



Contributos e Desafios para uma maior Circularidade na Construção



Castorina Silva Vieira



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



Castorina Silva Vieira

AICCOPN - Jornadas da Inovação - novos produtos e soluções tecnológicas



CONSTRUCT



- HOME
- DESCRIPTION
- OBJECTIVES
- RESEARCH GROUPS
- THEMATIC LINES
- TEAM
- PRODUCTION
- CONTACTS

CONSTRUCT
Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n
4200-465 Porto
PORTUGAL

construct@fe.up.pt
Facebook



INSTITUTE OF R&D IN STRUCTURES AND CONSTRUCTION



Castorina Silva Vieira

AICCOPN - Jornadas da Inovação - novos produtos e soluções tecnológicas

CONSTRUCT – Unidade de I&D

6 Grupos de Investigação

6 Linhas Temáticas	LABEST	LESE	VIBEST	GEO	LFC	GEQUALTEC
TL1 - <u>New construction materials</u>	•			•		•
TL2 - Built historical heritage		•			•	•
TL3 - Safety assessment and seismic engineering	•	•	•	•		
TL4 - Assessment and SHM of energy and transportation infrastructures	•	•	•			
TL5 - Railway infrastructures	•	•	•	•		
TL6 - <u>Efficient and smart construction</u>		•			•	•



Instituto de Interface

- Único Associado é a Universidade do Porto
- Autónomo em termos administrativos e fiscais

Objeto da Atividade

- Exercício de atividade científica e tecnológica em investigações e desenvolvimento experimental
- Outras atividades científicas e técnicas nos domínios dos materiais de construção
 - Realização de ensaios
 - Prestação de serviços de consultadoria
 - Colaboração com organismos, empresas e instituições universitárias e não universitárias



- Principais áreas de atuação:
Agregados, Aços, Cimentos, Argamassas e Betões
- Sistema de Gestão da Qualidade implementado de acordo com a norma NP EN ISO 17025, embora os ensaios não sejam ainda acreditados pelo referencial
 - Equipa pluridisciplinar com formação específica e atualização constante
 - Equipamentos calibrados e com verificação metrológica legal periódica



CONTEÚDO

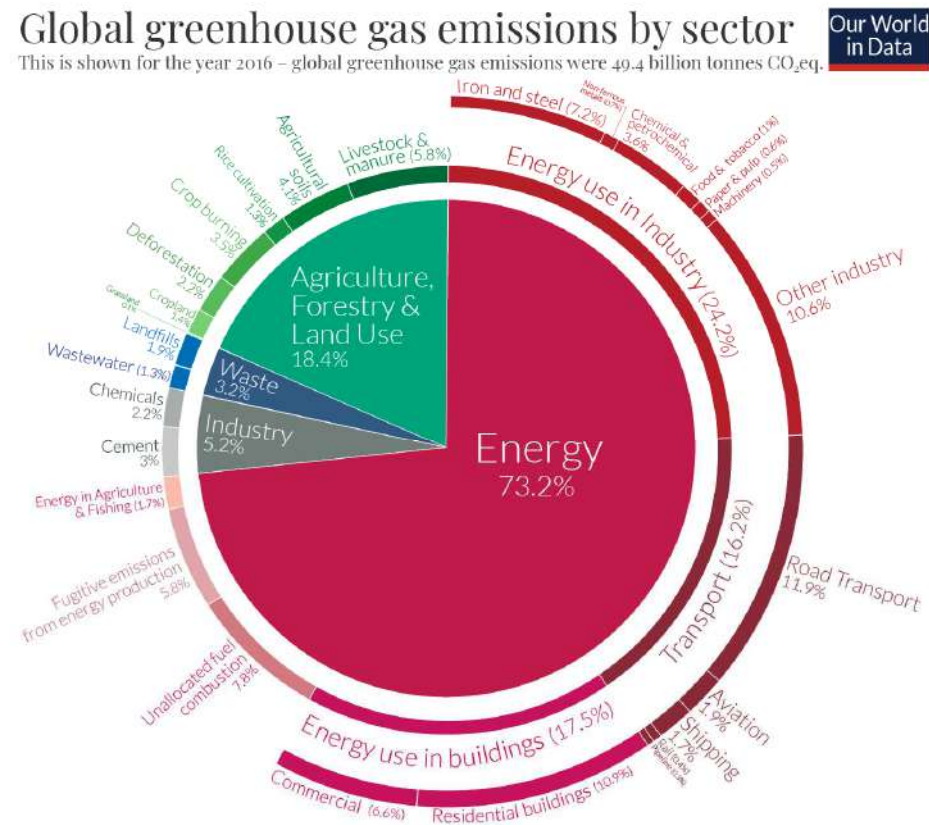
- ENQUADRAMENTO
- ECONOMIA CIRCULAR
- RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO
 - Enquadramento legislativo
 - Protocolo de Gestão de RCD da UE
 - Orientações para auditorias de resíduos (UE)
 - Ferramenta LEVEL(S)
 - Projetos diversos
- NOTAS FINAIS

A Indústria da Construção é responsável pelo consumo de cerca de 50% dos recursos naturais, 40% do consumo energético e 50% dos resíduos produzidos...



Wahlström et al. - *Construction and Demolition Waste: challenges and opportunities in a circular economy*. Eionet Report - ETC/WMGE 2020/1.

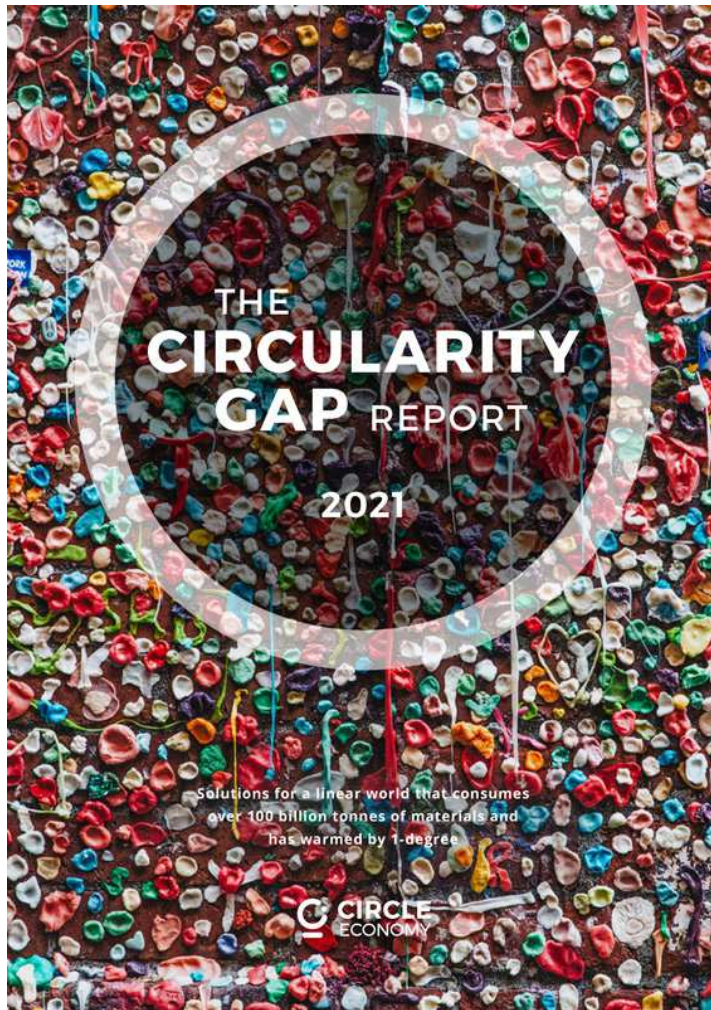
O setor da construção* é atualmente responsável por ~37% das emissões globais de CO₂...



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

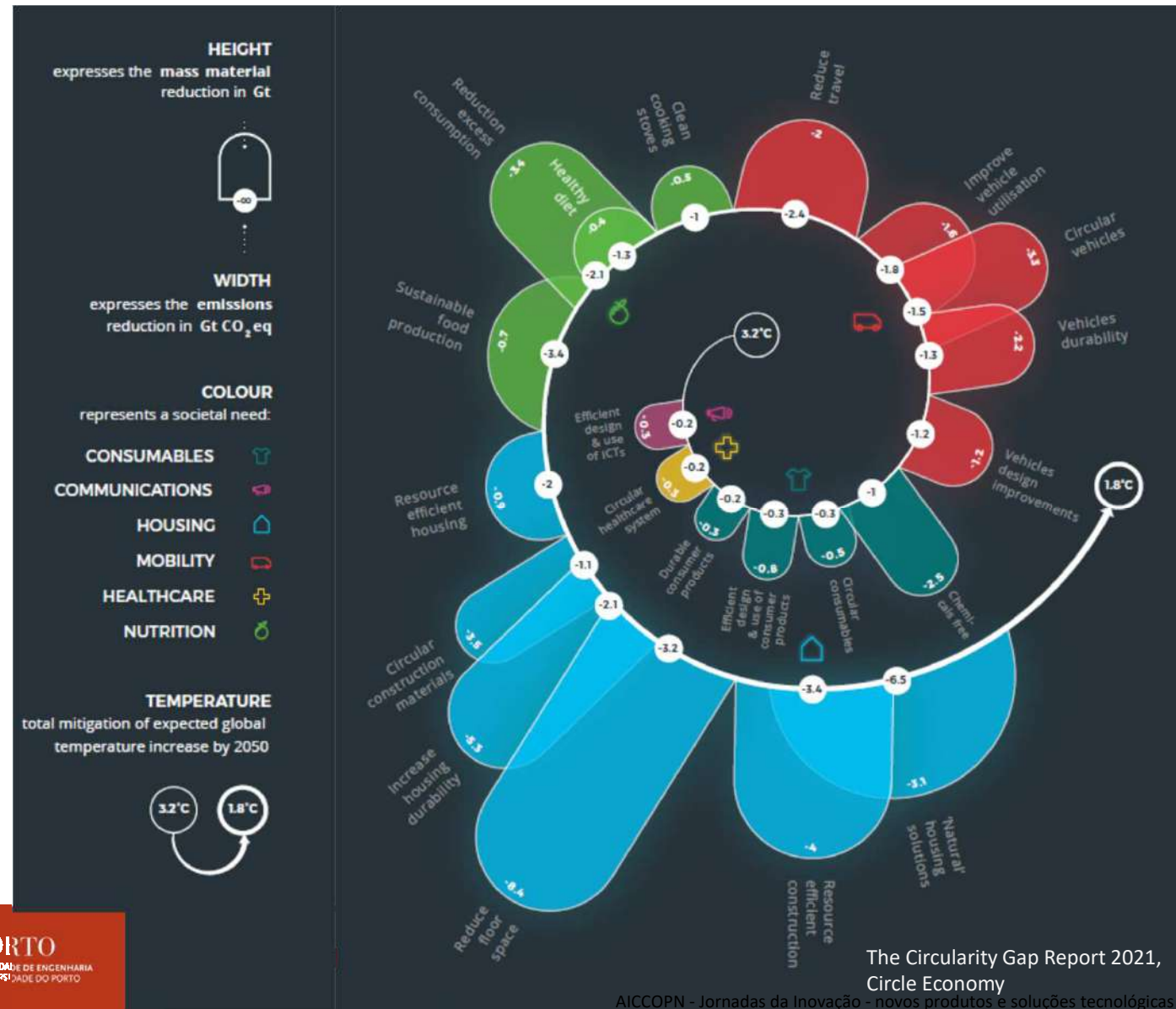
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).



*TO KEEP OUR WORLD
LIVEABLE AND THRIVING,
WE NEED TO DOUBLE
GLOBAL CIRCULARITY
FROM 8.6% TO 17%*

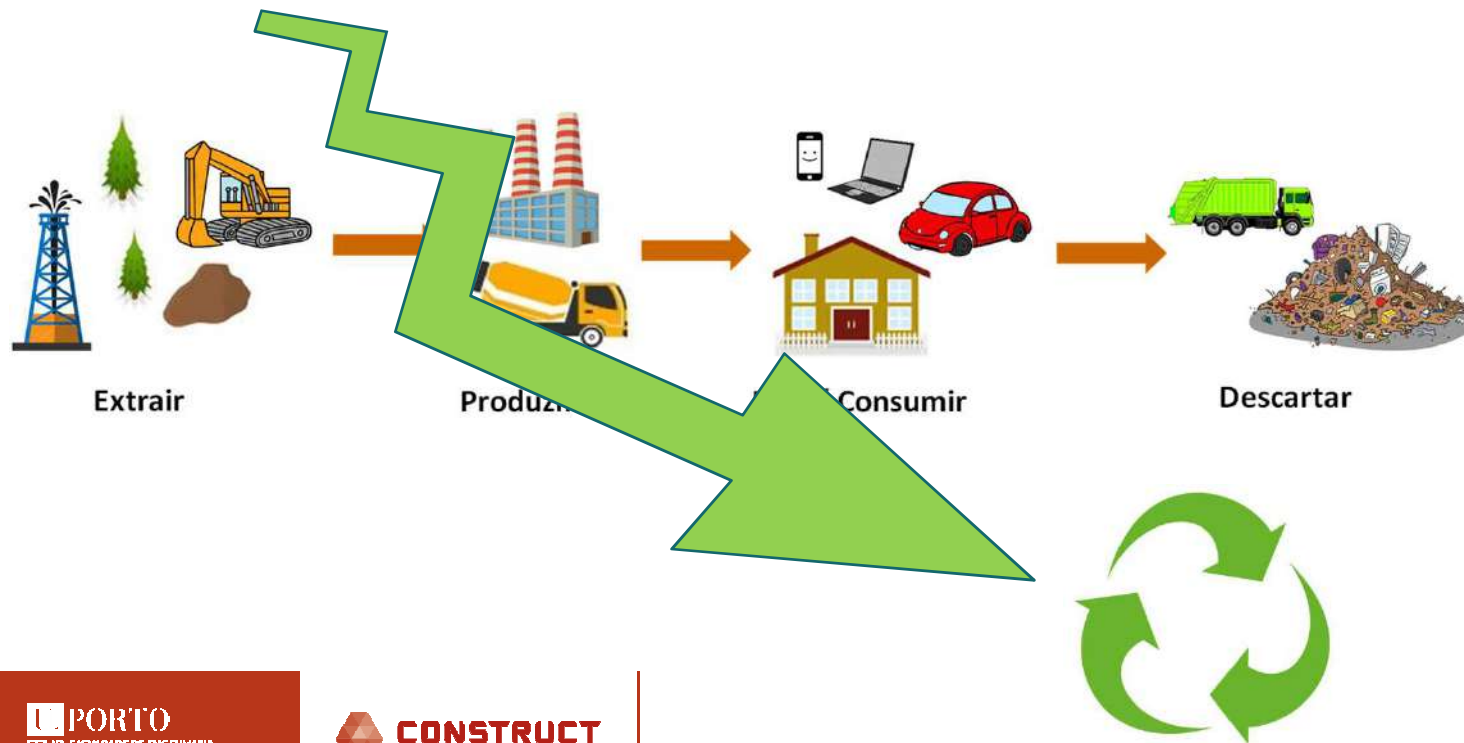
Mitigar o impacto climático através da redução das emissões de GEE e redução da pegada ecológica



Economia Circular

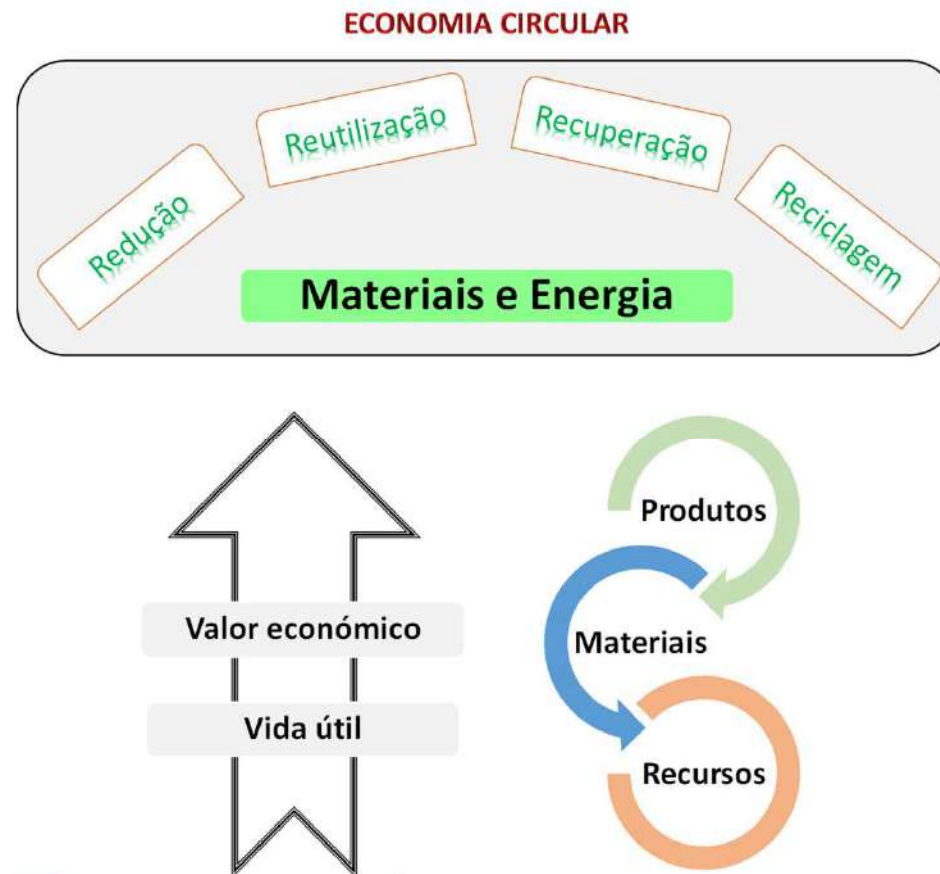
Conceito

- Alternativa ao modelo económico linear: extrair - produzir – consumir - descartar



Economia Circular

Conceito



Economia Circular

Conceito



**Gestão e
valorização de
resíduos**

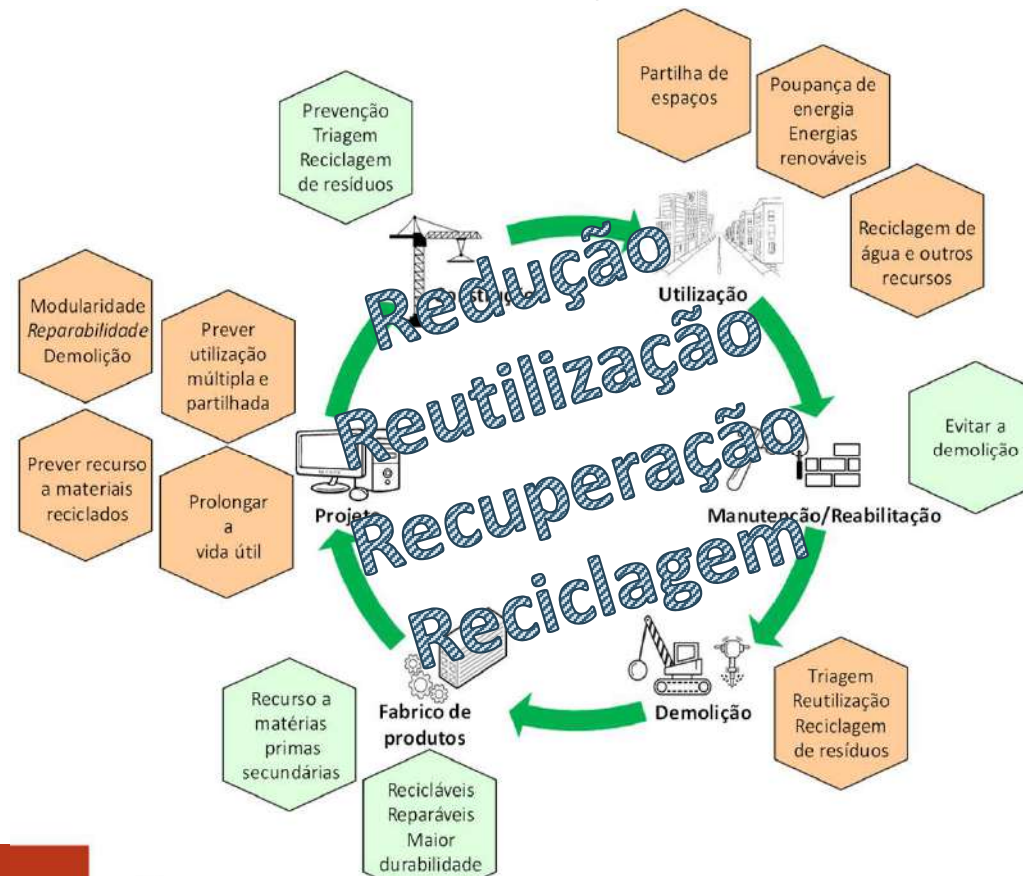


- os recursos naturais sejam geridos de forma eficiente e sustentável ao longo de todo o seu ciclo de vida
- os produtos sejam pensados e dimensionados com vista ao máximo aproveitamento dos seus componentes



Economia Circular

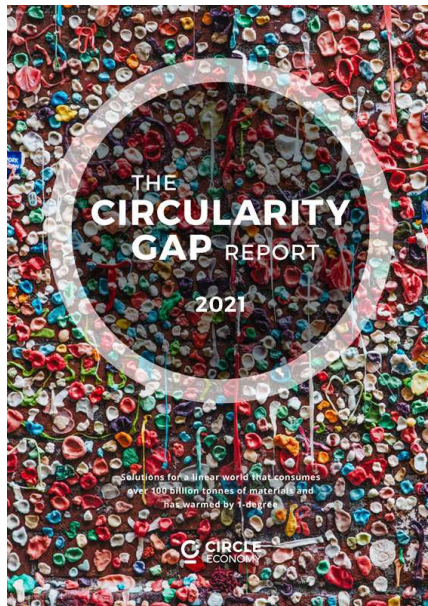
Economia Circular na Construção





- Conceção e projeto inovadores
- Investigação e desenvolvimento tecnológico direcionados
- Envolvimento da indústria
- Regulamentação adequada

Ghaffar et al. (2020) - Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery



MODELO *DISRUPT* ELEMENTOS-CHAVE DA ECONOMIA CIRCULAR



Design For the Future: Adopt a systemic perspective during the design process, to employ the right materials for appropriate lifetime and extended future use.



Incorporate Digital Technology: Track and optimise resource use and strengthen connections between supply-chain actors through digital, online platforms and technologies.



Sustain & Preserve What's Already There: Maintain, repair and upgrade resources in use to maximise their lifetime and give them a second life through take-back strategies, where applicable.



Rethink the Business Model: Consider opportunities to create greater value and align incentives through business models that build on the interaction between products and services.



Use Waste as a Resource: Utilise waste streams as a source of secondary resources and recover waste for reuse and recycling.



Prioritise Regenerative Resources: Ensure renewable, reusable, non-toxic resources are utilised as materials and energy in an efficient way.



Team Up to Create Joint Value: Work together throughout the supply chain, internally within organisations and with the public sector to increase transparency and create shared value.

Resíduos de Construção e Demolição

Resíduos de Construção e Demolição

Enquadramento legal

Entrou em vigor em 01/07/2021

O Regime Geral de Gestão de Resíduos encontra-se estabelecido no Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro.

Declaração de Retificação n.º 3/2021, de 21 de janeiro

Lei n.º 52/2021, de 10 de agosto



Regime Jurídico da Urbanização e Edificação

Código dos Contratos Públicos

Resíduos de Construção e Demolição



NOTA TÉCNICA

Classificação de solos e rochas como subproduto

Versão 1.0: 1 de julho de 2021

Assunto: Classificação como subproduto para os solos e rochas escavados e não contaminados provenientes de obras de construção, de acordo com n.º 9 do artigo 91.º do RGGR

- Desclassificação visa unicamente os solos e rochas escavados não utilizados na obra de origem e encaminhados para obras de destino;
- Sempre que exista um excedente de solos e rochas não utilizados na obra de origem e utilizados noutra obra, tal excedente pode ser considerado subproduto ao abrigo do previsto no presente documento;

Resíduos de Construção e Demolição

Enquadramento legal



As regras gerais são aprovadas pela Autoridade Nacional de Resíduos (ANR), após audição das Autoridade Regionais de Resíduos, e publicitadas no sítio na Internet da ANR.

Os materiais que não sejam passíveis de reutilização e que constituam Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são obrigatoriamente objeto de triagem na obra com vista ao seu encaminhamento, por fluxos e fileiras de materiais, para reciclagem ou outras formas de valorização, devendo ser assegurada a triagem dos RCD pelo menos para madeira, frações minerais, incluindo betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos e pedra, metal, vidro, plástico e gesso (n.º 1 do artigo 51.º do nRGGR).

Esta triagem e fragmentação deve cumprir os requisitos da seguinte regra geral:

- Triagem mecânica e fragmentação em obra ou em local afeto à mesma pertencente ao produtor do resíduo

A utilização de RCD em obra constitui uma operação de tratamento, para promover a valorização e a incorporação em obra, publicam-se as seguintes regras gerais:

- Fresagem e Britagem de RCD
- Resíduo de Balastro da Via Férrea
- Incorporação de resíduos de Betão
- RCD mistos



Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição da UE

Setembro de 2018



Castorina Silva Vieira

AICCOPN - Jornadas da Inovação - novos produtos e soluções tecnológicas

https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en

Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição da UE



- A falta de confiança na qualidade dos materiais reciclados provenientes da Construção e Demolição
- Incerteza a respeito do risco potencial para a saúde dos trabalhadores que utilizam materiais reciclados provenientes de RCD

O objetivo geral do protocolo consiste em reforçar a confiança no processo de gestão dos resíduos de C&D e na qualidade dos materiais de C&D reciclados.



Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição da UE

Grupos-alvo

- Profissionais do setor da construção, fabricantes de produtos da construção, empresas de tratamento, transporte, logística e reciclagem de resíduos
- Autoridades públicas aos níveis local, regional, nacional e da UE
- Organismos de certificação da qualidade de edifícios e infraestruturas
- Compradores de materiais de C&D reciclados

Estrutura do Protocolo

- ☐ Identificação, separação na origem e recolha de resíduos
- ☐ Logística de resíduos
- ☐ Processamento de resíduos
- ☐ Gestão da qualidade
- ☐ Condições políticas e de enquadramento



<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>



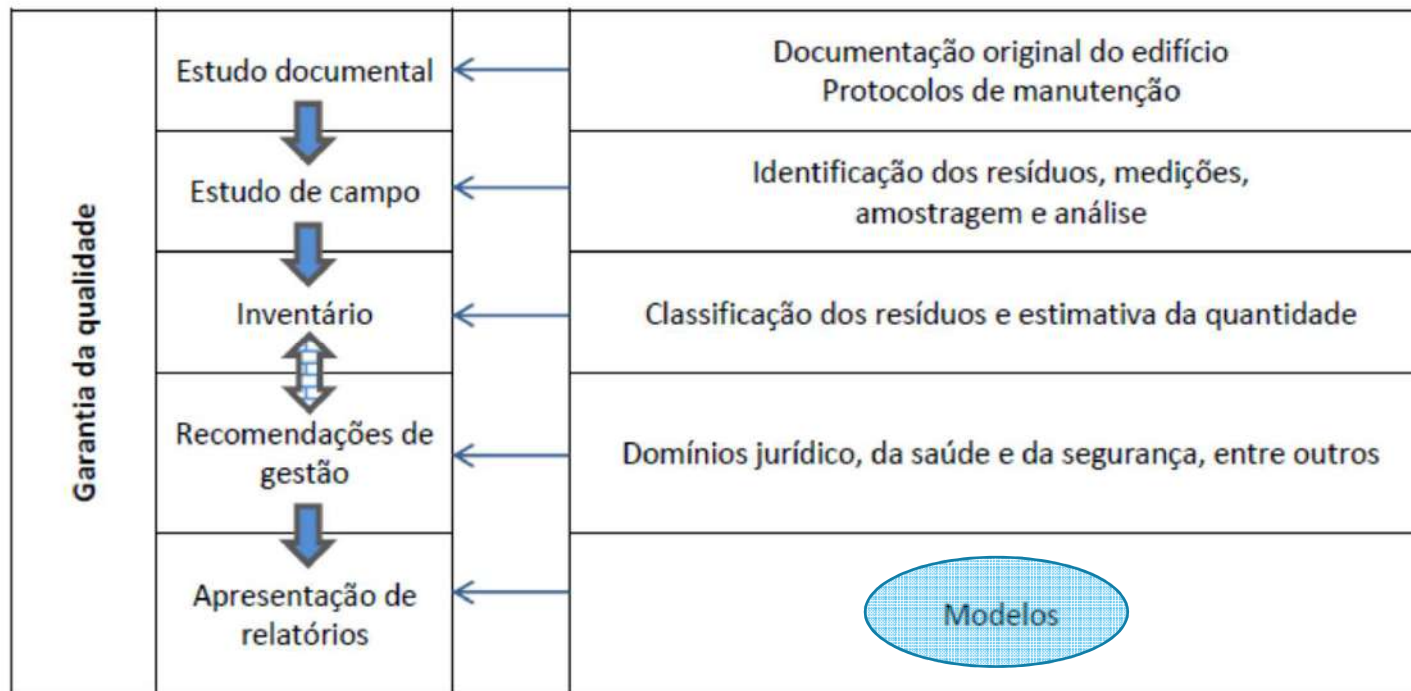
“A auditoria aos resíduos visa proporcionar uma ideia clara do edifício ou da infraestrutura a demolir, incluindo estimativas dos materiais constituintes de resíduos que serão libertados e recomendações para a gestão dos resíduos.”

- Destina-se a assegurar que o proprietário dispõe dos documentos que tem de anexar ao pedido de licença de demolição ou renovação
- O resultado da auditoria deve igualmente fornecer estimativas fiáveis dos materiais constituintes de resíduos, tendo em vista a sua comparação com os resultados do relatório sobre a gestão de resíduos.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>

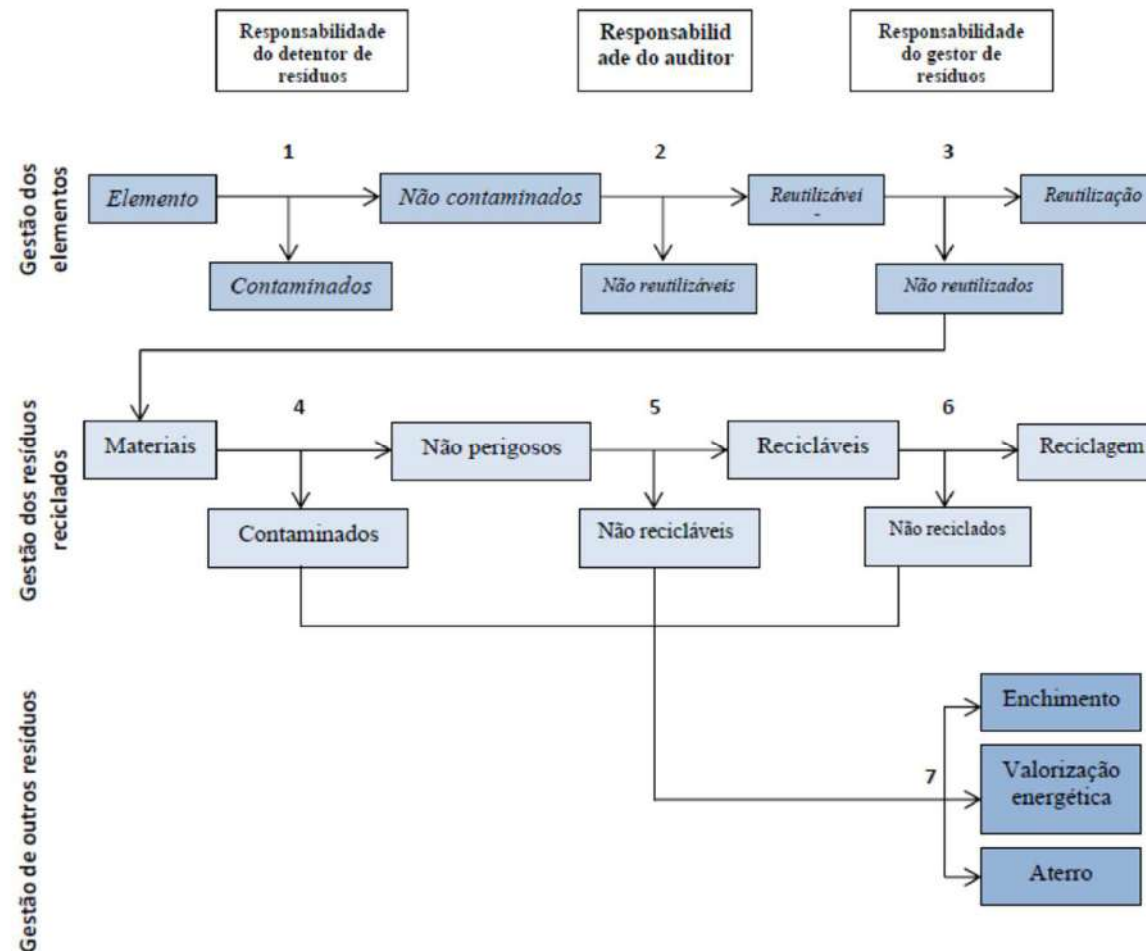


Esquema geral da auditoria aos resíduos



<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>

Processo de decisão na elaboração do inventário e das recomendações sobre gestão



<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>

Modelo recomendado para o inventário dos materiais

Teor recomendado. Avaliação pormenorizada.

EDIFÍCIO:

Piso:

Outras informações pertinentes:

Unidade de construção:									
Tipo de material	Identificação do material	Código do resíduo (CER e EURL)	Localização	Quantidade	Unidade	Vias de escoamento possíveis ¹	Via de escoamento recomendada ²	Precauções a tomar durante a fase de desconstrução ³	Fotografias e notas

¹ Reutilização; reciclagem; enchimento; valorização energética; eliminação.

² A via de escoamento recomendada deve ser identificada tendo em conta a hierarquia do tratamento de resíduos e as possibilidades nas imediações do local das obras.

³ Por exemplo: não deixar os perfis nas placas de estuque; remover com cuidado as tomadas elétricas, etc.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>

Modelo recomendado para o inventário dos elementos do edifício

EDIFÍCIO:

Piso:

Outras informações pertinentes:

Unidade de construção:

Elemento	Unidades	Localização	Reutilizável	Mercados possíveis	Quantidade	Identificação dos materiais e códigos dos resíduos	Precauções a tomar durante a fase de desconstrução	Fotografias e notas

Os materiais presentes nos diferentes elementos devem ser especificados utilizando os modelos fornecidos na secção 8.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>

Modelo recomendado para as recomendações sobre gestão de resíduos

EDIFÍCIO:

Piso:

Outras informações pertinentes:

Unidade de construção							
Tipo de material	Código do resíduo (CER e EURL)	Localização	Vias de escoamento possíveis ¹	Via de escoamento recomendada ²	Precauções a tomar durante a fase de desconstrução ³	Precauções de manuseamento	Condições legais de armazenagem/transporte/ tratamento

¹ Reutilização; reciclagem; enchimento; valorização energética; eliminação.

² A via de escoamento recomendada tem de ser identificada de acordo com a hierarquia do tratamento de resíduos e o potencial das imediações do local das obras.

³ Ex.: não deixar os perfis nas placas de estuque; remover com cuidado as tomadas elétricas, etc.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>



CLOSER

Close to Resources Recovery



Auditorias pré-demolição
Construir a desconstrução
 Pre-demolition audits
Built the Unbuild

Promotor



LABORATÓRIO NACIONAL
 DE ENGENHARIA CIVIL

Parceiros



- **Entidade financiadora (call):** EEA Grants Portugal (Small Grants Scheme #2 – Projetos para o desenvolvimento de standards no Setor da Construção que promovam a Economia Circular)
- **Data de candidatura:** 31/10/2019
- **Data de início:** 01/10/2020
- **Financiamento EEA Grants:** 50.000,00€
- **Financiamento Total:** 58 816,48 €

PORTO
 FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
 UNIVERSIDADE DO PORTO



Castorina Silva Vieira

AICCOPN - Jornadas da Inovação - novos produtos e soluções tecnológicas



CLOSER
Close to Resource Recovery

Inventário													
Inventário de Materiais/Elementos e Resíduos de Construção e Demolição (RCD)													
Material/Elemento	Código LER	Natureza do resíduos	Quantidade	Unidade	Fator de conversão	Quantidade estimada (kg)	Qualidade (condição)	Andar	Localização	Destino recomendado (auditor)	Precauções a tomar	Informações adicionais	Fotografia
betão	17 01 01	Inerte/Não perigoso	6.00	m3	2200	13200.0		2	Viga e coluna	Reciclagem fora da obra		Ensaio positivo	
madeira	17 02 01	Inerte/Não perigoso	20.00	m3	178	3560.0		2	cobertura	Recuperação como combustível para produção de energia			
vidro	17 02 02	Inerte/Não perigoso	3.00	m3	2500	7500.0		1	janelas	Preparação do material para reutilização fora da obra		Ensaio positivo	
plástico	17 02 03	Inerte/Não perigoso	20.00	m3	13	260.0		2	todo o prédio especialmente no porão	Reciclagem fora na obra			

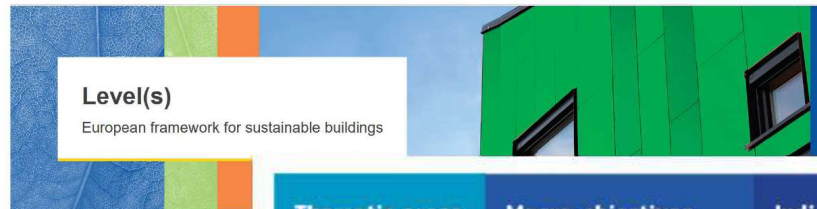


CLOSER
Close to Resources Recovery

Síntese da auditoria														Índice
Totais dos subcapítulos específicos				Subcapítulos específicos de material do RCD a serem relatados										
	Massa (kg)	Massa por unidade de área de construção (kg / m ²)	Fração	Betão, tijolo, ladrilhos, cerâmica	Madeira	Vidro	Plástico	Madeira, vidro, plástico perigosos	Misturas betuminosas	Metais	Materiais de isolamento	Gesso	Misturas	
Reutilização de elementos	7800	30	19.6%	0	0	0	0	0	0	7800	0	0	0	
Reutilização de materiais	11340	43.6	28.5%	3340	0	7500	0	0	0	0	0	0	0	
Reciclagem	13460	52	33.9%	13200	0	0	260	0	0	0	0	0	0	
Valorização de material (enchimento)	2462	10	6.3%	2491.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Recuperação de energia	3560	14	9.0%	0	3560	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eliminação	Total	1070	4	2.7%	0.0	0.0	0.0	0.0	800.0	0.0	0.0	270.0	0.0	0.0
	Não perigoso / inerte	0	0		0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Perigoso	1070	4.1		0.000	0.0	0.0	0.0	800.0	0.0	0.0	270.0	0.0	0.0
Total (kg)		39722	153	100.0%	19531.8	3560	7500	260	800	0	7800	270	0	0
Área de demolição(m ²)			250	Taxa de reutilização ★ ★ ★										
Massa de RCD por área de demolição (kg/m ²)			152.8											



- Ferramenta de avaliação e reporte do desempenho dos edifícios em termos de sustentabilidade
- Foi lançado em outubro de 2020 pela Comissão Europeia e faz parte das ações previstas no Novo Plano de Ação para a Economia Circular
- Ferramenta com indicadores e métricas comuns (para fazer face à existência de diferentes metodologias e critérios de avaliação da sustentabilidade de edifícios)



6 macro-objectivos

16 indicadores de desempenho

Thematic areas	Macro-objectives	Indicators			
Resource use and environmental performance	1. Greenhouse gas emissions along a building's life cycle	1.1 Use stage energy performance (kWh/m2/year)	1.2 Life cycle Global warming potential (CO2 eq./m2/year)		
	2. Resource efficient and circular material life cycles	2.1 Bill of quantities, materials and lifespans	2.2 Construction and demolition waste	2.3 Design for adaptability and renovation	2.4 Design for deconstruction
	3. Efficient use of water resources	3.1 Use stage water consumption (m3/occupant/year)			
Health and comfort	4. Healthy and comfortable spaces	4.1 Indoor air quality	4.2 Time out of thermal comfort range	4.3 Lighting	4.4 Acoustics
Cost, value and risk	5. Adaption and resilience to climate change	5.1 Life cycle tools: scenarios for projected future climatic conditions	5.2 Increased risk of extreme weather	5.3 Sustainable drainage	
	6. Optimised life cycle cost and value	6.1 Life cycle costs (€/m²/year)	6.2 Value creation and risk factors		

Use Level(s) at 3 different levels



Level 1

Concept stage/qualitative

Informação qualitativa sobre os RCD e o PGR

Level 2

Design and construction/quantitative

Estimativas dos RCD compiladas num inventário

Level 3

Reality/monitoring, including the handover to the client

Dados reais usados para validar as estimativas da fase de projeto

Indicador

RCD



Iceland
Liechtenstein
Norway grants

EDIFÍCIOS CIRCULARES

Ferramentas de suporte à conceção e construção de edifícios circulares

REPÚBLICA
PORTUGUESA
AMBIENTE E
AÇÃO CLIMÁTICA

PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

3drivers
engenharia
inovação
ambiente

PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Plataforma Tecnológica Portuguesa
de Construção



Castorina Silva Vieira

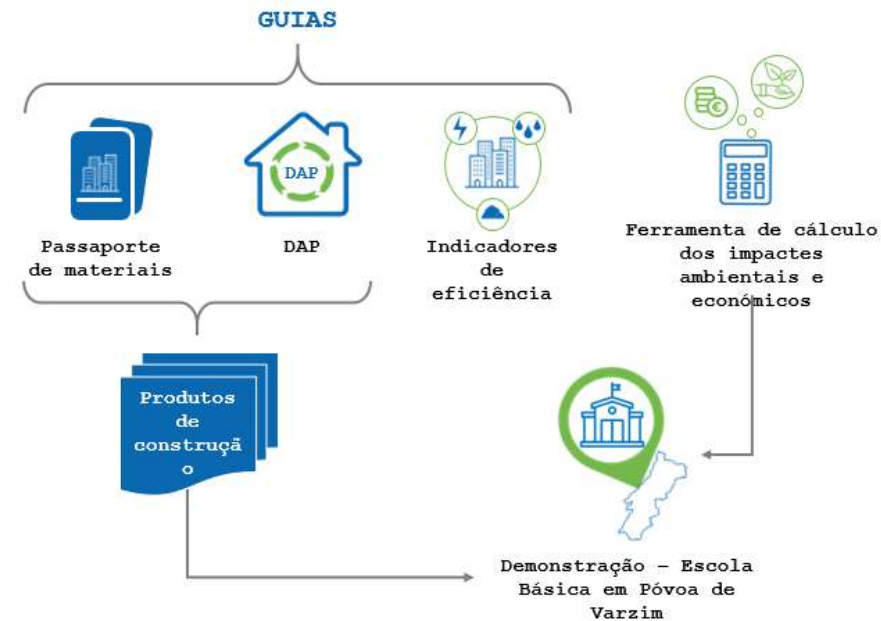
AICCOPN - Jornadas da Inovação - novos produtos e soluções tecnológicas

EDIFÍCIOS CIRCULARES

Resultados do projeto

Ferramentas de suporte à conceção e construção de edifícios circulares:

- Guia para criação de passaportes de materiais para edifícios
- Guia de boas práticas para promoção da circularidade nas DAP
- Guia de boas práticas para o cálculo de indicadores de eficiência de edifícios
- Ferramenta de cálculo dos impactes ambientais e económicos



<https://www.construcaocircular.pt/edificios>




[SOBRE O PROJETO](#)
[PROJETO DEMONSTRADOR](#)
[ENTIDADES ENVOLVIDAS](#)
[RECURSOS](#)
[CONTACTOS](#)

Br... de ca... e... o fim de vida dos produtos"

DELIVERABLES

Registe-se aqui para receber os seguintes Deliverables do Projeto:

Nome *

Primeiro Sobrenome

Email *

Telefone **Empresa**

Aceito ser contactado pelos parceiros do Projeto para follow-up da utilização dos deliverables.

☒ Sim ☐ Não

Aceito receber Newsletters dos parceiros do Projeto.

☐ Sim ☒ Não

Submeter

Financiado por:



Operador do programa:



Promotor:



Parceiros:







AICCOPN - Jornadas da Inovação - novos produtos e soluções tecnológicas

<https://cdwlongterm.wordpress.com/>



**Valorisation of Construction and Demolition
Wastes in geosynthetic reinforced structures.
Prediction of long-term behaviour**

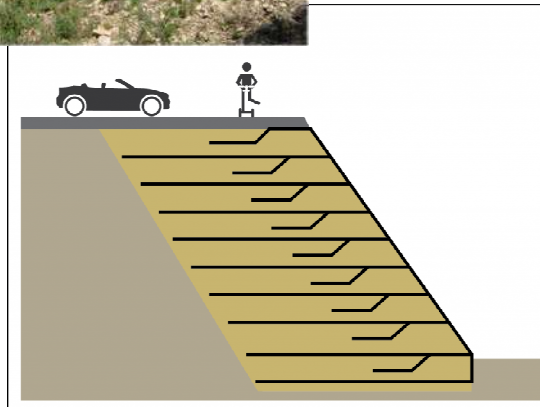
COMPETE 2020 **PORTUGAL 2020** **UNIÃO EUROPEIA** **FCT**
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Projeto de Investigação:

Valorização de Resíduos de Construção e Demolição em aterros reforçados com geossintéticos. Estudo do comportamento a longo prazo

(PTDC/ECI-EGC/30452/2017 - POCI-01-0145-FEDER-030452)

PI: Castorina Silva Vieira



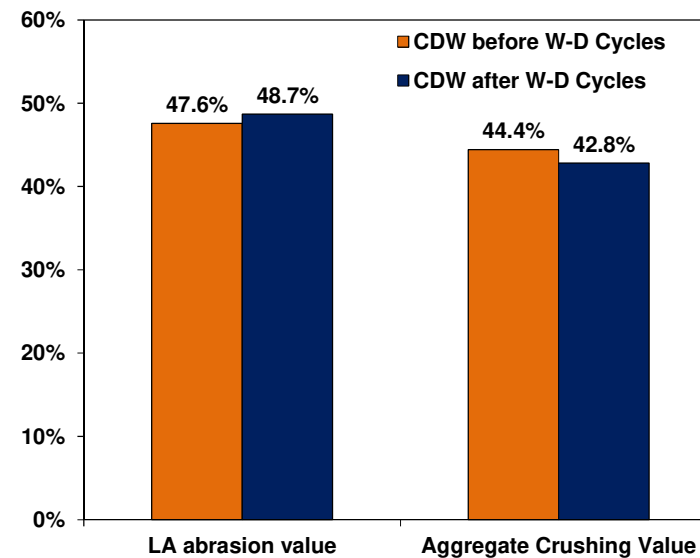
Projeto de Investigação:

Construção sustentável de pavimentos rodoviários utilizando agregados reciclados provenientes de RCD reforçados com geossintéticos

PI: Castorina Silva Vieira



Constituents	CDW
Unbound aggregates, natural stone, R_u (%)	35.8
Concrete and mortar, R_c (%)	31.9
Masonry, R_b (%)	20.7
Soil, R_s (%)	9.6
Bituminous materials, R_a (%)	0.7
Glass, R_g (%)	0.2
Others, X (%)	0.7
Floating particles, FL (cm^3/kg)	0.8



Projeto de Investigação/Tese de doutoramento:

Desenvolvimento de blocos de pavimentação utilizando um cimento híbrido e agregados reciclados

Estudante: Filipe Almeida



Cimento Portland + Cinzas volantes
(Ativação Alcalina)



Agregados reciclados
(50% de substituição dos agregados grossos)



Notas Finais

- Importância de uma colaboração efetiva e abrangente envolvendo investigadores, autoridades públicas, dono de obra, projetistas, empresas ...
 - CONSTRUCT/LEMC disponíveis para tentar responder às necessidades das empresas e projetistas
-
- ☐ A implementação da circularidade no setor da construção potenciará novos mercados
 - ☐ Mudança de mentalidade, porque os princípios da economia circular vão muito além da valorização de resíduos e da utilização de materiais de construção ecológicos.

Notas Finais

- ❑ É fundamental promover o aumento da **reutilização de materiais e componentes** e **reduzir a produção de resíduos**.
- ❑ Importância da **demolição seletiva**, que garanta níveis elevados de reutilização de componentes e agregados reciclados de melhor qualidade.
- ❑ Importância de guias de boas práticas e recomendações que permitam alcançar um **ambiente construído mais sustentável**
- ❑ Códigos e regulamentos que permitam aos projetistas optar pela reutilização de materiais e componentes
- ❑ **Tecnologias inovadoras**, tais como inteligência artificial e internet das coisas, que permitam uma melhor identificação, classificação e reprocessamento

Quais são os verdadeiros obstáculos a um sector da construção “mais circular”?



Muito obrigada

cvieira@fe.up.pt