakeholder

Categoria	Grupo	Nº	Barreiras	Stakeholder	Referências
E c o n ó m i c a	Falta de incentivo em negócios	1	Alta disponibilidade e baixos custos de matérias-primas virgens	Governo	Ghisellini et al. (2018); Hart et al. (2019)
		2	Subdesenvolvido/falta de mecanismos de mercado para recuperação/reutilização de materiais	Governo/Projetista	Akinade et al. (2019); Huang et al. (2018)
	negócios	3	Altos custos de desconstrução, separação, tratamento, transporte e armazenamento de RCD	Governo/Projectista	Akinade, et al., 2019; Aslam et al. (2020)
		4	Preços elevados de materiais/produtos reciclados/reutilizáveis	Governo	Ghisellini et al. (2018)
	circulares	5	Falta de esquemas de recompensa e sanções para operações de gestão de RCD	Governo	Aslam et al. (2020)
		6	Os custos ambientais são negligenciados nos preços dos produtos	Governo/Projectista/Construtores	Selman and Gade (2020); Tomaszewska (2020)
	Falta de ajuda financeira	7	Aversão financeira e ao risco para modelos implementação de negócios circulares	Governo/Projectista	Charef and Emmitt (2020); Tomaszewska (2020)
		8	Cultura de retornos rápidos sobre o investimento e preços altos para edifícios verdes	Governo/Projectista/Construtores	Hart et al. (2019); Wu et al. (2019)
		9	Custo de desenvolvimento de certificações de produtos	Governo/Projectista/Construtores	Andersen et al. (2019); Akinade et al. (2019)
		10	Custos elevados de investimento em tecnologias de gestão resíduos	Governo	Ghisellini et al. (2018)
I n f o r m a c i o n a l	Falta de pesquisa, educação e informação	1	Percepção pública negativa (falta de comunicação, de confiança e consciencialização)	Comunidade	Aslam et al. (2020); Ghisellini et al. (2018)
		2	Aspetos sociais e comportamentais do consumismo moderno	Comunidade/Consumidores	Selman and Gade (2020); Williams (2019)
	3	Falta de publicidade e campanhas de informação	Governo	Aslam et al. (2020)	
	4	Programas e instalações de gestão ambiental limitados em instituições académicas	Governo/Comunidade	Williams (2019)	
I n s t i t u c i o n a l	Falta de visão estratégica e plataformas	1	Cadeias de Abastecimento conservadoras, competitivas e fragmentadas	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Ghisellini et al. (2018); Mahpour (2018); Williams (2019)
		2	Não pensar em comprar um serviço em vez de ser proprietário	Consumidores/Fornecedores/Projectistas	Al Hosni et al. (2020)
	colaborativas	3	Falta de informações sobre DFD, design verde e produtos em fim de vida	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Akinade et al. (2019); Cruz-Rios and Grau (2020)
		4	Falta de conhecimento sobre ferramentas circulares (DAP, passaportes de materiais, certificações)	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Andersen et al. (2019)
	5	Aplicação insuficiente da hierarquia de resíduos (foco na reciclagem)	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Ghisellini et al. (2018); Mahpour (2018)	
	6	Falta de orientação e ferramentas para implantação/avaliação de edifícios circulares	Projectistas/Construtores	Charef and Emmitt (2020)	
P o l í t i c a	Falta de instrumentos regulatórios	1	Falta de incentivos e de apoio à conceção de projectos em fim de vida	Governo	Akinade et al. (2019)
		2	Falta de flexibilidade na Legislação e regulamentos no sector da construção	Governo	Kanters (2020)
		3	Falta de normalização internacional de DAP	Governo	Andersen et al. (2019)
	Ausência de ações fiscais	4	Falta de sistema de responsabilidade baseado no produtor e estrutura regulatória para incentivar a gestão integrada de recursos	Governo	Mahpour (2018); Williams (2019)
		5	Falta de um código de resíduos para orientar a gestão RCD e desencorajar o aterro	Governo	Ajayi et al. (2015); Ghisellini et al. (2018)
	Falta de Visão Circular	6	Falta de um sistema tributário e qualidade padrão para materiais recuperados	Governo	Al Hosni et al. (2020); Williams (2019)
		7	Falta de leis para atribuir percentual mínimo de RCD para reutilização e reciclagem	Governo	Ajayi et al. (2015); Ghisellini et al. (2018)
		8	Falta de ordenamento de uso do solo e planeamento urbano racional	Governo	Williams (2019)
		9	Falta de objetivos e metas nacionais, e sistema de apoio legal com efeito vinculante	Governo	Charef and Emmitt (2020); Ghisellini et al. (2018)
	10	Falta de apoio à pesquisa, inovação, informação e estratégias de aquisição de negócios	Governo	Al Hosni et al. (2020)	
	11	Falta de supervisão efectiva por parte do governo (profissionais qualificados e orçamento)	Governo	Ghisellini et al. (2018); Williams (2019)	
T e c n o l ó g i a	Falta de processos, ferramentas e práticas integradas de RCD	1	Gestão ineficaz de RCD	Projectistas/Construtores	Giorgi et al. (2019); Kanters (2020)
		2	As práticas de reciclagem são frustradas pela separação limitada de materiais, barreiras logísticas e falta de processos para produzir produtos desmontáveis	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Giorgi et al. (2019); Williams (2019)
	informações	3	Falta de ferramentas para identificação, classificação e certificação de materiais recuperados	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Akinade et al. (2019); Ghisellini et al. (2018)
		4	A complexidade dos materiais e composição do edifício	Projectistas/Construtores	Al Hosni et al. (2020); Finch et al. (2021)
	5	Falta de geometrias espaciais padronizadas e visualização limitada para DFD	Projectistas/Construtores	Akinade et al. (2019); Finch et al. (2021)	
	gestão de	6	Falta de desenvolvimento de projeto de construção verde eficaz	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Wu et al. (2019)
		7	Falta de qualidade e disponibilidade de dados (privacidade, confiança, propriedade, acesso)	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Selman and Gade (2020); Williams (2019)
	informações	8	Dificuldades em entender e desenvolver DAPs	Projectistas/Construtores	Andersen et al. (2019)
		9	Falta de documentação de produtos de construção novos e usados	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Selman and Gade (2020)
	10	Falta de conjuntos de dados e ferramentas compatíveis com BIM	Projectistas/Construtores	Akinade et al. (2019); Bueren et al. (2019)	

Fonte: Munaro et al. (2023)

4.5 Oportunidades à implementação da EC na construção

A EC oferece uma oportunidade para reduzir a utilização de materiais virgens e os seus impactos ambientais associados, através de diferentes estratégias que substituem o fim de vida, como a redução, reutilização e reciclagem de materiais nos processos de produção, distribuição e consumo (Kirchherr et al., 2017).

Segundo Purchase et al. (2022) a adoção da economia circular surgiu como uma estratégia promissora para reduzir o impacto ambiental negativo dos resíduos de construção e demolição (RCD).

Para aplicar corretamente a circularidade numa empresa de construção, é necessário envolver inúmeras dimensões, tais como, fatores sociais, governamentais, económicos, comportamentais, tecnológicos e ambientais. (Klewe et al., 2022)

A circularidade é considerada como um pré-requisito para a neutralidade climática, pois para alcançar a neutralidade climática, será necessário intensificar as sinergias entre a circularidade e a redução das emissões de gases com efeito de estufa. (Comissão Europeia 2020, pag.17)

Da mesma forma que o abrangente estudo de Munaro et al. (2020), na análise a pesquisas académicas sobre a EC listaram um vasto leque de barreiras, também elencaram várias oportunidades para a implementação da circularidade no sector da construção, tendo por base as mesmas categorias/dimensões, conforme ilustra a Tabela 5.

Tabela 5. Oportunidades para a economia circular na construção

Categoria	Grupo	Nº	Oportunidades	Stakeholder	Referências
E c o n o m i a c i r c u l a r	Incentivo a modelos de negócios circulares	1	Estabelecer um mercado físico e online para materiais recuperados	Governo	Adams et al. (2017); Ghisellini et al. (2018)
		2	Sistemas de incentivo e garantia para produtos reutilizados/reciclados	Governo	Adams et al. (2017); Hossain et al. (2020)
		3	Incentivar e explorar os benefícios financeiros da economia de dados e compartilhamento	Governo/Projectistas/Construtores/Fornecedores	Paiho et al. (2020)
		4	Explorar os custos de várias técnicas de construção com baixo teor de resíduos e a potencial escalabilidade	Governo/Projectistas/Construtores	Ajayi et al. (2015); Tingley et al. (2017)
I n s t r u m e n t a ç ã o e a p e s q u i s a s o b r e E C	Melhorar a conscientização	1	Sensibilização através dos meios electrónicos, campanhas de sensibilização da EC e publicidade	Governo/Comunidade	Adams et al. (2017); Bilal et al. (2020)
		2	Divulgação de estudos de casos de boas práticas, seminários e workshops sobre desenvolvimento sustentável	Governo/Comunidade	Adams et al. (2017); Bilal et al. (2020)
		3	Deveriam ser realizados mais projectos e investigação académica da EC através do desenvolvimento de dinâmicas	Governo/Comunidade	Mahpour (2018)
I n s t r u m e n t a ç ã o e a p e s q u i s a s o b r e E C	Estabelecer uma visão estratégica e educacional	1	Estabelecer inspeções e auditorias no local antes da demolição para reduzir RCD	Projectista/Construtores	Aslam et al. (2020)
		2	Estabelecer uma cultura de triagem obrigatória no local, coleta seletiva e tratamento dos RCD	Projectista/Construtores/Fornecedores	Mahpour (2018); Nußholz et al. (2019)
		3	Incentivar <i>designers</i> e construtores a utilizar RCD e priorizar a <i>upcycling</i>	Projectistas/Construtores	Mahpour (2018)
		4	Criar vínculos entre empreiteiros de demolição e produtores para incentivar a desconstrução	Projectista/Construtores/Fornecedores	Tingley et al. (2017)
		5	de materiais secundários para aumentar a concorrência, oferta e diversidade de ofertas	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Nußholz et al. (2019)
		6	Desenvolver responsabilidades atribuídas e cadeias de valor circulares de longo prazo entre as partes interessadas	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Hossain et al. (2020); Mahpour (2018)
		7	Treinar as partes interessadas para aumentar a compreensão da EC	Projectistas/Construtores/Fornecedores	Hossain et al. (2020)
P o l í t i c a	Ajuda financeira	1	Desenvolver visão circular de ação nacional, regional e local, com planos, objetivos e metas	Governo	Mahpour (2018); Paiho et al. (2020)
		2	Incentivo governamental para lançar o sector, subsidiar ou criar o instalações de armazenamento partilhado	Governo	Bueren et al. (2019); Tingley et al. (2017)
		3	Financiamento para inovação, pesquisa e subsídio para tecnologia	Governo	Bilal et al. (2020)
	pública	4	Critérios circulares nos contratos públicos (por exemplo, uma percentagem mínima de materiais reciclados)	Governo	Nußholz et al. (2019); Paiho et al. (2020)
		5	Estabelecer um sistema de responsabilidade do produtor ou de retoma	Governo	Hart et al., 2018; Hossain et al. (2020)
		6	Incentivos políticos ou crédito em métodos/ferramentas de avaliação ambiental	Governo	Bilal et al. (2020); Tingley et al. (2017)
	Acções fiscais e regulamentares	7	Acções regulamentares para reduzir as emissões de GEE e métricas para carbono incorporado nos edifícios	Governo	Hart et al., 2018; Nordby (2019)
		8	Sistema de políticas que orienta e supervisiona RCD, incluindo comunicação obrigatória de RCD	Governo	Ghisellini et al. (2018); Mahpour (2018)
		9	Redução dos impostos sobre o trabalho e aumento dos impostos sobre a utilização de matérias-primas primárias	Governo	Ghisellini et al. (2018); Tingley et al. (2017)
	regulamentares	10	Isonções fiscais para bens produzidos com materiais secundários	Governo	Ghisellini et al. (2018); Tomaszewska (2020)
		11	Sanções por incumprimento e incentivos ao cumprimento da regulamentação da EC	Governo	Aslam et al. (2020); Bilal et al. (2020)
		12	Taxa de deposição em aterro mais elevada	Governo	Ajayi et al. (2015); Ghisellini et al. (2018)
T e c n o l o g i a	Orientações e ferramentas para edifícios circulares	1	Colaboração inicial e inclusão da gestão de resíduos nos projectos, através de ferramentas de sustentabilidade e de controlo na construção do edifício	Projectista/Construtores	Ajayi et al. (2015)
		2	Melhor gestão dos fluxos de recursos e critérios utilização dos RCD gerados nos estaleiros de construção	Projectista/Construtores	Ghisellini et al. (2018); Nordby (2019)
		3	Desenvolvimento de simbiose e de tecnologias facilitadoras para a gestão dos RCD	Projectista/Construtores/Fornecedores	Adams et al. (2017); Hossain et al. (2020)
	Sistema de informação integrado	4	Desenvolvimento de orientações e ferramentas para a avaliação da circularidade dos edifícios	Projectista/Construtores	Chang and Hsieh (2019)
		5	Incentivo para o design de adaptabilidade e desmontagem utilizando ferramentas de conceção (e.g., BIM)	Projectista/Construtores	Ajayi et al. (2015); Hart et al., 2018
		6	Melhorar a certificação dos materiais recuperados para reduzir a incerteza e a falta de confiança	Projectista/Construtores/Fornecedores	Nußholz et al. (2019)
	informação	7	Aplicação obrigatória de ACV (para todo o ciclo de vida de um edifício)	Projectista/Construtores/Fornecedores	Tomaszewska (2020)
		8	Estabelecimento de soluções TIC eficazes e fiáveis	Projectista/Construtores/Fornecedores	Aslam et al. (2020); Hahladakis et al. (2020)
		9	Criar conjuntos de dados para o BIM e explorar a viabilidade do BIM na realização de outros tipos de análise de desempenho para a gestão de recursos	Projectista/Construtores	Bueren et al. (2019); Chang and Hsieh (2019)

Fonte: Munaro et al. (2023)

Aquisição de materiais

Existem várias estratégias diferentes que podem ser utilizadas para implementar a EC na aquisição materiais. Estas incluem a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a tributação e a substituição de materiais.

A ACV é um método estruturado, abrangente e internacionalmente normalizado que quantifica todas as emissões relevantes e os recursos consumidos, bem como os impactes ambientais e sanitários conexos e de esgotamento de recursos associados a quaisquer bens ou serviços. A tributação inclui Impostos sobre tecnologias, produtos e factores de produção que estão associados a externalidades negativas. A substituição de materiais, tem como premissa a troca de materiais por outros mais abundantes/renováveis, a fim de tornar o processo de produção mais resiliente às flutuações de preços e à escassez de recursos.

Design

Existem várias estratégias diferentes que uma organização pode utilizar para implementar a EC no Design, como por exemplo, a personalização e o design para desmontagem. A personalização consiste em produtos que são feitos à medida, com objetivo de satisfazer as necessidades e preferências do consumidor. Por conseguinte, pode contribuir para reduzir os resíduos e evitar a sobreprodução. Os consumidores que estão satisfeitos com os produtos voltam ao fabricante para prolongar a vida útil dos produtos e manter as suas características preferidas. O design para desmontagem é um projeto que tem em conta a necessidade de desmontar os produtos para reparação, renovação ou reciclagem.

Fabrico

Existem várias estratégias diferentes que podem ser utilizadas para implementar a EC no processo de fabrico. Estas incluem, por exemplo, a eficiência energética, a produtividade dos materiais e fabrico reproduzível e adaptável. A eficiência energética fornece os serviços necessários, mas com um consumo reduzido de energia e pode ser alcançada através da redução do consumo e de processos energeticamente eficientes. A produtividade dos materiais pode ser efectuada a diferentes níveis. Ao nível da empresa, pela quantidade de valor económico que é gerado por uma unidade de entrada de material ou de consumo de material. Ao nível de toda a economia, a produtividade dos materiais mede a riqueza gerada por unidade de recursos naturais consumida, portanto, obtém-se através do rácio entre o PIB e CIM (consumo interno de materiais). Este

indicador expressa o valor económico que se obtém por cada unidade de recurso consumida na produção de bens ou serviços para consumo interno, permitindo avaliar a desmaterialização relativa da economia, no caso de se verificar uma tendência crescente do indicador.

Segundo o INE, em Portugal, o consumo interno de materiais diminuiu 10,5% em 2022, num contexto económico marcado pelo crescimento real do PIB em 6,8%. O consumo de biomassa atingiu 37,6 milhões de toneladas, o máximo da série cronológica disponível. Na última década, consequência de uma redução de 5,7% do consumo Interno de materiais e de um aumento de 17,4% do PIB em volume, a produtividade na utilização de materiais aumentou 24,6%, indicando uma utilização mais eficiente dos materiais extraídos do ambiente. (indicadores económico-ambientais- conta de fluxos de materiais 1995-2022, INE 2023)

Ainda segundo o INE distribuição do consumo interno de materiais por categoria de material indica a importância relativa de vários materiais e o seu potencial para reutilização, recuperação ou reciclagem. Os minerais não metálicos foram os materiais mais relevantes, representando 60,7% do CIM em 2022, que compara com 66,4% em 2021 e 61,6% na média do período em análise. A biomassa, com um contributo de 23,1%, foi o segundo material mais relevante sendo que o peso de todos os outros materiais foi inferior a 2 dígitos. (indicadores económico-ambientais- conta de fluxos de materiais 1995-2022, INE 2023)

Distribuição e vendas

Existem diversas estratégias diferentes que podem ser utilizadas para implementar a EC nos canais de distribuição e venda, que são o design otimizado da embalagem e a redistribuição e revenda. O design otimizado da embalagem é uma estratégia de design de embalagem eficiente que cumpre os regulamentos e permite o reaproveitamento no fim da vida útil do material de embalagem. A redistribuição e revenda é uma estratégia que prolonga a vida útil do produto através da utilização em segunda mão. Ao fazê-lo, o número de produtos que servem o mesmo objetivo pode ser minimizado e produzido numa quantidade reduzida. Além disso, os produtos inteiros ou os seus componentes podem ser revendidos vezes sem conta.

Consumo e utilização

Há diversas estratégias diferentes a utilizar para implementar a EC no consumo e na utilização. Exemplos de tais estratégias incluem como serviço o produto e a informação

nos rótulos. O produto como serviço diz respeito ao facto de a propriedade do produto recair sobre o produtor que assegura o design, a utilização, a manutenção, a reparação e a reciclagem ao longo da vida do produto. O cliente paga apenas uma renda pela sua utilização. A rotulagem dos produtos é outra abordagem que pode ser utilizada para garantir que os consumidores disponham de informações completas sobre os componentes, origem das matérias-primas, etc., de modo a permitir-lhes tomar decisões informadas.

A título de exemplo, o Sistema de Rótulo Ecológico da União Europeia é um instrumento de natureza voluntária que visa reduzir o impacto negativo da produção e do consumo no ambiente, saúde, clima e recursos naturais, promovendo produtos com um nível elevado de desempenho ambiental. A Direção-Geral das Atividades Económicas é, em Portugal, o Organismo Competente para a atribuição de licenças de utilização do Rótulo Ecológico da União Europeia (o EU Ecolabel). <https://www.dgae.gov.pt/licenciamentos-e-registos/rotulo-ecologico-da-ue.aspx>,
[acedido em 21-10-2023](#).

Recolha e eliminação

Existem diversas estratégias diferentes que podem ser utilizadas para implementar a EC na recolha e eliminação. Estas incluem a responsabilidade alargada do produtor (RAP) e os sistemas de retoma. A RAP é uma abordagem de política ambiental em que a responsabilidade do produtor por um produto é alargada à fase pós-consumo do ciclo de vida do produto. A retoma é um sistema eficiente que garante que os produtos são recebidos do consumidor após o fim do seu ciclo de vida e sejam novamente fabricados. Os sistemas de retoma podem assegurar um fluxo contínuo de materiais para remanufactura.

Reciclagem e recuperação

Existem diversas estratégias diferentes que podem ser utilizadas para implementar a EC em relação à reciclagem e recuperação. Exemplos disso são a utilização de subprodutos, a simbiose industrial e a upcycling. A utilização de subprodutos é uma abordagem que consiste em utilizar subprodutos de outros processos de fabrico, processos de fabrico e das suas cadeias de valor correspondentes, para serem utilizados como matérias-primas no fabrico de novos produtos. A simbiose industrial é outra abordagem e facilita o intercâmbio e/ou partilha de recursos, serviços e subprodutos

entre organizações. O upcycling é uma abordagem em que os materiais são convertidos em novos materiais de maior qualidade e funcionalidade

Remanufactura

Podem ser aplicadas várias estratégias diferentes para implementar a EC na remanufactura. Esta inclui a renovação, e atualização, a manutenção e a reparação. A renovação é uma abordagem em que um produto é reconstruído através da substituição de componentes defeituosos por outros reutilizáveis. Atualização, manutenção e reparação é outra abordagem, em que a forma mais eficiente de manter ou restaurar o equipamento para um nível de desempenho desejado é através da manutenção dos produtos. O serviço de manutenção e o pós-venda são considerados factores vitais para a obtenção de vantagens competitivas e oportunidades de negócio. A manutenção também é efectuada sob a forma de reparação. Para eliminar a obsolescência do produto ou para prolongar a vida útil do produto, serviços como a manutenção são efetivamente necessários.

Materiais circulares

Há uma estratégia que pode ser usada para implementar a EC em Materiais circulares. Trata-se dos materiais de base biológica, que é uma abordagem em que os recursos e/ou materiais utilizados podem durar mais do que um único ciclo de vida e podem, assim, ser facilmente regenerados. (e.g. produtos químicos de base biológica, os plásticos de base biológica, enzimas, materiais diversos de base biológica ou de origem da natureza, bio têxteis, biofertilizantes e biocombustíveis).

Na definição das estratégias para a EC, existem várias ferramentas de circularidade que podem auxiliar a sua implementação nas empresas, como por exemplo (Figura 10).

Figura 10. Ferramentas de Circularidade



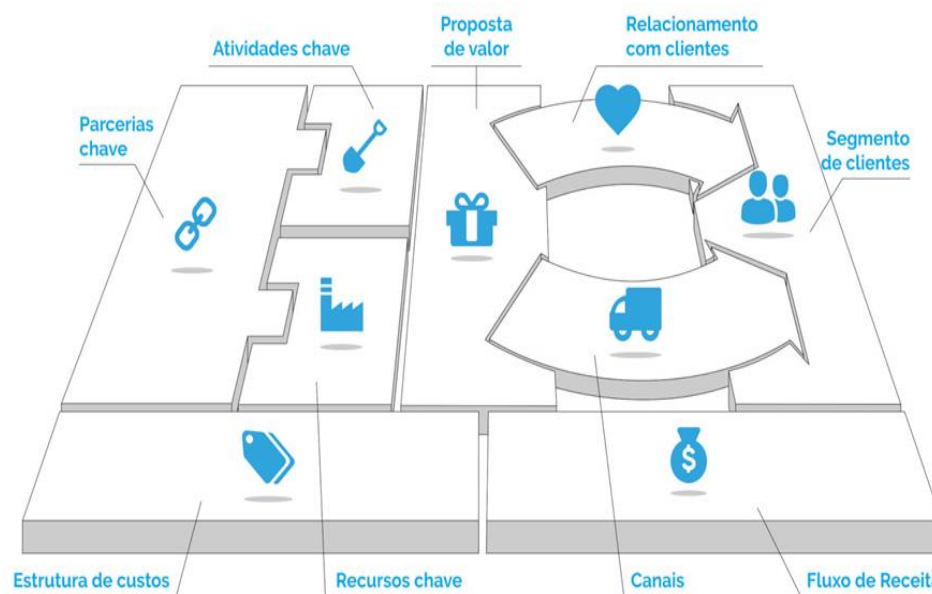
Fonte: Augusto (2020)

4.7 Modelos de negócio da EC na construção

As diferentes estratégias de implementação da economia circular são utilizadas pelas organizações quando implementam modelos de negócio circulares. Numa economia circular, existem vários modelos de negócio circulares, no entanto, para determinar o que é um modelo de negócio circular, é importante começar por compreender o que é um modelo de negócio.

Um modelo de negócio pode ser definido como os elementos fundamentais do funcionamento de uma empresa. De acordo com Osterwalder e Pigneur (2010), um modelo de negócio é "a lógica de como uma organização cria, fornece e capta valor". Osterwalder e Pigneur (2010), na estrutura do seu modelo de negócios, conhecido internacionalmente por Business Model Canvas, utilizaram nove áreas distintas conforme ilustra a Figura 11.

Figura 11. Áreas do Business Model Canvas



Fonte: Adaptado de Osterwalder e Pigneur (2010)

A transição para uma economia circular exige modelos de negócios inovadores, que utilizem as estratégias de implementação da economia circular, para substituir as existentes ou aproveitar novas oportunidades (EMF, 2020).

EC é um sistema restaurativo ou regenerativo por princípio, cujo objetivo é manter produtos, componentes e materiais no seu mais alto nível de utilidade e valor, considerando o uso de energia renovável, a eliminação de produtos tóxicos e a redução de resíduos (EMF, 2013; 2015).

Um modelo de negócio circular é único, uma vez que procura criar valor em locais que normalmente têm pouco ou nenhum interesse para as empresas, que operam no paradigma de produção linear tradicional (Guldmann, 2016). Assim, os modelos de negócios circulares são propostos para gerar um crescimento circular e baseiam-se em cinco estratégias principais: cadeia de abastecimento circular, recuperação e reciclagem, extensão da vida útil do produto, partilha e produto como um serviço (Guldmann, 2016).

Uma vez que a transição de um sistema económico linear para um sistema económico circular exigirá uma gestão de transição e do próprio pensamento sistémico,

os processos operacionais, bem como a visão da empresa, têm de ser repensados. (Koen, et al. 2015)

Implementar práticas circulares exige novos modelos de negócios, incluindo diferentes produtos ou serviços, diferentes relacionamentos com clientes, processos de produção e de receita. A gestão dessas mudanças faz com que as empresas se envolvam em processos de inovação baseados na longevidade, reutilização, reparo, atualização, renovação, compartilhamento e desmaterialização (Accenture, 2014).

Segundo Munaro, et al. (2023) a pesquisa sobre modelos de negócios circulares no ambiente construído está em fase inicial, sendo preciso diretrizes e melhor compreensão do assunto para que os stakeholders introduzam estratégias e negócios circulares nas suas cadeias de valor. No seu estudo de revisão da literatura sobre este tema, foi possível elencar alguns modelos de negócios circulares relativamente ao ambiente construído, que de seguida são apresentados na Tabela 6, repartidos por dois eixos temáticos: modelos de negócios inovadores para edificações mais sustentáveis e design como modelo de negócio.

Tabela 6. Resumo dos trabalhos elegidos na revisão sistemática da literatura abordando modelos de negócios no ambiente construído

Eixo Temático	Foco do eixo	Temática abordada	Resultado da pesquisa	Referências
Modelos de negócios inovadores para edificações mais sustentáveis	Estratégias de negócios para avaliar e/ou tornar as edificações mais sustentáveis	Modelos de negócios inovadores em edificações sustentáveis	Oito critérios de desempenho e 33 indicadores de modelos de negócios, sendo os indicadores mais importantes: redução de custos de eficiência na gestão de recursos, mudança no custo de operação, gestão de relacionamento com os stakeholders, efeito sobre comodidade ou conveniência e relação risco-retorno. O serviço de operação e Manutenção foi o modelo mais satisfatório	Zhao et al. (2017)
		Modelos de Negócios na obtenção de edificações "carbono zero"	Identificação de nove elementos-chave que incluem oferta, cliente-alvo, canal de distribuição, interfaces com o cliente, competência de recursos e núcleo, rede de parceiros, modelo de custo e receita	Zhao e Pan (2015)
		Modelos de Negócios para ações de eficiência energética nas Edificações	Abordagem metodológica que incorpora análises quantitativas de sustentabilidade relacionadas com os projetos de renovação energética em edifícios	Moschetti e Bratebba (2016)
		Sustentabilidade Social no sistema de Serviços de produtos (SSP)	Grande lacuna científica sobre sustentabilidade social em SSPs (empregabilidade na fabricação de construção temporária)	Kurdve e De Goey (2017)
Design como modelo de negócio	Características do produto / serviço como forma de influenciar a cadeia de valor	Estratégias sobre o design de produtos e modelos de Negócios circulares	Proposição de um modelo de negócio que associa o design de produtos com estratégias para desafiar a obsolescência planeada ou a falta de Sustentabilidade de produtos	Bocken et al. (2016)
		Análise sobre o modelo de sistemas de serviços e produtos (SSP)	Relação de práticas bem-sucedidas em estudos de casos sobre produtos voltados para a mudança climática; foco em diretrizes para desmontagem, separação e remontagem de materiais	De Los Rios e Chamley (2016)

Fonte: Munaro et al. (2023)

Ainda segundo, Munaro, et al. (2023), a metodologia de negócio circular consiste em ciclos iterativos e dinâmicos de experimentação, aprendizagem e dimensionamento de etapas que buscam a criação de valor e a inovação, relativamente à sustentabilidade dos negócios, como demonstra a Figura 12.

Figura 12. Método para criação de valor em projetos: ciclo iterativo para a inovação em modelos de negócios circulares.



Fonte: Munaro et al. (2023)

A implantação de modelos de negócios circulares está associada à maior volatilidade dos preços dos recursos e risco de fornecimento; à geopolítica e instabilidade política que podem representar risco no fornecimento de materiais; às tendências da sociedade no sentido de compartilhar produtos e outras formas de consumo colaborativo; à crescente legislação sobre eficiência de recursos e à evolução colaborativa na cadeia de fornecimentos (EMF, 2013; Mentink, 2014).

Com base na literatura disponível, foi possível determinar uma categorização geral, abrangendo a maioria dos modelos de negócio circulares: (1) Produto como Serviço; (2) Fornecimentos Circulares; (3) Extensão da Vida Útil do Produto; (4) Recuperação de Recursos; (5) Resíduos como Recursos; (6) Plataformas de Partilha; (7) Revenda; (8) Reparação e (9) Remanufatura. (Guerra et al. 2021). De seguida apresenta-se a definição de cada um dos modelos de negócios.

(1) Produto como Serviço: Neste modelo de negócio circular, os produtos são reimaginados como modelos de prestação de serviços. Os produtos serão sempre propriedade do produtor (fabricante) e alugados ao cliente final. Nesta abordagem, os

produtos podem ser geridos, durante todo o seu ciclo de vida, pelo fabricante. (Bocken et al. 2018); (Geissdoerfer et al. 2020)

(2) Fornecimentos Circulares: Os fornecimentos circulares consistem no fornecimento de recursos totalmente biodegradáveis, renováveis ou recicláveis, que sustentam a produção e o consumo circulares de um produto, nomeadamente, a proposta de valor neste modelo de negócio circular consiste na substituição de matérias-primas críticas, assim como, de materiais fósseis. (Lüdeke-Freund et al. 2019); (Vermunt et al. 2019)

(3) Extensão da Vida Útil do Produto: Este modelo de negócio circular contraria o modelo de consumo linear tradicional, no qual um elevado número de clientes compram unidades individuais. Este modelo de negócio circular centra-se na oferta de produtos de maior valor e a longo prazo, assegurando que esses produtos e materiais permaneçam mais tempo na economia. (Lüdeke-Freund et al. 2019); (Vermunt et al. 2019).

(4) Recuperação de Recursos: A recuperação de recursos consiste na extração recursos naturais ou de materiais descartados, mas com a garantia de que estes voltam a circular no sistema económico. (Geissdoerfer et al. 2020); (Nußholz et al. 2020); (Velenturf and Jopson, 2019); (Vermunt et al. 2019).

(5) Resíduos como Recursos: Neste modelo de negócio circular, os produtos são concebidos para utilizar intencionalmente outros subprodutos ou garantir que os subprodutos desses produtos, sejam absorvidos por um novo sistema. (Lüdeke-Freund et al. 2019); (Mondal et al. 2019); (Ottosen et al. 2020); (Smol et al. 2015).

(6) Plataformas de Partilha: Este modelo de negócio circular cria um serviço no contexto de um produto, material ou equipamento para maximizar a reutilização e a possibilidade de partilha destes bens. A ideia é ter uma plataforma em que vários intervenientes possam utilizar e partilhar os mesmos bens. (Fraccascia and Yazan, 2018); (Lacy and Rutqvist, 2015).

(7) Revenda: Este modelo de negócio circular incentiva a revenda e/ou a compra de produtos, materiais ou equipamentos. Assim, apoia a continuação da funcionalidade dos referidos bens no sistema económico e aumentando o seu tempo de vida útil. (Elia et al. 2020); (Whalen, 2019).

(8) Reparação: O modelo de negócio circular de reparação centra-se na conceção de bens para que tenham uma vida útil prolongada através de serviços de reparação. O

valor acrescentado com este modelo de negócio circular é o de prolongar a vida útil dos bens através da sua reparação. (Nußholz, 2018); (Lüdeke-Freund et al. 2019).

(9) Remanufatura: A remanufatura centra-se na criação de um sistema de ciclo fechado em que os produtos se destinam a ser retomados e reconstruídos com as especificações do produto originalmente fabricado. A ideia é que estes produtos sejam reconicionados e reintroduzidos no sistema de produção. (Lüdeke-Freund et al. 2019); (Nußholz, 2018);(Van Loon et al. 2021).

Na Tabela 7, são referidas as principais barreiras para a implementação dos negócios circulares no sector da construção civil, discriminadas por cinco dimensões/categorias: financeira; institucional; estrutural; social e tecnológica. (Mentink, 2014)

Tabela 7. Resumo dos trabalhos elegidos na revisão sistemática da literatura abordando modelos de negócios no ambiente construído

Dimensão	Nº	Barreiras da Economia Circular	Desafios para modelos de Negócios Circulares
F i n a n c e i r o	1	Investimento inicial	Calcular o retorno do investimento (modelo de receita e redução de custos)
	2	Custos ambientais não são levados em conta	Buscar oportunidades de negócios (social, ambiental e econômico)
	3	Acionistas com perfil de curto prazo	Explicar os benefícios a curto e longo prazo
	4	Materiais reciclados são mais caros que os virgens	Criar oportunidades de valor com reciclados ou fluxos de receita adicionais
	5	Custos mais elevados de gestão e planejamento	Usar o modelo como ferramenta comunicativa e organizacional para facilitar a gestão de mudança
I n s t i t u c i o n a l	6	Assimetria de informações entre as instituições	(assunto governamental)
	7	Incentivos governamentais apoiam a economia linear	(assunto governamental)
	8	A circularidade não é uma política de inovação integrada	(assunto governamental)
	9	A legislação de concorrência inibe a colaboração entre empresas	Assunto governamental; focar em modelos sem inibições
	10	Políticas de reciclagem são ainda ineficazes	Assunto governamental; procurar oportunidades para criar valor com material reciclado
	11	Questões de administração sobre responsabilidades, propriedade e infraestrutura	Mapear as atividades das partes interessadas criando visão clara dos envolvidos
E s t r u t u r a l	12	Aplicação limitada de novos modelos de negócios	Melhorar conceitos dos modelos de negócios circulares
	13	Falta de troca de informações	Maior transparência nos requisitos de informação
	14	Confidencialidade dificulta a troca de informações	Fornecer clareza na informação e buscar oportunidades de cooperação
	15	A troca de materiais é limitada na logística reversa	Calcular retornos de investimentos em logística reversa
S o c i a l	16	Falta de consciência e senso de urgência	Determinar oportunidades e barreiras
	17	O PIB não mostra o progresso real ou o declínio da sociedade	Melhorar indicadores de desempenho
	18	Resistência de partes interessadas	Demonstrar as oportunidades em grande escala
T e c n o l ó g i c o	19	Atenção limitada no fim de vida dos projetos	Atender às necessidades do utilizador e de final de vida
	20	Disponibilidade limitada e qualidade do material de reciclagem	Aumentar a disponibilidade e a qualidade de materiais virgens e reciclados
	21	Desafios para separar o biociclo do tecnociclo	Incluir a separação de biociclo e tecnociclo nos modelos de negócios
	22	Tecnologias lineares estão profundamente enraizadas	Apostar em novas possibilidades de inovação

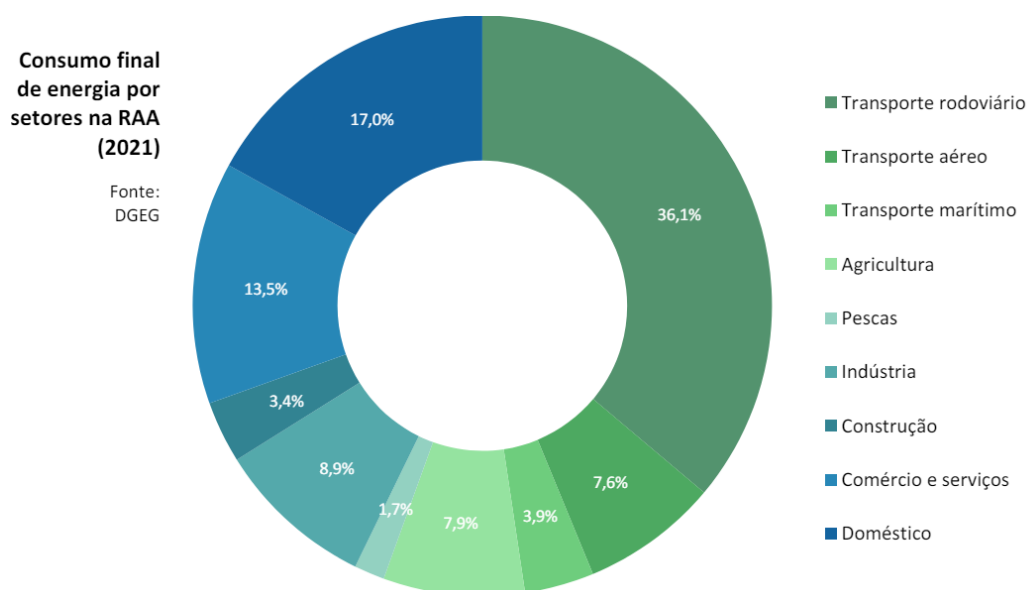
Fonte: Munaro et al. (2023)

CAPÍTULO V – DISCUÇÃO E RESULTADOS

No caso concreto dos Açores, dada a sua reduzida dimensão territorial e devido à sua insularidade e isolamento, onde se evidencia uma maior escassez de recursos e dependência energética, a implementação de modelos de negócios circulares no sector da construção, deverá ser uma aspiração dos Stakeholders do sector, contribuindo assim para a circularidade dos resíduos, colhendo vantagens económicas e sociais, e contribuindo fortemente para sustentabilidade ambiental.

O sector da construção foi responsável por 3,4% do consumo total de energia consumida, na R.A.A, no ano de 2021. Contudo, se considerarmos parte da indústria relacionada com o sector da construção e o ambiente construído, obtemos valores mais robustos, na ordem dos 25% da energia total consumida, o que já se aproxima dos dados conhecidos a nível mundial, conforme referido nos parágrafos anteriores. (cerca de 1/3 da energia total consumida) (Figura 13)

Figura 13. Consumo final de energia por setores na RAA (2021)



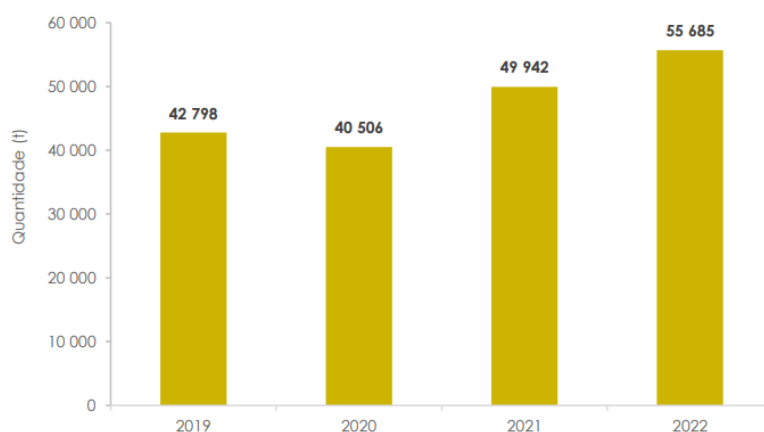
Fonte: DGEG (2021)

De acordo com Decreto Legislativo Regional n.º 29/2011/A, os RCD são resíduos provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e

demolição e da derrocada de edificações, sendo que, esta tipologia de resíduos enquadra-se no Capítulo 17 da Lista Europeia de Resíduos¹ (LER).

A pesquisa deste trabalho recairá sobretudo na análise à gestão dos RCD na Região Autónoma dos Açores, identificando as barreiras e oportunidades de implementação dos princípios, estratégias e modelos de negócios circulares. Na Figura 14 é possível verificar a quantidade de RCD produzido por ano, no período compreendido entre 2019 a 2022, verificando-se um aumento significativo na produção de RCD no ano de 2022, com uma variação de 13,5% em relação ao ano de 2021.

Figura 14. Evolução da produção de RCD na R.A.A.

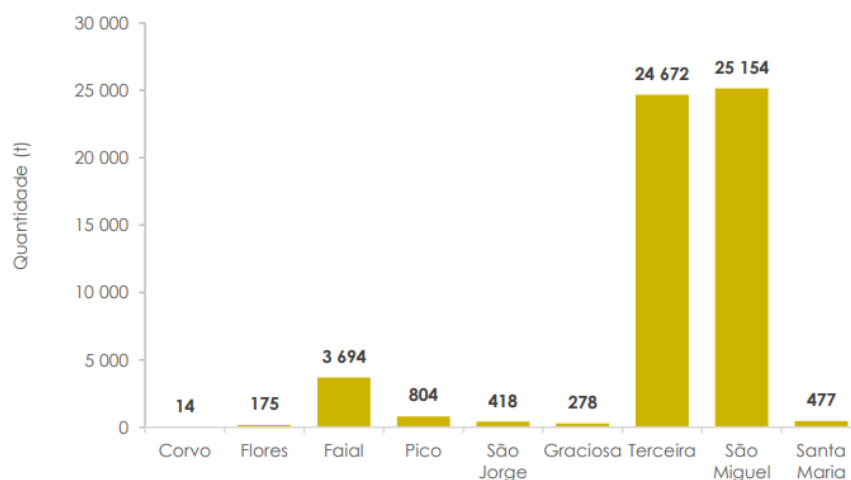


Fonte: SRIR (2022)

Na Figura 15 é possível verificar a quantidade de RCD produzido por Ilha, em 2022, em toda a R.A.A., onde aparecem em destaque a produção de RCD na Ilha Terceira (24.672 t) e da Ilha de S. Miguel (25.154 t), representando, em conjunto, mais de 89% da quantidade total de produção de RCD em toda a R.A.A. A entidade na R.A.A. responsável pela publicação de dados sobre resíduos é o sistema regional de informação sobre resíduos (SRIR).

¹ Lista Europeia de Resíduos, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0955>

Figura 15. Produção de RCD em 2022, por Ilha na R.A.A.



Fonte: SRIR (2022)

Na Tabela 8 estão tipificados os grupos de RCD de acordo a tipologia do capítulo 17 da LER, que foram produzidos na R.A.A., relativamente ao ano de 2022 e, por conseguinte, o gráfico 7 apresenta a quantidade produzida por cada tipologia.

Tabela 8. Grupos de RCD por tipologia LER

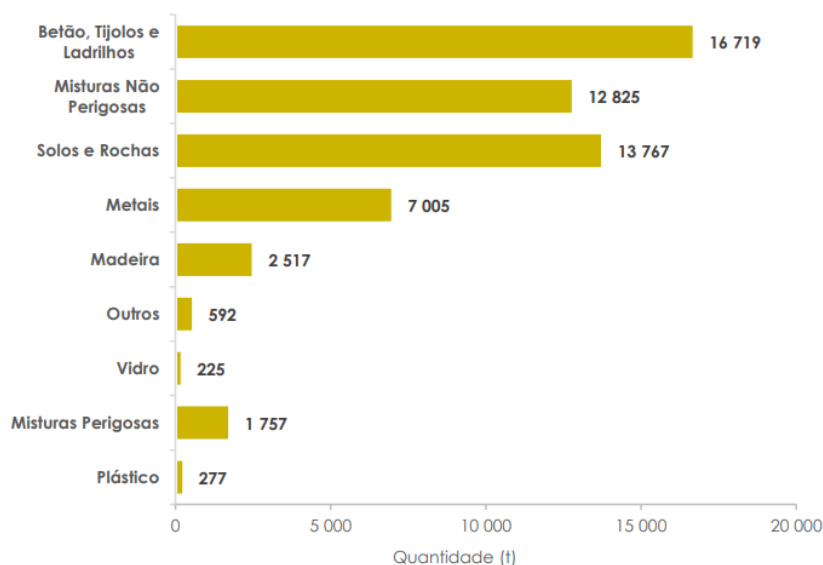
Grupo de Resíduos	Códigos LER		
Betão, Tijolos e Ladrilhos	17 01 01	17 01 02	17 01 03
		17 01 07	
Madeira		17 02 01	
Vidro		17 02 02	
Plástico		17 02 03	
Metais	17 04 01	17 04 02	17 04 03
	17 04 04	17 04 05	17 04 06
	17 04 07	17 04 09*	
Solos e Rochas	17 05 04	17 05 06	17 05 08
Misturas Não Perigosas	17 03 02	17 09 04	
Misturas Perigosas	17 01 06*	17 02 04*	17 03 01*
	17 05 03*	17 05 05*	17 05 07*
	17 09 01*	17 09 02*	17 09 03*
Outros	17 03 03*	17 04 10*	17 04 11
	17 06 01*	17 06 03*	17 06 04
	17 06 05*	17 08 01*	17 08 02

Fonte: SRIR (2022)

Na análise aos dados do Figura 16, é possível verificar as quantidades de produção de resíduos por tipologias de resíduos na R.A.A, destacando-se claramente 3 tipologias:

betão, tijolos e ladrilhos; misturas não perigosas e solos e rochas, representando mais de 77% da produção de todos os RCD em 2022.

Figura 16. Produção de RCD em 2021, por tipologia LER.



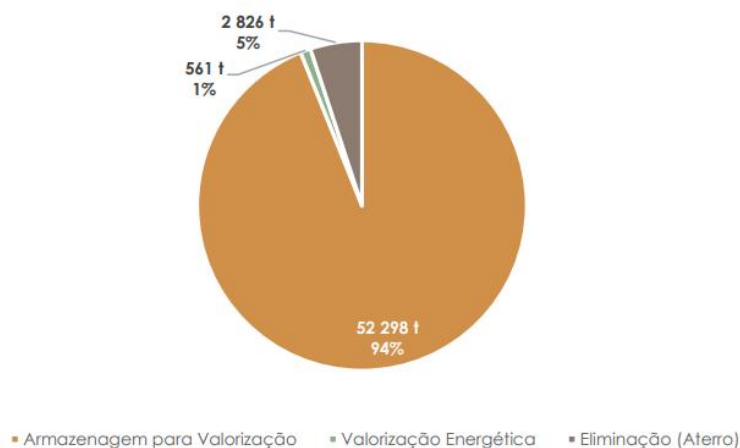
Fonte: SRIR (2022)

Na análise aos dados da Figura 17, é possível verificar quais atividades de tratamento dado aos RCD produzidos na R.A.A., em 2022, destacando-se a atividade de tratamento – armazenamento para valorização – com 94% de todas as atividades de tratamento. De realçar que apenas 1% da produção de RCD foi para aterro e que 5% foi utilizado na produção de energia. No entanto, tendo em conta os princípios da hierarquia de gestão de resíduos, conforme preconiza o Decreto Legislativo Regional n.º 29/2011/A, efetivamente, ainda não foram adotados na sua plenitude. Os princípios hierárquicos no tratamento de resíduos são: a) prevenção e redução; b) preparação para a reutilização; c) reciclagem; d) outros tipos de valorização, incluindo a valorização energética; e) eliminação.

Assim, é possível verificar que a maior parte da produção de RCD fica armazenada para futura valorização (Figura 18), contrariando os princípios da EC. Pois a EC é "um sistema industrial que é restaurador ou regenerativo por intenção e conceção. e substitui o conceito de "fim de vida" pela restauração que, por seu turno, passa pela utilização de energias renováveis, elimina a utilização de produtos químicos tóxicos, que prejudicam

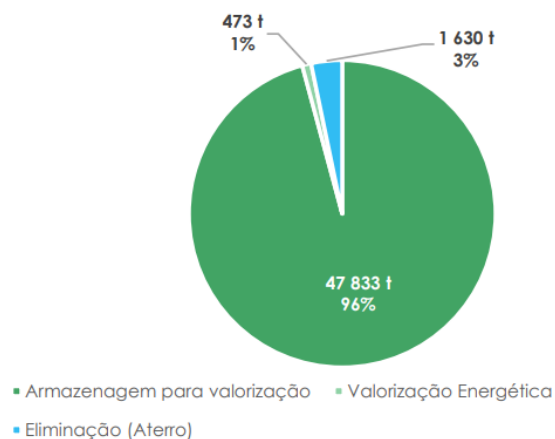
a reutilização, e tem como objetivo a eliminação de resíduos através da conceção superior de materiais, produtos e sistemas, e dentro destes, os planos de negócios". O objetivo global é "permitir fluxos eficazes de materiais, energia, trabalho e informação para que o capital natural e social possa ser reconstruído". EMF (2013a; 2013b; 2015a)

Figura 17. Operações de tratamento dos RCD na R.A.A. em 2022



Fonte: SRIR (2022)

Figura 18. Operações de tratamento dos RCD na R.A.A em 2021



Fonte: SRIR (2022)

Em comparação com Portugal Continental, a taxa de valorização alcançada² em 2021 foi de 89%, conforme ilustra a Tabela 9, no entanto, na R.A.A. a taxa de valorização em 2021 foi de apenas 4% e em 2022 de apenas 6%. De facto, é premente mudarmos de rumo, implementando em toda a fileira do sector da construção os princípios da EC. Contudo, existe um manancial de oportunidades que podem e devem ser usadas, para o bem das próprias empresas, da sociedade e do ambiente, onde todos ficam a ganhar.

Tabela 9. Taxa de valorização alcançada dos RCD em Portugal Continental em 2021

Validate questionnaire		Reporting of the implementation of point (b) of Article 11(2) of Directive 2008/98/EC, concerning construction and demolition according to the format set out in Annex IV of the Commission Implementing Decisions 2019/1004													
Unlock formulas															
Restore table colour															
Country:	PT Portugal														
Reference year:	2021														
Calculation method ⁽¹⁾	REGL_2150_2002 Data based on Regulation (EC) No 2150/2002														
	Waste generated	Explanatory footnote	Preparing for re-use	Explanatory footnote	Recycling	Explanatory footnote	Backfilling	Explanatory footnote	Other material recovery ⁽²⁾	Explanatory footnote	Total material recovery ⁽³⁾	Explanatory footnote			
	GEN		PRP REU		RCV R		RCV B		RCV OTH		RCV				
Tonnes	2985927,848			1 No information	967306,3105	2 Waste management	952461,8337	3 Waste management	724208,8053	4 Waste management	2643976,949				

Para estimar a Taxa de Valorização seguiram-se as diretrizes estabelecidas na Decisão da Comissão, de 18 de Novembro de 2011 (C(2011) 8165), pelo que a Taxa de Valorização alcançada para o ano de 2021 é de 89%.

Fonte: APA Julho de 2023³

É importante apresentar o diagnóstico do estado de arte em que se encontra EC R.A.A, assim sendo, foi construído pelo autor a matriz de análise SWOT (Figura 19), tendo por base os conceitos de EC plasmados neste trabalho e resultado do estudo da vasta literatura. A análise SWOT é uma ferramenta de gestão que se baseia no estudo das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, a uma situação ou empresa, produto, indústria ou até uma pessoa. O acrónimo SWOT é uma sigla para Forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats).

² Guidance for the reporting of the data according to Commission Decision 2011/753/EU and Commission Implementing Decision (EU) 2019/1004

$$\text{Recovery rate for C\&D waste [\%]} = \frac{\text{Materially recovered amount of C\&D waste}}{\text{Total amount of generated C\&D waste}}$$

³ Agência Portuguesa do Ambiente (APA)

https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/Reporte_comunitario_2021_RCD_julho.pdf

Figura 19. Matriz SWOT baseada nos conceitos da EC



Fonte: Elaboração Própria

Desta análise, podemos concluir, por um lado, que existem pontos fracos e ameaças que precisam ser monitorizados e combatidos, para que se possa atingir a circularidade no sector da construção na R.A.A., por outro, analisando os pontos fortes e oportunidades, permite-nos encarar o futuro com optimismo e acreditar que dentro de poucos anos, a circularidade na construção será uma realidade e uma presença pujante em todo o sector, envolvendo os vários stakeholders.

Na R.A.A, existem alguns exemplos práticos de economia circular no sector da construção, nomeadamente, na vertente da gestão e tratamento de RCD. Algumas empresas, já utilizam agregados reciclados na produção de Betão, proporcionando o upcycling, ou seja, a incorporação de agregados reciclados num produto com maior valor agregado, proporcionando uma valorização superior dos RCD. As Figuras 20, 21 e 22, ilustram os cubos de ensaio de betão produzido com agregados reciclados, o setck de produto acabado de agregados reciclados e cubo de betão, respectivamente.

Estes agregados foram produzidos de acordo com a especificação do LNEC⁴ E 471 - 2009 (guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos). Pode também ser utilizado, o mesmo tipo de agregado reciclado, em vários outros processos construtivos, por exemplo: em preenchimento de valas (LNEC E 485 – 2016); em caminhos ruarais e florestais (LNEC E 484 – 2016); para camadas não ligadas de pavimentos rodoviários (LNEC E 483 – 2016); em aterro e camada de leito de infraestruturas de transporte (LNEC E 474 – 2009); em camadas não ligadas de pavimentos (LNEC E 473 – 2009); para a reciclagem de misturas betuminosas a quente na central (LNEC E 472 – 2009).

Figura 20. Provede de betão com agregado reciclado (corte transversal)



Fonte: Captação Própria

⁴ LNEC- Laboratório nacional de engenharia civil, <https://www.lnec.pt/pt/>

Figura 21. Agregado reciclado



Fonte: Captação Própria

Figura 22. Cubo de betão produzido com agregado reciclado



Fonte: Captação Própria

Referenciando outras boas práticas e princípios da EC, nomeadamente, na gestão eficiente da água, existem algumas empresas na R.A.A. que aproveitam a água das chuvas, sendo encaminhada e armazenada em reservatórios, para ser utilizada em diversas actividades industriais, reduzindo assim o consumo e a utilização de água potável.

De facto, já se observa, alguns bons exemplos da implementação dos princípios da EC no sector da construção da R.A.A., contribuindo para mitigar os efeitos da depleção de recursos naturais, e regenerando a natureza, contudo, estamos ainda no início do caminho para atingirmos o desiderato da circularidade.

Ao nível das instituições, importa, salientar o projeto ReBuild17⁵ que resulta da cooperação entre 3 entidades: o Governo dos Açores, através do Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC), a Fibrenamics Azores, via Centro Inovação de Materiais Produtos Avançados (CIMPA), e a empresa islandesa ReSource International (ReBuild17, 2019).

O projeto tem como objetivo a criação de uma plataforma que promova a articulação de diferentes entidades envolvidas na valorização de resíduos, no sentido de se formarem cadeias de valor, mas igualmente de melhorar a cooperação entre os vários stakeholders do setor da construção; promover o conceito de economia circular e reincorporação de resíduos em produtos de construção; e apostar no desenvolvimento do mercado da valorização de resíduos.

Outro exemplo da implementação da economia circular na R.A.A., é plataforma digital de circularidade dos Açores⁶, abreviadamente designada por 9ilhas circulares, trata-se de um espaço colaborativo e inovador que pretende criar um mercado online de doação, troca ou venda, promovendo a circularidade dos produtos (alimentares e não alimentares) e prolongando a vida útil dos materiais nos Açores.

A plataforma está centrada nas seguintes mais-valias:

- Ser o ponto de encontro entre a oferta e a procura, facilitando uma melhor ligação entre doadores e beneficiários;
- Aumentar o número de doações bem-sucedidas;
- Alcançar um maior número de ilhas, concelhos e freguesias, por respetiva zona geográfica, dimensão e área de atividade e envolvendo gratuitamente também empresas e particulares.

⁵ Plataforma Rebuild17 em <https://portal.azores.gov.pt/web/lrec/projeto-rebuild-17>

⁶ Plataforma digital de circularidade dos Açores em <https://9ilhascirculares.ambiente.azores.gov.pt/>

CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO

De facto, nem todas as organizações gerem os seus impactos nos ecossistemas naturais e na sociedade da mesma forma, para algumas, representam custos, investimentos e mudanças difíceis, para outras, como oportunidades estratégicas de crescimento, potenciadoras da conquista de clientes com preocupações ambientais e de sustentabilidade.

A economia linear destrói o capital natural do qual depende. É possível observar esse efeito nos solos cada vez mais degradados, nos oceanos poluídos, na perda de biodiversidade, na escassez de água doce e áreas significativas de desflorestação. (EMF, 2023). Contrariamente, os resultados de um modelo circular são a mitigação da depleção de recursos naturais, a maximizando da reutilização, o incremento da reciclagem, o aumento da eficiência e a implementação de modelos de negócios circulares.

A EC, pelo seu potencial, permite delinear estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentáveis e lucrativos. (Weetman, C. 2019). A EC procura reconstruir o capital, nas suas várias dimensões, oferecendo oportunidades e soluções que podem ser aplicadas em todas as organizações. (Stahel, W.R. 2019).

A Transição dos modelos lineares para modelos circulares está associada a inovações no sistema de negócios com o objetivo de alcançar maior efetividade sistêmica e impactos positivos, num mundo em transformação linear para circular.(confederação Nacional da Indústria (CNI) , 2018)

Ainda segundo CNI (2018) esta transição precisa indubitavelmente de mudanças de mindset nos seguintes elementos:

Escopo: é necessário ter uma visão mais ampla, indo além das melhorias de eficiência de processo, e buscar ganhos considerando os sistemas com os quais o negócio se relaciona;

Premissa: fazer mais com menos (eficiência) não é suficiente para conquistar os benefícios de uma Economia Circular; devem ser consideradas também as consequências das atividades (efetividade);

Proposta de valor: a proposta de valor com foco em redução de custos é uma estratégia típica da economia linear, com limitações e geração de externalidades negativas; em uma Economia Circular, a proposta de valor considera o valor agregado nos recursos e preza por mantê-los no mais alto nível e por mais tempo;

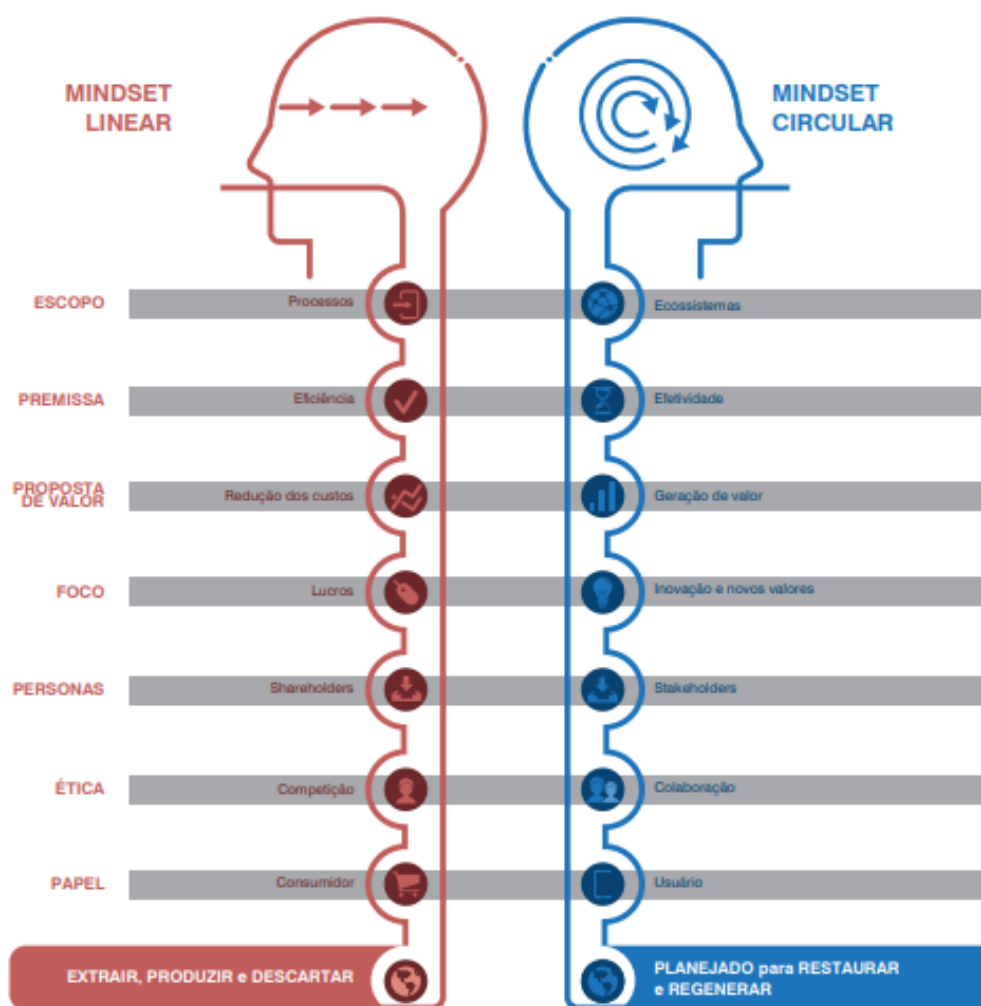
Foco: o lucro é importante para qualquer negócio, mas numa Economia Circular, ele é obtido por meio da inovação e geração de novos valores;

Personas: é necessário considerar outras *personas* além dos acionistas; outras partes interessadas do negócio, como sociedade, cliente e fornecedores, os quais possuem papel fundamental numa Economia Circular, pois agregam valor e qualidade aos produtos, incluem as cadeias logísticas reversas e possuem informações importantes para o design de produtos inovadores e circulares;

Ética: numa Economia Circular, a colaboração é mais importante do que a competição, já que esta prioriza um negócio em detrimento dos demais; e

Papel: numa Economia Circular, a experiência e o acesso à função necessária são mais importantes do que a propriedade do produto, e isso permite que as empresas se aproximem mais dos seus clientes e aumentem a fidelização. (Figura 23)

Figura 23. A transição de um mundo linear para circular



Fonte: CIN (2018)

Alguns investigadores sugerem que EC será melhor implementada, utilizando-se um quadro ou modelo de negócio, contudo, será necessário ainda um maior desenvolvimento e aplicação no sector da construção. (Johns, Nathan et al. 2022)

Estratégias circulares, como o produto como serviço, plataformas de partilha e o prolongamento da vida útil dos produtos, que visam as fases do ciclo de vida da conceção e da utilização, têm, comprovadamente, elevados impactos de circularidade na indústria da construção e para o ambiente construído (Guerra et al. 2021).

Na investigação futura da EC, mormente, no sector da construção, será preciso levar em consideração três vertentes, em primeiro lugar, mais investigação sobre a aplicação de estruturas e práticas de EC, de modo a reforçar o corpo de conhecimento atual. Em segundo lugar, desenvolver infra-estruturas dentro da economia, para fluxos de valor da EC, de modo a apoiar a reciclagem de recursos e para utilização/valor secundário. Por último, ajudar os organismos e organizações governamentais a desenvolver orientação e inovação de cima para baixo e de baixo para cima, utilizando uma estratégia multimétodo. (Johns, Nathan et al. 2022).

A implementação da EC no sector da construção poderá contribuir substancialmente para a mitigação das externalidades negativas verificadas no sector da construção, que é responsável por uma parte considerável de emissões de CO₂, consumo de energia, depleção de recursos naturais e produção de resíduos. Todavia, a transição para a economia circular é dificultada por barreiras, sendo que, estas devem ser identificadas e ultrapassadas, mas indubitavelmente será preciso a envolvimento de todos, ademais, citando o Papa Francisco:” todos...todos...todos”.

O setor da construção desempenha um papel económico e social extremamente importante, representa 6% do total do volume de negócios da R.A.A. e 12% do emprego, no entanto, em boa verdade, é responsável por causar fortes impactos ambientais, devido sobretudo ao efeito das quantidades de recursos naturais que consome e à produção significativa de resíduos, contudo, estes podem ser reutilizados e reciclados na sua maioria, se devidamente geridos e sujeitos ao tratamento adequado.

Para atingirmos o objetivo de proporcionar a todos uma sobrevivência condigna, num planeta para sempre habitável, indubitavelmente, teremos de assumir, que devemos modificar os comportamentos económicos, ambientais e socialmente destrutivos. (Sachs 1993).

A UE espera alcançar uma economia circular até 2050, através da implementação de modelos de produção e de consumo mais sustentáveis. (Comissão Europeia, 2020), portanto, a transição para a EC, além de ser uma opção, será, de facto, no curto prazo, uma inevitabilidade.

O papel da regulamentação será basilar para a implementação da EC, contribuindo para eliminar obstáculos e criar incentivos à promoção e implementação do modelo circular.

Importa salientar que o sector da construção e demolição consome 40% da utilização de pedra bruta, brita e areia, bem como quase 25% da madeira por ano. Ao mesmo tempo, é responsável por 23% da poluição atmosférica (emissões de gases com efeito de estufa e de partículas), o que representa 50% das alterações climáticas, 40% da poluição da água potável e 50% da deposição em aterro. (Kabirifar et al. 2020)

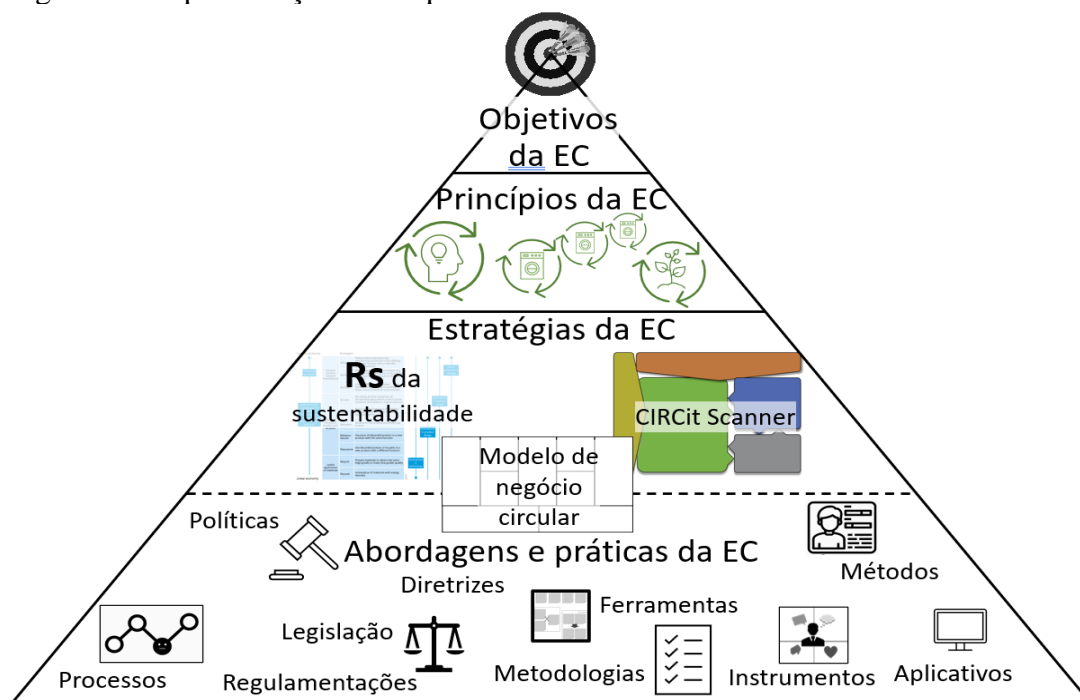
Perante este cenário, é imperativo a implementação do modelo de economia circular, confluindo assim para melhorar a sustentabilidade neste sector de atividade.

Segundo Klewe et al., (2022), para aplicar corretamente a circularidade numa empresa de construção, é necessário envolver inúmeras dimensões, tais como, fatores sociais, governamentais, económicos, comportamentais, tecnológicos e ambientais.

Uma análise da matriz SWOT na área da circularidade, revestir-se-á de enorme importância, para qualquer empresa que pretenda implementar a EC, por isso, sugere-se a sua realização antes da sua implementação. Sugere-se também a utilização das ferramentas de circularidade, disponibilizadas na internet de modo on-line, que permitirão a monitorização, a definição de objectivos e respectivos indicadores e mensurar a performance da circularidade, entre outros dados, tais como: circulytics; CTI Toll; Material Circularity Indicator; Circle Economy e Circularity Check.

Para atingir os seus objetivos, a economia circular possui princípios que são tratados como verdades e servem de base para a definição de estratégias, que direcionam a realização de atividades, que são baseadas na aplicação de abordagens e prática, sendo a pirâmide de hierarquia de conceitos da EC, uma ferramenta imprescindível na implementação da EC em qualquer empresa ou organização. (Figura 24)

Figura 24. Representação hierárquica de conceitos da economia



Fonte: Fernandes et al. (2024)

Conluído agora o estudo, importa referir algumas limitações pressentidas, nomeadamente, na escassassez de literatura e dados estatísticos, relativamente à EC na R.A.A. Ademais, em boa verdade, podia-se ter entrevistado alguns responsáveis pela implementação de EC nas empresas de construção, assim como, representantes de instituições governamentais responsáveis pela área, contudo, existem ainda poucos desenvolvimentos e poucos dados observáveis, para além do facto, do próprio autor ser diretor geral de uma empresa pertencente a um grupo empresarial, com grande relevância, na área da construção, o que dificultaria a abertura das empresas concorrentes na divulgação dos seus dados, assim como, na colaboração para esta investigação.

Importa ainda salientar, que o autor desta investigação, neste momento, coordena, na empresa onde trabalha, a implementação dos princípios da EC, sendo o actual responsável pela definição da estratégia, implementação de modelos de negócios e inovação na área da EC, todavia, por questões éticas, de sigilo profissional e de reserva de propriedade industrial, não pode aportar neste trabalho dados da sua empresa. Contudo, é de salientar, que a realização desta dissertação contribui, significativamente, para o autor implementar a EC na empresa onde trabalha.

Em suma, este trabalho de investigação contribuirá para a implementação da EC nas empresas de construção civil na R.A.A, sendo, nesse sentido, uma base de trabalho para a definição da estratégia e do modelo de negócio circular a implementar. A identificação das barreiras e oportunidades, são ferramentas importantes no apoio à decisão do melhor caminho a seguir e que obstáculos serão observáveis, aquando da implementação da EC.

Por fim, no caso concreto dos Açores, dada a sua reduzida dimensão territorial e devido à sua insularidade e isolamento, onde se evidencia uma maior escassez de recursos e dependência energética, faz ainda mais sentido, a adoção do modelo de economia circular no sector da construção, estimulando-se assim a presença da circularidade dos resíduos, contribuindo, por um lado, para melhorar a sustentabilidade ambiental, e por outro, permitir gerar vantagens económicas e sociais, onde será imperativo a envolvimento de todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accenture (2014). Circular Advantage: innovative business models and technologies to create value in a world without limits to growth.
- Adams, K.T., Osmani, M., Thorpe, T., Thornback, J., 2017. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management* 170 (1), 15–24. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011>.
- Ademe (French Environment and Energy Management Agency) (2014), “Economie Circulaire: Notions”, Version modifiée octobre 2014.
- Ajayi, S.O., Oyedele, L.O., Bilal, M., Akinade, O.O., Alaka, H.A., Owolabi, H.A., Kadiri, K. O., 2015. Waste effectiveness of the construction industry: understanding the impediments and requisites for improvements. *Resour. Conserv. Recycl.* 102, 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.001>.
- Akinade, O., Oyedele, L., Oyedele, A., Davila Delgado, J.M., Bilal, M., Akanbi, L., Ajayi, A., Owolabi, H., 2019. Design for deconstruction using a circular economy approach: barriers and strategies for improvement. *Prod. Plann. Control* 31 (10), 829–840. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695006>.
- Al Hosni, I.S., Amoudi, O., Callaghan, N., 2020. An exploratory study on challenges of circular economy in the built environment in Oman. *Proc. Inst. Civ. Eng.:*

- Management, Procurement and Law 173 (3), 104–113. <https://doi.org/10.1680/jmapl.19.00034>.
- Andersen, S.C., Larsen, H.F., Raffnsoe, L., Melvang, C., 2019. Environmental Product Declarations (EPDs) as a competitive parameter within sustainable buildings and building materials. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 323 (1), 012145 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012145>.
- Arora M, Raspall F, Cheah L, Silva A (2020) Buildings and the circular economy: estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components. *Resour Conserv Recycl* 154:104581. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104581>
- Aslam, M.S., Huang, B., Cui, L., 2020. Review of construction and demolition waste management in China and USA. *J. Environ. Manag.* 264, 110445 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110445>. November 2019.
- Augusto, Bernardo R. (2020). *Economia Mais Circular. Medição de Circularidade.* https://cip.org.pt/wp-content/uploads/2021/06/EC_Ferramentas-de-medi%C3%A7%C3%A3o-de-maturidade-EC-empresarial_BA_27.05.pdf
- Banco de Portugal, ANÁLISE DAS EMPRESAS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES EM 2018, estudos da central de balanços, Agosto 2020
- Barboza, D. V., da Silva, F. A., Motta, W. H., Meiriño, M. J., & do Valle Faria, A. (2019). *Aplicação da Economia Circular na Construção Civil.* *Research. Society and Development Journal.*
- Bastein, T., E. Roelofs, E. Rietveld and A. Hoogendoorn (2013), “Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands”, TNO, Report commissioned by the Netherlands Ministry of Infrastructure and Environment.
- Behrens, A., Rizos, V. & Tuokko, K. (2017). *The Circular Economy A review of definitions, processes and impacts, CEPS Research Report No. 2017/09, April 2017*
- Benachio, G. L. F., Freitas, M. D. C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production.*
- Bilal, M., Khan, K.I.A., Thaheem, M.J., Nasir, A.R., 2020. Current state and barriers to the circular economy in the building sector: towards a mitigation framework. *J. Clean. Prod.* 276, 123250 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123250>.
- Bocken, N., Schuit, C., Kraaijenhagen, C., 2018. *Experimenting with a circular business*
- Bocken, N.M.P.; de Pauw, |.; Bakker, C.; van der Grinten, B. (2016). Product design and business model! strategies for a circular economy. *J. Ind. Prod. Eng.* 33, 3086-320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>.

- BPstat (2022). Análise do setor da construção. <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1304>, consultado em 15-10-2023.
- Bueren van, B.J.A., Leenders, M.A.A.M., Nordling, T.E.M., 2019. Case Study: Taiwan's pathway into a circular future for buildings. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 225, 012060 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012060>.
- Chang, Y.-T., Hsieh, S.-H., 2019. A Preliminary Case Study on Circular Economy in Taiwan's Construction. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Brussels, 012069. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012069>, 225(1), IOP Publishing.
- Charef, R., Emmitt, S., 2020. Uses of building information modelling for overcoming barriers to a circular economy. J. Clean. Prod., 124854 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124854>.
- Circular economy Portugal (CEP): <https://circulareconomy.pt/sobre-economia-circular/>, acedido em 23-09-2022
- Comissão Europeia (2019): comunicação da comissão ao parlamento Europeu, ao conselho Europeu, ao conselho, ao comité económico e social e ao comité das regiões, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_1&format=PDF, acedido em 11-10-2022.
- Comissão Europeia (2020): comunicação da comissão ao parlamento Europeu, ao conselho Europeu, ao conselho, ao comité económico e social e ao comité das regiões, um novo plano de ação para a economia circular, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0022.02/DOC_1&format=PDF, acedido em 11-10-2022
- Comissão Europeia, Direção-Geral da Comunicação, Pacto Ecológico Europeu : cumprir os nossos objetivos, Serviço das Publicações da União Europeia, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2775/026800>
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD). Nosso futuro comum. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1991.
- Confederação Nacional da Indústria. Economia circular : oportunidades e desafios para a indústria brasileira / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2018. ISBN 978-85-7957-166-4
- Cruz-Rios, F., Grau, D., 2020. Design for disassembly: an analysis of the practice (or lack thereof) in the United States. In: David Grau, P.D., Tang, Pingbo, Mounir El Asmar, P.D. (Eds.), Construction Research Congress 2020 - Project Management and Controls, Materials, and Contracts. American Society of Civil Engineers, pp. 992–1000, 10.1061/9780784482865/0A. <https://trid.trb.org/view/1760497>

- De los Rios, I.C.; Charnley, F.J.S. (2016). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *J. Clean. Prod.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130>
- DGEG. (2021). <https://www.dgeg.gov.pt/pt/destaques/energia-em-numeros-edicao-2022/>
- DIRETIVA 2014/95/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 22 de outubro de 2014 que altera a Diretiva 2013/34/UE no que se refere à divulgação de informações não financeiras e de informações sobre a diversidade por parte de certas grandes empresas e grupos.
- Dunlap, R. E., & Jorgenson, A. K. (2012). Environmental problems. *The Wiley-Blackwell Encyclopedia of Globalization*. <https://doi.org/10.1002/9780470670590.wbeog174>
- EEA (European Environment Agency) (2014), “Resource-efficient Green Economy and EU policies”, Luxembourg: Publications Office of the European Union
- EEA (European Environment Agency) (2016), “Circular Economy in Europe - Developing the knowledge base”, EEA Report No. 2/2016.
- Elia, V., Gnoni, M.G., Tornese, F., 2020. Evaluating the adoption of circular economy practices in industrial supply chains: an empirical analysis. *J. Clean. Prod.* 273, 122966 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122966>.
- Ellen MacArthur Foundation - EMF (2013). *The Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition, vol 1.* <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>.
- Ellen MacArthur Foundation (2013a), “Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition” (<https://tinyurl.com/hzfrxvb>).
- Ellen MacArthur Foundation (2013b), “Towards the Circular Economy, Opportunities for the Consumer Goods Sector” . <https://tinyurl.com/ztnrg24>.
- Ellen MacArthur Foundation (2015a), “Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition” (<https://tinyurl.com/zt8fhxw>).
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *The business opportunity of a circular economy. An Introduction to Circular Economy*, 397-417. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8510-4_20
- EMF (2023). <https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear>, acessado em 23-09-2023.
- European Commission (2015a), “Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy”, Communication from the Commission to the European Parliament,

the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2015) 614 final.

European Commission (2015a), “Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy”, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2015) 614 final.

European Commission (2016a), “Commission Work Programme 2017 - Delivering a Europe that protects, empowers and defends”, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2016) 710 final.

Fernandes, Sânia; Guzzo, Daniel; Pigosso, Daniela & Rozenfeld, Henrique. (2024). Economia circular. In: flexible Methodology 4 innovation – flexM4i. Recuperado de: <https://flexmethod4innovation.com/pratica/economia-circular/>, acesso em 27/03/24.

Finch, G., Marriage, G., Pelosi, A., Gjerde, M., 2021. Building envelope systems for the circular economy; Evaluation parameters, current performance and key challenges. *Sustain. Cities Soc.* 64, 102561 <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102561>. April 2019

Fonseca, P., Frazão Pedroso, M., Tavares, V., Aguiar Costa, A., Santos, L., Laranjeira, L. (2022). Plano de Ação para a Circularidade na Construção. Ed. BUILT CoLAB, Porto – Portugal

Fraccascia, L., Yazan, D.M., 2018. The role of online information-sharing platforms on the performance of industrial symbiosis networks. *Resour. Conserv. Recycl.* 136, 473–485. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.009>.

Geissdoerfer, M., Pieroni, M., Pigosso, D., Soufani, K., 2020. Circular business models: a review. *J. Clean. Prod.* 277, 123741

Ghisellini, P., C. Cialani and S. Ulgiati (2016), “A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 114, pp. 11-32.

Ghisellini, P., Ji, X., Liu, G., Ulgiati, S., 2018. Evaluating the transition towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: a review. *J. Clean. Prod.* 195, 418–434. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.084>.

Giorgi, S., Lavagna, M., Campioli, A., 2019. Circular Economy and Regeneration of Building Stock in the Italian Context: Policies, Partnership and Tools. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Brussels, 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012065>, 225, IOP Publishing

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *RAE – Revista de Administração de Empresas*. São Paulo. V. 35. n. 3. p. 21. 1995.

- Goodland, R., 1995. The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Volume XXVI, pp. 1-24.
- Guerra, B. C., Shahi, S., Mollaei, A., Skaf, N., Weber, O., Leite, F., & Haas, C. (2021). Circular economy applications in the construction industry: A global scan of trends and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129125. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129125>
- Guldmann, E. (2016). *Best Practice Examples of Circular Business Models*. (1 udg.) Danish Environmental Protection Agency/ Miljøstyrelsen
- Hahladakis, J.N., Purnell, P., Aljabri, H.M.S.J., 2020. Assessing the role and use of recycled aggregates in the sustainable management of construction and demolition waste via a mini-review and a case study. *Waste Manag. Res.* 38 (4), 460–471. <https://doi.org/10.1177/0734242X19897816>.
- Hart, J., Adams, K., Giesekam, J., Tingley, D.D., Pomponi, F., 2018. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. *Procedia CIRP* 80, 619–624. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>.
- Heck, P. (2006), “Circular Economy related international practices and policy trends: Current situation and practices on sustainable production and consumption and international Circular Economy development policy summary and analysis”, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS).
- Hossain, U., Ng, S.T., Antwi-afari, P., Amor, B., 2020. Circular economy and the construction industry: existing trends, challenges and prospective framework for sustainable construction. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 130, 109948 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109948>. October 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>.
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., Ren, J., 2018. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resour. Conserv. Recycl.* 129, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029>. April 2017.
- INE, indicadores económico-ambientais- conta de fluxos de materiais 1995-2022. (INE 2023)
- Johns, Nathan & Talebi, Saeed & Kagioglou, Mike. (2022). *A Critical Review of the Circular Economy within the Construction Industry*.
- Kabirifar K, Mojtahedi M, Wang C, et al. (2020) Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production* 263: 121265.
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources*,

Conservation and Recycling, 135, 190-201.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>.

Kanters, J., 2020. Circular building design: an analysis of barriers and drivers for a circular building sector. *Buildings* 10 (4), 77. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS10040077>.

KELLY, R.; SIRR, L.; RATCLIFFE, R. Futures thinking to achieve sustainable development at local level in Ireland . *Foresight*, v.6, n.2, p.80-90, 2004.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Koen van Renswoude, Arthur ten Wolde and Douwe Jan Joustra, *Circular Business Models – Part 1: An introduction to IMSA’s circular business model scan*, IMSA Amsterdam, April 2015

Kurdve, M.; De Goey, H. (2017). Can Social Sustainability Values be Incorporated in a Product Service System for Temporary Public Building Modules? *Procedia CIRP* 64, 193-198. <https://doi.org/10.1016/i;procir.2017.03.039>.

Lacy, P., Rutqvist, J., 2015. *The Sharing Platform Business Model: Sweating Idle Assets. In: Waste to Wealth*. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/9781137530707_7.

Lakatos, E. M., & Marconi, M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.

Lei n.º 98/2021 de 31 de dezembro Sumário: Lei de Bases do Clima

Lieder, M. and A. Rashid (2016), “Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 115, pp. 36-51.

Lüdeke-Freund, F., Gold, S., Bocken, N., 2019. A review and typology of circular economy business model patterns. *J. Ind. Ecol.* 23 (1), 36–61. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>.

Mahpour, A. (2018). Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management. *Resources, conservation and recycling*.

Mahpour, A., 2018. Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management. *Resour. Conserv. Recycl.* 134, 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.026>. December 2017.

McDonald RI, Kareiva P, Forman RTT (2008) The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biol Conserv* 141:1695–1703. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.025>

- Mentink, B. (2014). Circular Business Model Innovation - a process framework and a tool for business model innovation in a circular economy. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ecologia Industrial). Delft University of Technology & Leiden University. Delft, Países Baixos.
- Mitchell, P. (2015), “Employment and the circular economy - Job Creation through resource efficiency in London”. Report produced by WRAP for the London Sustainable Development Commission, the London Waste and Recycling Board and the Greater London Authority.
- Model: lessons from eight cases. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 28 (December 2017), 79–95. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.02.001>.
- Mondal, M., Bose, B., Bansal, P., 2019. Recycling waste thermoplastic for energy efficient construction materials: an experimental investigation. *J. Environ. Manag.* 240 (2018), 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.016>
- Moschetti, R.; Brattebo, H. (2016). Sustainable Business Models for Deep Energy Retrofitting of Buildings: State-of-the-art and Methodological Approach. *Energy Procedia* 96, 435-445. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.174>.
- Munaro MR, Tavares SF, Bragança L (2020) Towards circular and more sustainable buildings: a systematic literature review on the circular economy in the built environment. *J Clean Prod* 260:121134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134>
- Munaro, M. R., & Tavares, S. F. (2023). A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective. *Cleaner and Responsible Consumption*, 8, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100107>
- Munaro, M. R., & Tavares, S. F. (2023). Modelos de negócios circulares para alcançar a sustentabilidade das edificações. *Encontro Latino Americano e Europeu sobre edificações e comunidades sustentáveis*, 3, 1203–1214. Recuperado de <https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/2866>
- Munaro, M. R., & Tavares, S. F. A economia circular na construção civil: principais barreiras e oportunidades para a transição do setor. *Rev. Tecnol. Soc., Curitiba*, v. 18, n. 53, p. 54-71, seção temática, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15726>. Acedido em 08-10-2023.
- Nordby, A.S., 2019. Barriers and Opportunities to Reuse of Building Materials in the Norwegian Construction Sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Brussels, 012061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012061>, 225, IOP Publishing.
- Nußholz, J.L.K., 2018. A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops. *J. Clean. Prod.* 197, 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.112>.

- Nußholz, J.L.K., Nygaard Rasmussen, F., Milios, L., 2019. Circular building materials: carbon saving potential and the role of business model innovation and public policy. *Resour. Conserv. Recycl.* 141 (October 2018), 308–316. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.036>.
- Nußholz, J.L.K., Rasmussen, F.N., Whalen, K., Plepys, A., 2020. Material reuse in buildings: implications of a circular business model for sustainable value creation. *J. Clean. Prod.* 245, 118546 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118546>.
- ONU, 2015. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York: Organização das Nações Unidas.
- ONU, objetivos de desenvolvimento sustentável, <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>, acessado em 17-09-2023)
- Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010), “Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers”, 1st edn, John Wiley & Sons, New Jersey, US.
- Ottosen, L., Bertelsen, I., Jensen, P., Kirkelund, G., 2020. Sewage sludge ash as resource for phosphorous and material for clay brick manufacturing. *Construct. Build. Mater.* 249, 118684 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118684>
- Paiho, S., Mäki, E., Wessberg, N., Paavola, M., Tuominen, P., Antikainen, M., Heikkilä, J., Antuna, C., Jung, N., 2020. Towards circular cities — Conceptualizing core aspects. *Sustain. Cities Soc.* 59, 102143 <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102143>. September 2019
- Papamichael, I., Voukkali, I., Loizia, P., & Zorpas, A. A. (2023). Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*. <https://doi.org/10.1177/0734242x231190804>
- Pearce, D.W. and R.K. Turner (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Preston, F. (2012), “A Global Redesign? Shaping the Circular Economy”, Briefing Paper, London: Chatham House.
- Purchase CK, Al Zulaq DM, O’Brien BT, et al. (2022) Circular economy of construction and demolition waste: A literature review on lessons, challenges, and benefits. *Materials* 15: 76.
- Sachs, Ignacy. *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel, 1993.
- Sauvé, S., S. Bernard and P. Sloan (2016), “Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research”, *Environmental Development*, Vol. 17, pp. 48-56.

- Schandl, H, Hatfield-Dodds, S, Wiedmann, T et al. (7 more authors) (2016) Decoupling global environmental pressure and economic growth: Scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, 132. pp. 45-56. ISSN 0959-6526
- Schutte, I. C., 2009. A Strategic Management Plan for the Sustainable Development of Geotourism in South Africa
- Selman, A.D., Gade, A.N., 2020. Barriers of incorporating circular economy in building design in a Danish context. In: S, L., Neilson, C.J. (Eds.), *ARCOM 2020 36th Annual Conference 2020 (Issue September 7-8. ARCOM*, pp. 665–674.
- Smol, M., Kulczycka, J., Henclik, A., Gorazda, K., Wzorek, Z., 2015. The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *J. Clean. Prod.* 95, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.051>.
- Sparrevik, M., De Boer, L., Michelsen, O., Skaar, C., Knudson, H., & Fet, A. M. (2021). Circular economy in the construction sector: Advancing environmental performance through systemic and holistic thinking. *Environment Systems and Decisions*, 41(3), 392-400. <https://doi.org/10.1007/s10669-021-09803-5>
- Stahel, W.R. (2019). *The Circular Economy: A User's Guide*. Routledge
- Su, B., A. Heshmati, Y. Geng and X. Yu (2013), "A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 42, pp. 215-227.
- Tingley, D.D., Cooper, S., Cullen, J., 2017. Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a UK perspective. *J. Clean. Prod.* 148, 642–652. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.006>.
- Tomaszewska, J., 2020. Polish transition towards circular economy: materials management and implications for the construction sector. *Materials* 13 (22), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ma13225228>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2021). *Global Population Growth and Sustainable Development*. UN DESA/POP/2021/TR/NO. 2.
- United Nations Environment Programme (2022). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. Nairobi
- United Nations Environment Programme (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi
- United Nations, 2019. *World Population Prospects 2019*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>. United States Environmental Protection Agency, 2017. *Advancing Sustainable Materials Management: 2017 Fact Sheet*. United States

- Environmental Protection Agency, 2018. Reduce, Reuse, and Recycle Construction and Demolition Materials at Land Revitalization Projects.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). The World's Cities in 2018—Data Booklet (ST/ESA/SER.A/417).
- Van Loon, P., Diener, D., Harris, S., 2021. Circular products and business models and environmental impact reductions: current knowledge and knowledge gaps. *J. Clean.Prod.* 288, 125627 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125627>.
- Velenturf, A.P.M., Jopson, J.S., 2019. Making the business case for resource recovery. *Sci. Total Environ.* 648, 1031–1041. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.224>.
- Vermunt, D.A., Negro, S.O., Verweij, P.A., Kuppens, D.V., Hekkert, M.P., 2019. Exploring barriers to implementing different circular business models. *J. Clean. Prod.* 222, 891–902. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.052>.
- Weetman, C. (2019). *Economia Circular: Conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Autêntica Business*
- Whalen, K.A., 2019. Three circular business models that extend product value and their contribution to resource efficiency. *J. Clean. Prod.* 226, 1128–1137. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.128>.
- Williams, J., 2019. Circular cities: challenges to implementing looping actions. *Sustainability* 11 (2), 423. <https://doi.org/10.3390/su11020423>.
- Wu, Z., Jiang, M., Cai, Y., Wang, H., Li, S., 2019. What Hinders the development of green building? An Investigation of China. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 16 (17), 3140
- Zhao, X.; Chen, L.; Pan, W.; Lu, Q. (2017). AHP-ANP-Fuzzy Integral Integrated Network for Evaluating Performance of Innovative Business Models for Sustainable Building. *J. Constr. Eng. Manag.* 143, 4017054. [https://doi.org/10.1061\(ASCE\)CO.1943-7862.0001348](https://doi.org/10.1061(ASCE)CO.1943-7862.0001348)
- Zhao, X.; Pan, W. (2015). Delivering Zero Carbon Buildings: The Role of Innovative Business Models. *Procedia Eng.* 118, 404-411. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.440>

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
Faculdade de Economia e Gestão

Rua da Mãe de Deus
9500-321 Ponta Delgada
Açores, Portugal



2024

DM

Economia circular na construção: O caso dos Açores

Roberto Carlos de Melo Amaral