

# Dietista da Construção

Para uma redução sustentada do carbono incorporado

**José Dinis Silvestre**  
jose.silvestre@tecnico.ulisboa.pt



<https://positivecycle.pt>

**AECycle**  
[www.aecycle.pt](http://www.aecycle.pt)



# Índice

**01. Appetite da Construção por carbono**

*Slide 5*

---

**02. Receitas transversais e setoriais**

*Slide 7*

---

**03. Remédios e restrições**

*Slide 10*

---

**04. Plano dietético**

*Slide 12*

---



# 01. **Apetite da Construção por carbono**

# 01. Apetite da Construção por carbono

## Apresentação

- Formação de base em **Engenharia Civil**
- **Docente** de Sustentabilidade da Construção e de Sistemas de Gestão Ambiental



- Coordenador de **grupo de investigação**



<https://positivecycle.pt>

- **Founder e partner**



- Experiência na **avaliação do desempenho ambiental** de materiais de construção de mais de **30 fabricantes nacionais**



# 01. Appetite da Construção por carbono

## Impactes do Ambiente Construído Europeu

- 50% de todos os materiais extraídos
- O consumo mundial de areia aumentou 25 % entre 2019 e 2022
- Até 2060, o uso de matérias-primas mais que duplicará, sendo 1/3 associado a este setor



- ~ 40% das emissões de GEE relacionadas com consumo energético
- Indústria da Construção portuguesa: ~ 13% emissões de GEE



# 01. Appetite da Construção por carbono

## Os vários “Carbonos”

- Aquecimento Global
- Captura de carbono
- Carbono
- Carbono incorporado
- **Descarbonização**
- Dióxido de carbono
- Gases de efeito estufa (GEE; GHG – Greenhouse gases)
- Pegada de carbono
- Potencial de Aquecimento Global (PAG; GWP – Global Warming Potential)



## **02.** Receitas transversais e setoriais



## 02. Receitas transversais e setoriais

### “Dietista” da Construção

- Conseguir o mesmo **desempenho** (calorias) reduzindo a incorporação de **carbono** (açúcar ou sal) nos **materiais de construção** (alimentos)
- Usar **matérias-primas ou materiais** (ingredientes ou alimentos) de **menor pegada de carbono** (menos açúcar) ou **reduzir o carbono incorporado** nos materiais tradicionais
- **Racionalização** da produção e **otimização das composições** (dieta)
- Foco em produtos fundamentais à construção: **carpintaria, betão pronto, produtos de betão, argamassas e misturas betuminosas**



# 02. Receitas transversais e setoriais

## Medir o nível

Do “berço ao berço” (from “cradle-to-cradle”)															
Do “berço ao portão” (from “cradle-to-gate”)			Do “portão ao túmulo” (from “gate-to-grave”)												
Do “Berço ao túmulo” (from “cradle-to-grave”)															
Etapa de produto (A1-A3)			Etapa do processo de construção (A4-A5)		Etapa de utilização: elementos construtivos e exploração do edifício (B1-B7)						Etapa de fim de vida (C1-C4)			Módulo D - Benefícios e cargas além das fronteiras do sistema	
EXTRAÇÃO E PROCESSAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS	TRANSPORTE	PRODUÇÃO	TRANSPORTE	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E INSTALAÇÃO	UTILIZAÇÃO	MANUTENÇÃO	REPARAÇÃO	SUBSTITUIÇÃO	REABILITAÇÃO	USO DE ENERGIA	USO DE ÁGUA	DEMOLIÇÃO	TRANSPORTE	PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS	ELIMINAÇÃO FINAL
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
Avaliação do Ciclo de vida normalizadas a nível de produto															

Avaliação do Ciclo de Vida (ambiental) da construção – fases normalizadas a nível Europeu (EN 15804:2012+A2:2019)



# 02. Receitas transversais e setoriais

## Medir o nível

Módulos	Etapa de produto (A1-A3)		Etapa de construção (A4-A5)	Etapa de uso (B1-B7)	Etapa de fim-de-vida (C1-C4)	Benefícios e cargas além das fronteiras do sistema (D)
	Produção de matérias-primas (A1)	Manufatura do produto (A3)				
Tipo de processo	Processos a montante	Processos sobre os quais o produtor tem influência	Processos a jusante			
Tipo de dados	Dados genéricos ou DAP	Dados médios ou dados específicos da produção	Dados genéricos			



Resíduos por tipo

	A	B	C
1	janeiro	100	2
2	fevereiro	150	3
3	março	200	4
4	abril	250	5
5	maio	300	6
6	junho	350	7
7	julho	400	8
8	agosto	450	9
9	setembro	500	10
10	outubro	550	11
11	novembro	600	12
12	dezembro	650	13

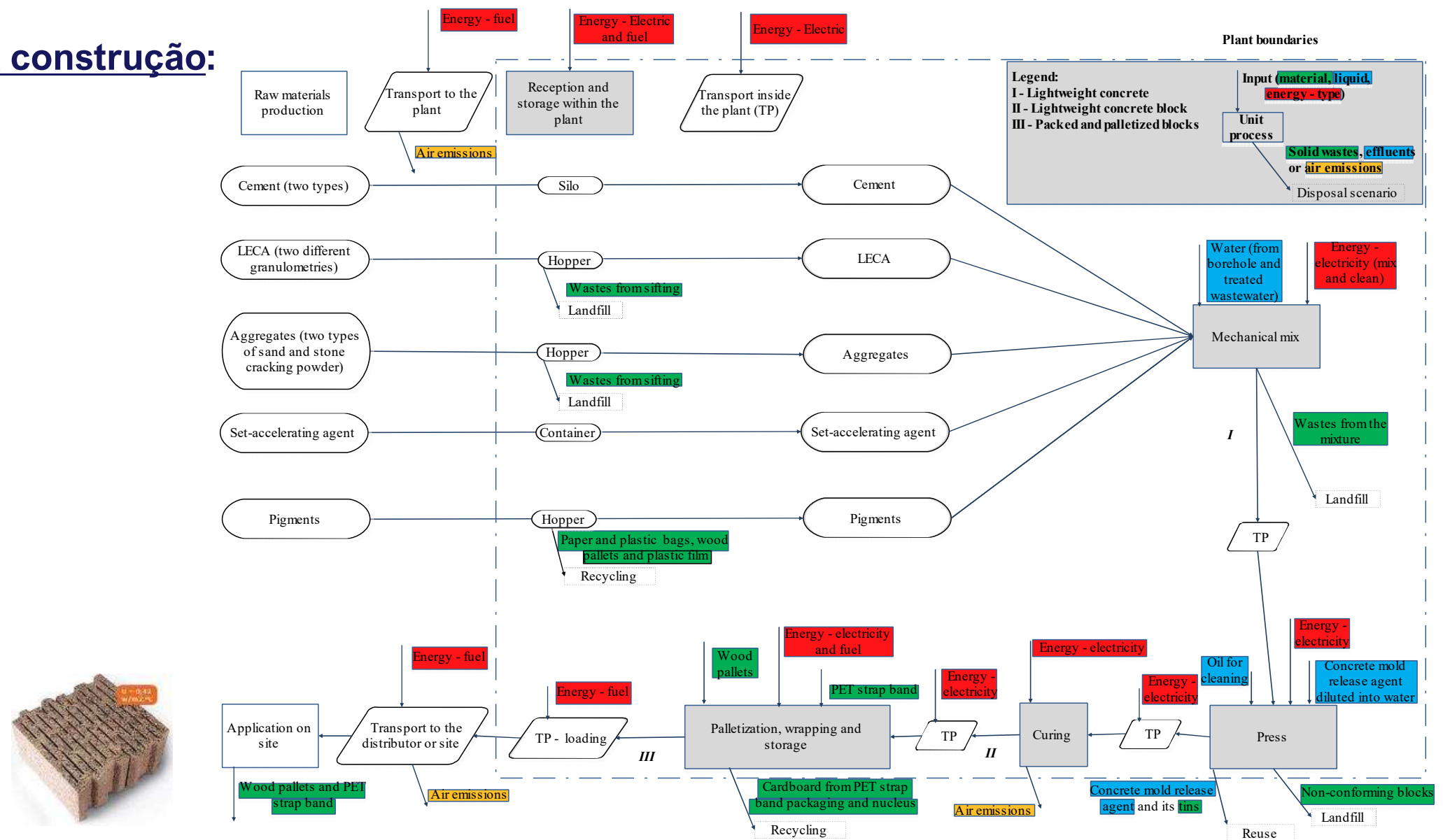


Consumo de eletricidade

# 02. Receitas transversais e setoriais

## Medir o nível

### Produtos de betão para a construção: bloco de betão leve



## 02. Receitas transversais e setoriais

### Medir o nível: Carpintaria

Tese de Doutoramento em Engenharia Civil (Universidade de Coimbra - 2022)

– **André Dias**

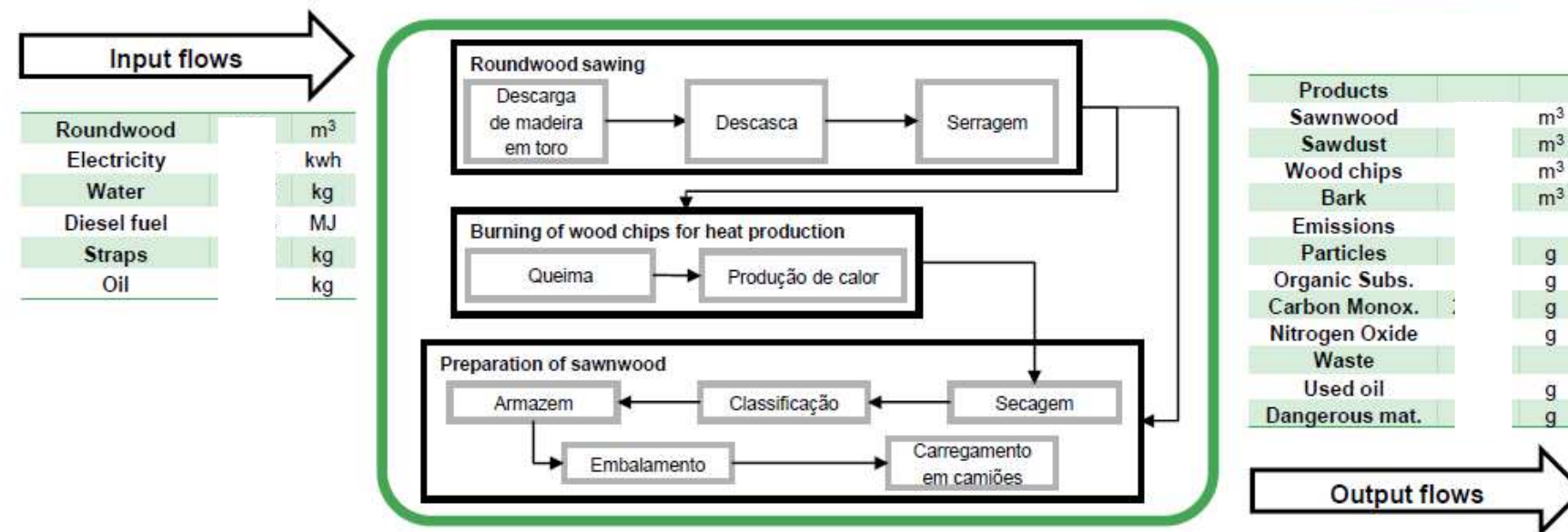
- Life Cycle Assessment of *Wood Structures: a cradle-to-grave perspective*



#### Inventory Analysis Structural products



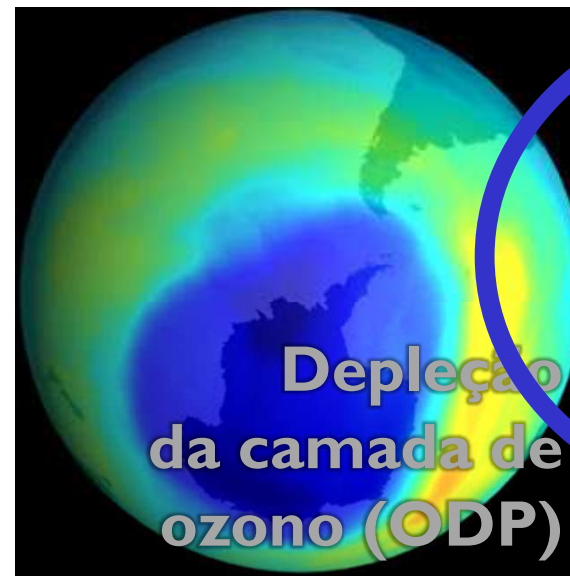
Process: Pinheiro-Bravo roundwood sawing



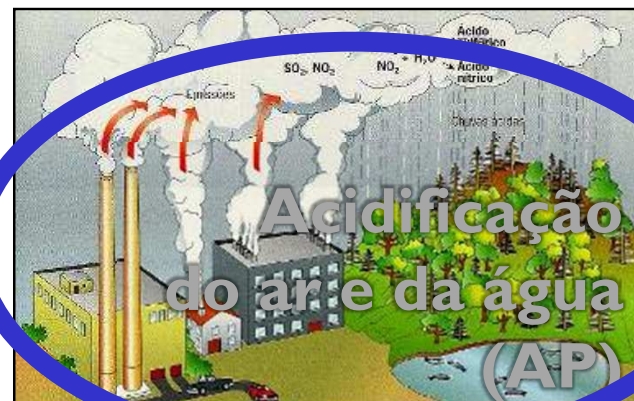


## 02. Receitas transversais e setoriais

Medir o nível



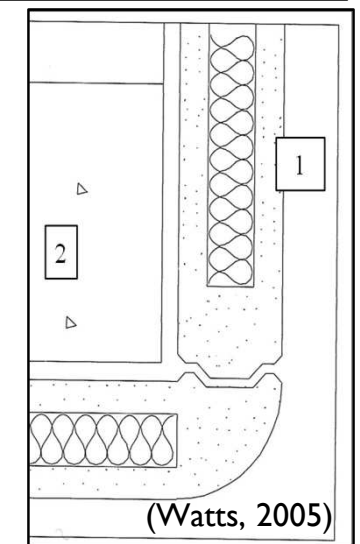
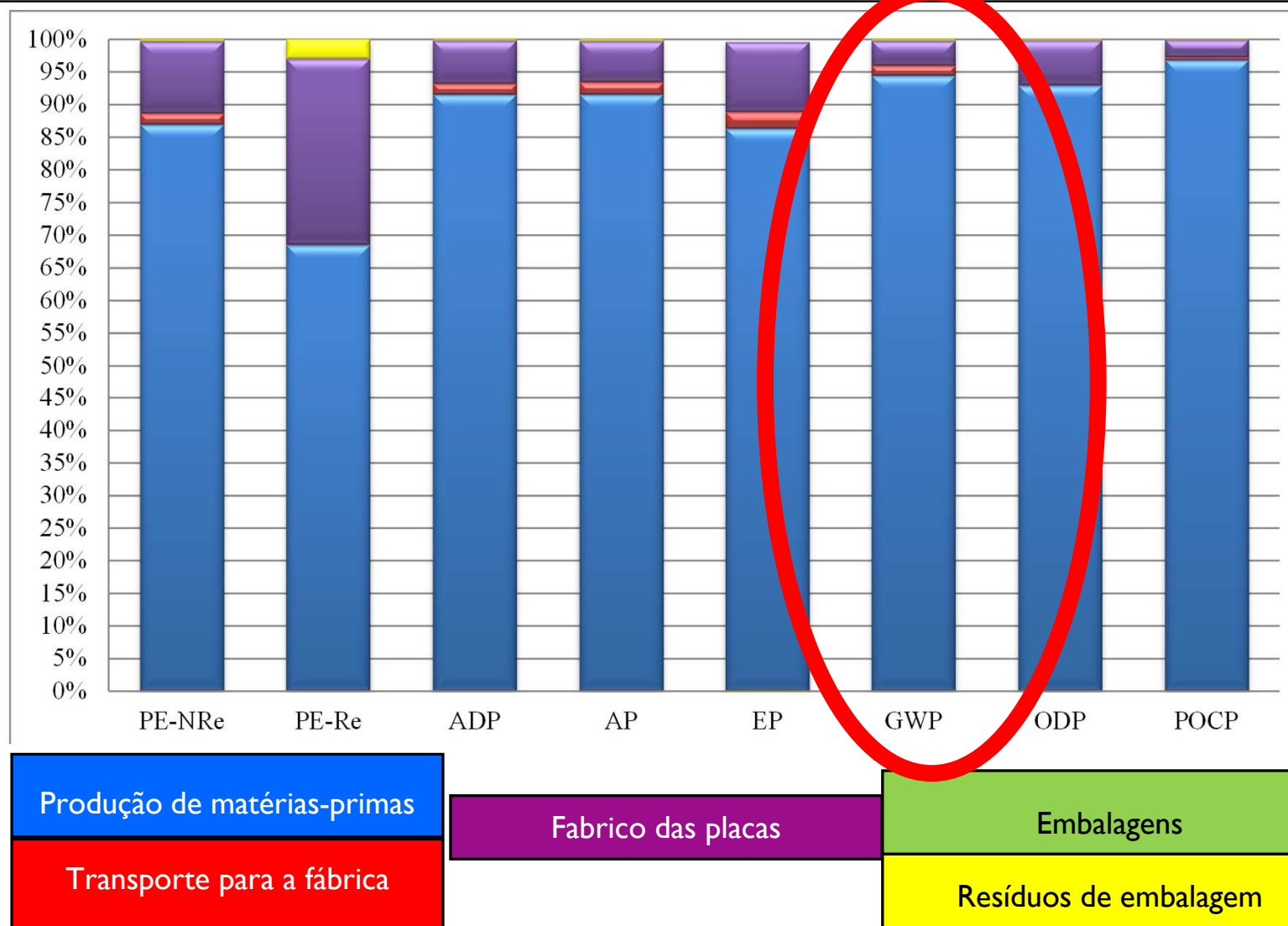
6 das 8 categorias principais de impactos ambientais



## 02. Receitas transversais e setoriais

### Medir o nível

**Produtos de betão para a construção: Impactes ambientais da produção de um painel de GFRC**



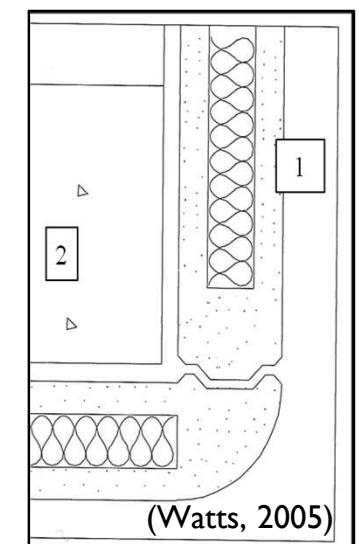
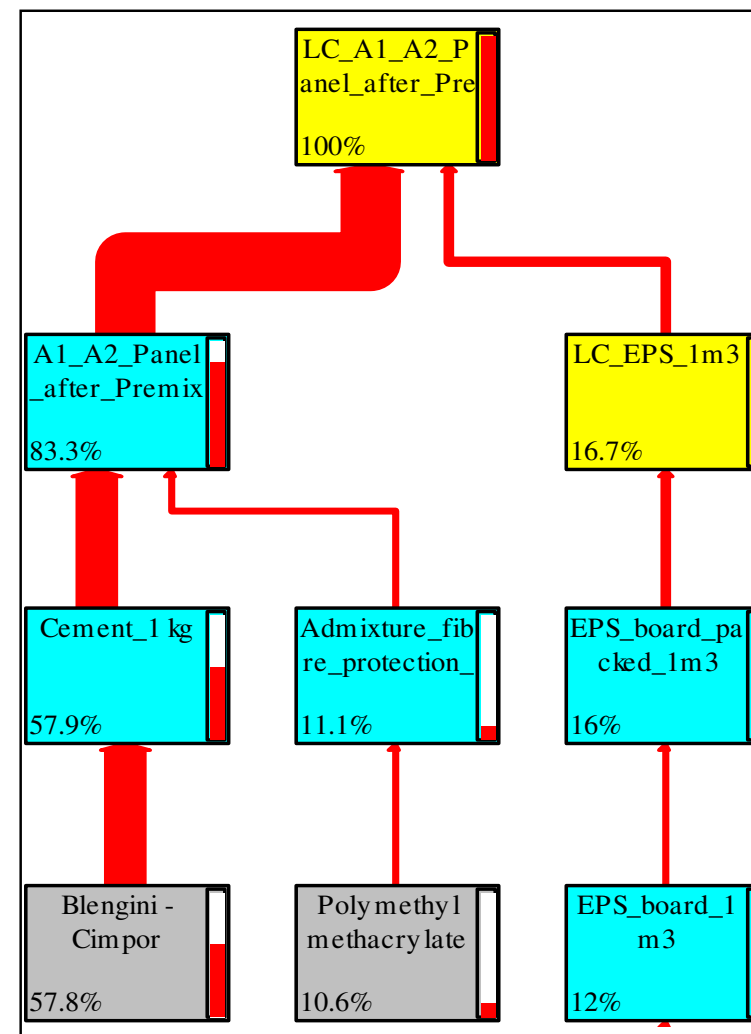


# 02. Receitas transversais e setoriais

## Medir o nível

**Produtos de betão para a construção: Impactes ambientais da produção de um painel de GFRC**

*Contribuição de A1-A2 para GWP*



# 02. Receitas transversais e setoriais

## Medir o nível

Fase do ciclo de vida	Fase de produto (A1-A3)
Medidas de melhoria	<ul style="list-style-type: none"><li>- redução das <b>emissões gasosas</b></li><li>- substituição de <b>matérias-primas</b> ou do seu transporte</li><li>- <b>atualização tecnológica</b></li><li>- otimização e eletrificação do <b>consumo de energia</b></li><li>- otimização do <b>consumo de recursos</b> (ex.: embalagem)</li><li>- redução, reutilização ou reciclagem dos <b>resíduos</b> produzidos</li></ul>



## 02. Receitas transversais e setoriais

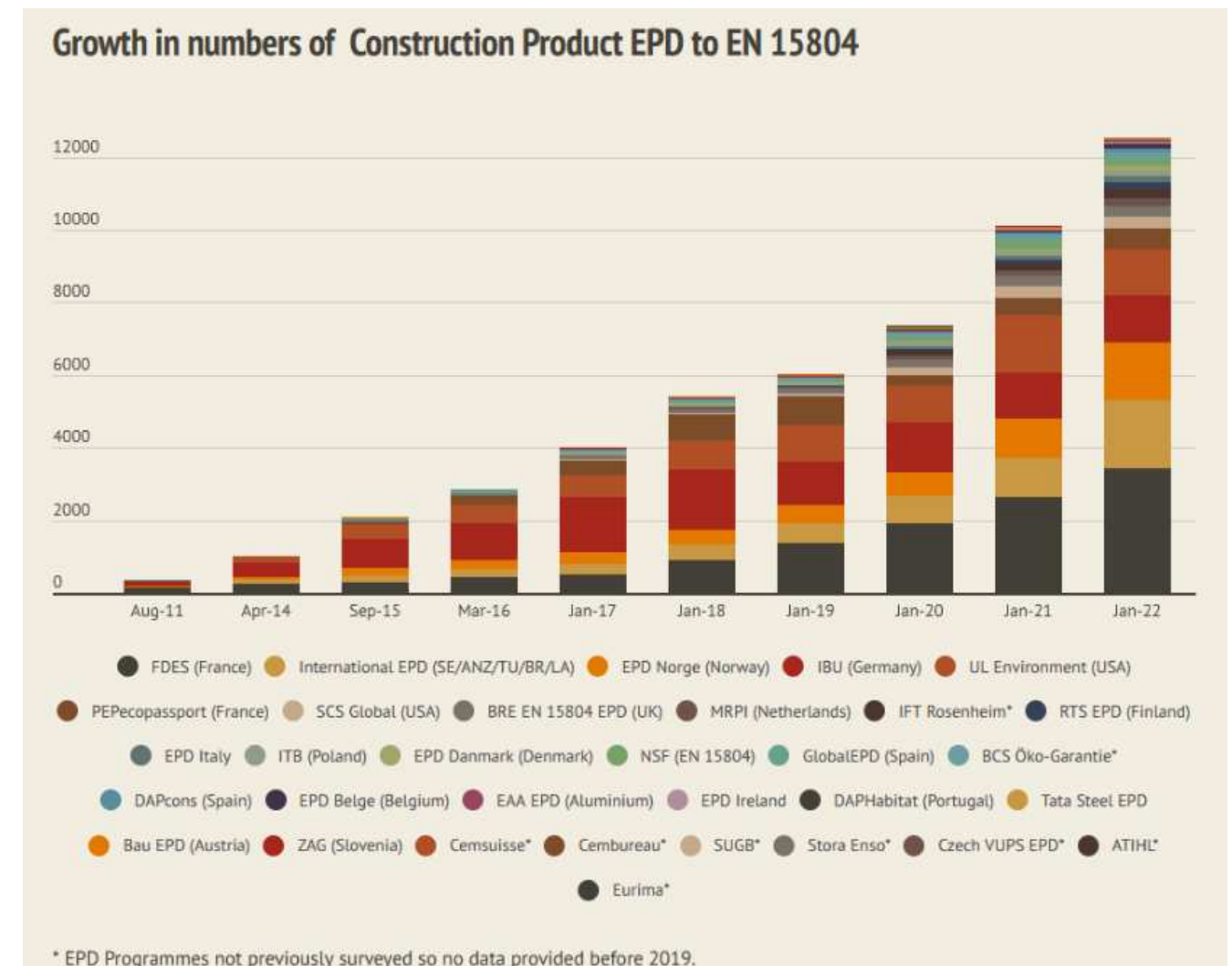
### Medir o nível

**Declarações ambientais do Tipo III** - Declarações ambientais de produto (*Environmental Product Declaration* - EPD) baseadas em estudos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

- Baseada num estudo de **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)**
- Descreve o desempenho ambiental do produto, mas não o qualifica (não há níveis de referência pré-estabelecidos)
- Identifica oportunidades de **melhoria ambiental** na produção
- Sujeita a verificação / certificação por um terceiro
- Vocacionada para **comunicação entre empresas**
- Utilização voluntária, aplicável a todos os **produtos ou serviços** a nível internacional

## 02. Receitas transversais e setoriais

### Medir o nível



Fonte: Jane Anderson (constructioncas-2022-guide-to-epd)



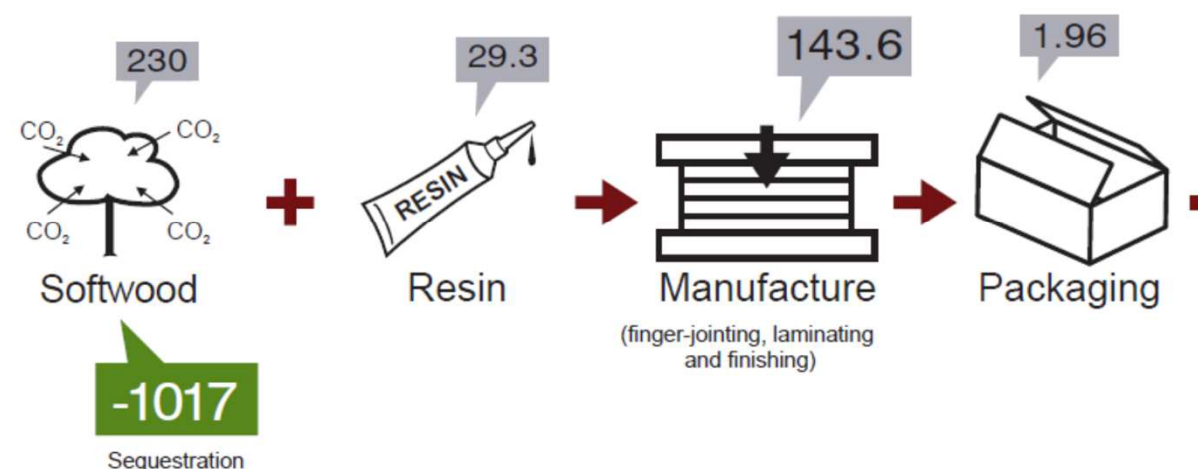
## 02. Receitas transversais e setoriais

### Medir o nível: Carpintaria

#### Understanding the Life Cycle of Glulam

#### Life cycle of Softwood glulam

Life cycle carbon footprint in kg CO<sub>2</sub>-equivalent per m<sup>3</sup> of softwood glued-laminated timber (12% moisture content), including biogenic and fossil carbon



Where... Grey = environmental impact Green = impact avoided in next product system (credit)

\* While carbon is not released directly through recycling, it is passed to another product system and is therefore counted as being released

As florestas geridas de forma sustentável produzem árvores que podem absorver CO<sub>2</sub> em grandes quantidades (1 m<sub>3</sub> de madeira armazena uma tonelada de CO<sub>2</sub>) e converte CO<sub>2</sub> em oxigénio.

Glue-laminated timber (Glulam) panels, beams and columns: search in <https://www.environdec.com/EPD-Search>; Type of product: Glued Laminated Timber (Glulam)



## 02. Receitas transversais e setoriais

### Metas globais de redução de emissões de GEE<sup>1</sup>

#### **European Green Deal** (Pacto Ecológico Europeu)

- Pelo menos **55%** até **2030** (face a 1990)
- **Net zero** até **2050**

#### **Lei de Bases do Clima** (Lei n.º 98/2021)\*

- Pelo menos **55%** até **2030** (face a 2005)
- Pelo menos **65 a 75%** até **2040** (face a 2005)
- Pelo menos **90%** até **2050** (face a 2005)

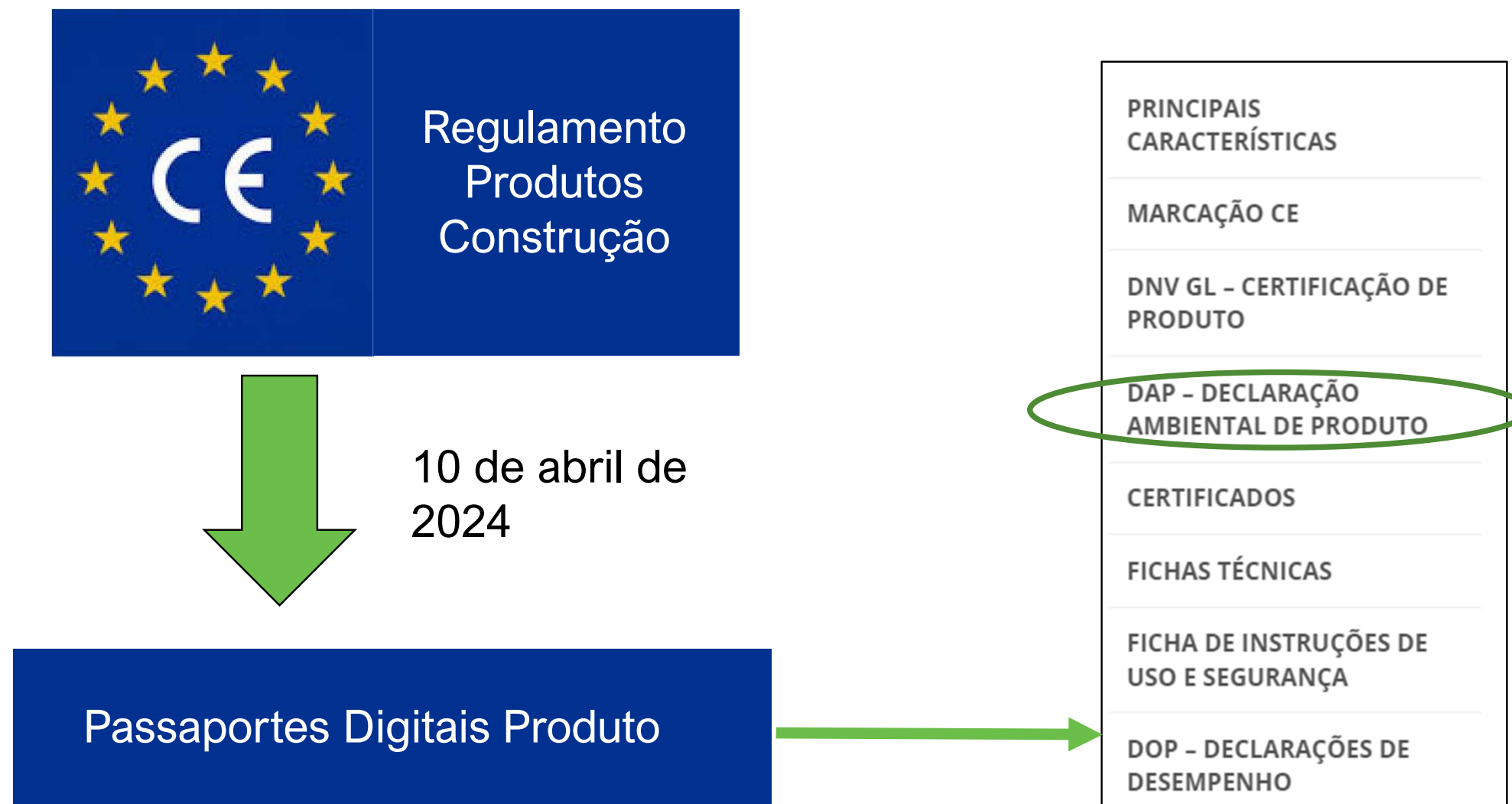
\* Sem considerar o uso do solo e florestas

<sup>1</sup> Segundo o NIR de 2022, os GEE referem-se a emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogénio (NF<sub>3</sub>). Os GEE indiretos, monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogénio (NO<sub>x</sub>) e compostos orgânicos voláteis não metano (NMVOCs) também estão incluídos.



## 02. Receitas transversais e setoriais

### Revisão do Regulamento dos Produtos da Construção e o Passaporte Digital de Produto



## 02. Receitas transversais e setoriais

### Revisão do Regulamento dos Produtos da Construção e o Passaporte Digital de Produto

- **Declaração** do indicador de impacto ambiental GWP a partir de **janeiro de 2026** (*não estando definido um processo de verificação dos mesmos, o sistema de verificação por terceira parte usado nas DAP é o mais similar ao que está previsto implementar*)
- **Atos Delegados** em desenvolvimento, a serem publicados até **final de 2026**
- Obrigação de **deter um PDP em 2028**
- **Declaração** dos '**core impact indicators**' (função dos Atos Delegados) **em 2029**
- **Declaração de todos os indicadores de impacto ambiental em 2031**

#### ANNEX II

##### PREDETERMINED ENVIRONMENTAL ESSENTIAL CHARACTERISTICS

Harmonised technical specifications *and European assessment documents shall* cover the following *list of predetermined environmental* essential characteristics related to *the* life cycle assessment *of a product*:

- (a) climate change effects – *total*;
- (b) climate change effects – *fossil fuels*;
- (c) climate change effects – *biogenic*;
- (d) climate change effects – *land use and land use change*;
- (e) ozone depletion;
- (f) acidification potential;
- (g) eutrophication aquatic freshwater;
- (h) eutrophication aquatic marine;
- (i) eutrophication terrestrial;
- (j) photochemical ozone;
- (k) abiotic depletion – *minerals, metals*;

## 02. Receitas transversais e setoriais

### Revisão da Diretiva Europeia de Eficiência Energética de Edifícios (EPBD)

**Descarbonização:** novo requisito para o cálculo do **potencial de aquecimento global** de todo o ciclo de vida dos novos edifícios, a ser incluído nos certificados:

- a partir de **2028**, para todos os novos edifícios com uma área útil superior a 1000 metros quadrados;
- a partir de **2030**, para todos os novos edifícios.





## 02. Receitas transversais e setoriais

### **ESG** (Environmental, Social, Governance)

- Quadro que **avalia a consciência colectiva de uma empresa relativamente a factores sociais e ambientais, cruciais nas decisões de negócio e de investimento;**
- **(Environmental) Aspeto ambiental:** Foco em práticas de construção sustentável, uso eficiente de recursos e minimização de pegadas ambientais. Conjunto de **indicadores** que define e demonstra o valor de uma empresa com base no seu **comportamento ambiental** (expresso, pelo menos, em termos de **GHG**);
- **Responsabilidade Social:** Envolvimento da comunidade, práticas laborais justas e criação de infra-estruturas inclusivas e seguras;
- **Governança em engenharia civil:** Conduta empresarial ética, transparência, conformidade com os regulamentos e envolvimento das partes interessadas.



## 02. Receitas transversais e setoriais

### **ESG** (Environmental, Social, Governance) - Protocolo GHG e âmbitos de aplicação

O Protocolo de Gases com Efeito de Estufa (GHG protocolo) é um quadro para a quantificação e gestão das emissões de gases com efeito de estufa. Tem três âmbitos:

**Âmbito 1 (Scope 1): Emissões directas** de fontes próprias ou controladas.

Ex.: Emissões de máquinas de construção e processos no local.

**Âmbito 2 (Scope 2): Emissões indirectas** da produção de energia comprada.

Ex.: Consumo de energia dos edifícios e infra-estruturas.

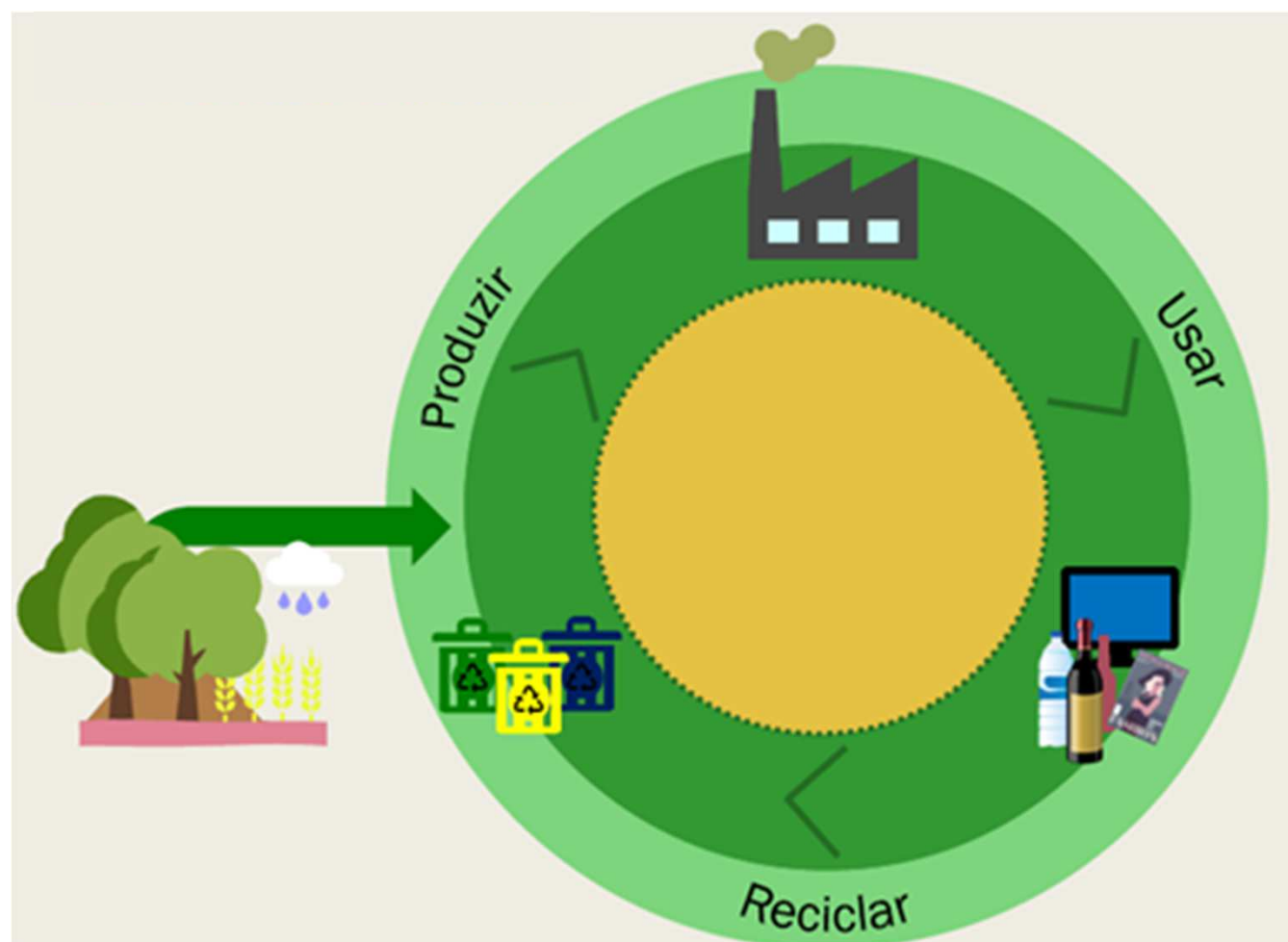
**Âmbito 3 (Scope 3): Todas as outras emissões indirectas** que ocorrem na cadeia de valor de uma empresa ou entidade.

Ex.: Emissões associadas à produção de materiais, transporte e eliminação de resíduos.

## **03.** Remédios e restrições

## 03. Remédios e restrições

### Economia circular

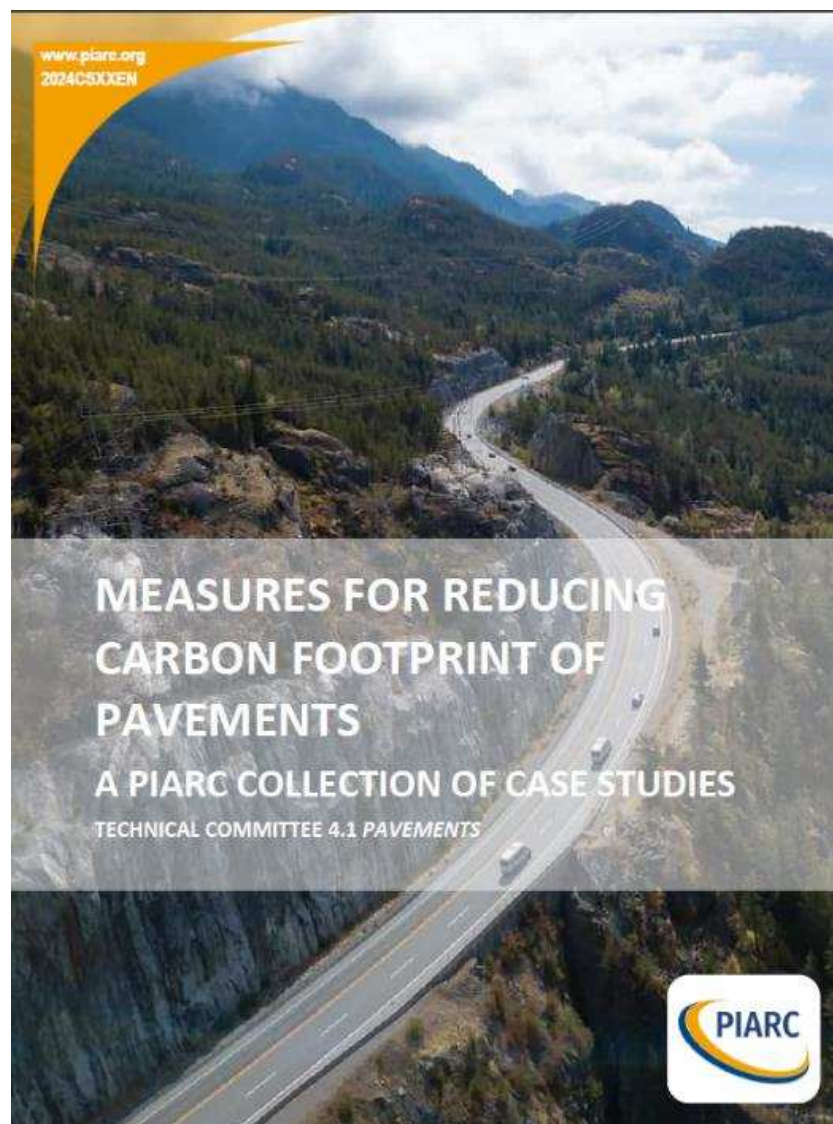


**Contratação de empreitadas públicas de construção e de manutenção:** utilização de, pelo menos, **10% de materiais reciclados, ou que incorporem materiais reciclados, certificados, relativamente à quantidade total de matérias-primas usadas em obra; obrigação destes materiais serem certificados por entidades competentes (Decreto-Lei nº 102-D/2020).**

# 03. Remédios e restrições

## Economia circular: Misturas betuminosas

TECHNOLOGY FOR LOW CARBON FOOTPRINT ROAD PAVEMENTS - A CASE STUDY  
BASED ON THE A6 MOTORWAY PAVEMENT REHABILITATION IN PORTUGAL



Lisboa, 30 de outubro de 2025

Table 3.5.1 summarizes the information regarding the temperatures used in laboratory, to produce the bituminous mixtures.

Temperatures	HMA (PMB)	WMA (PMB)	WMA-RAP (PMB)
Aggregates Temperature (°C)	170	150	160
Bitumen Temperature (°C)	175	175	175
Mixture Temperature(°C)	165	150	150
Mixing time (s)	300	300	2400 <sup>1</sup> +300

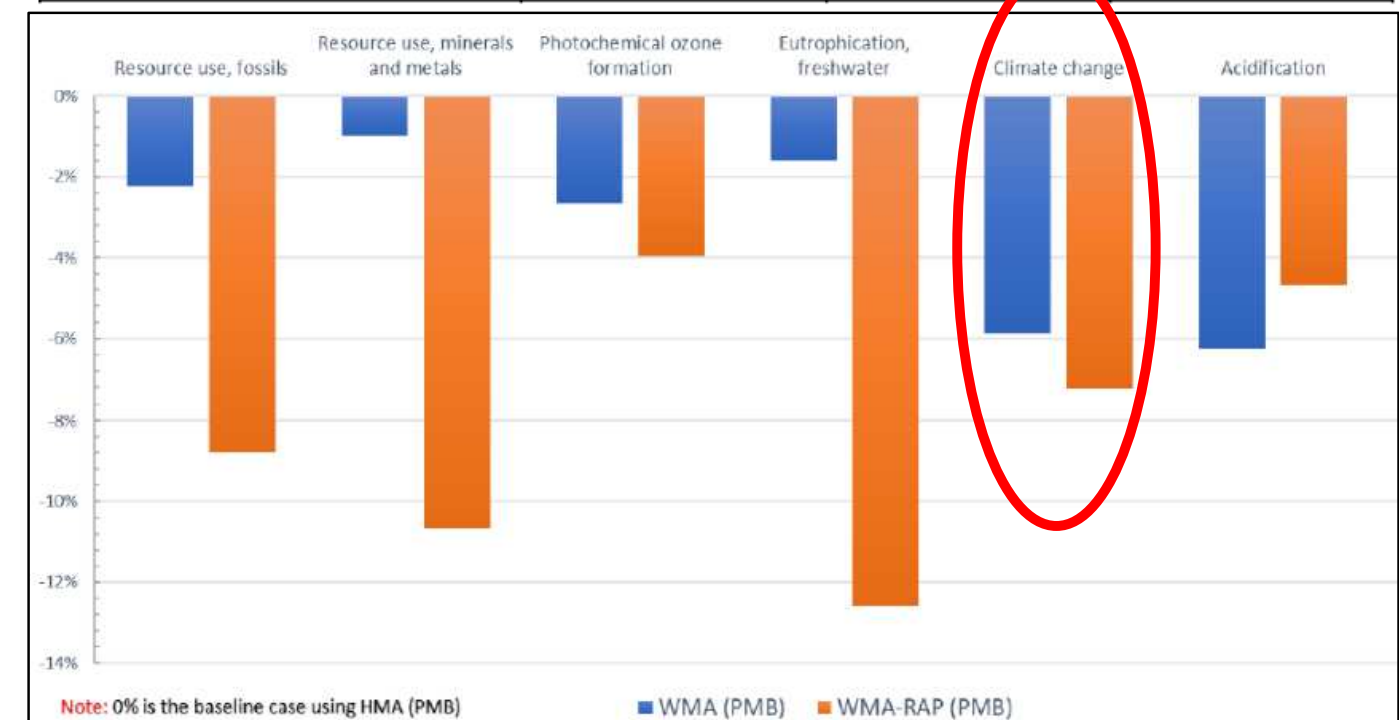


Figure 3.5.4: Comparison of LCA results of the bituminous mixtures with the baseline case using HMA (PMB)

J. D. **Silvestre**: *Dietista da Construção - para uma redução sustentada do carbono incorporado*

28/46



# 03. Remédios e restrições

## Economia circular: Betão pronto



[https://cirmat.pt/en\\_GB](https://cirmat.pt/en_GB)

### Passaportes de circularidade

#### Passaporte de Circularidade

**Caraterização do produto**

**Imagem do produto**

**Empresa**  
S5555

**Local**  
S5555

**Identificação do produto**  
Betão estrutural C30/37 - média ponderada das 23 misturas em Amargosa (46%) e 29 em porta de Moe (54%). Linhas decimais: 1 m³.

**QR-Code de DAP**  
S5555

**Data**  
05/02/2025

**Versão e referência**  
V01.00

**Principais caraterísticas circulares**

**MECI GWP-total**  
0,3

**Conteúdo circular**

0,15% Reutilizado  
0,06% Reciclado  
0,15% Virgem  
83,19% Transformado

**Vida útil**  
+ 50 anos

#### Materials & Compliance

**Descrição geral**  
Betão estrutural composto por cimento CEM II/A-42,5 R, agregado contínuo (brita 0, brita 2 e brita de areia 0,5), areia grossa e fina, aditivo traço de agregado granular residual de betão (sem cimento, água, aditivos e adjuvantes) produzidos, produzidos e não produzidos. Não contém SVHC acima de 0,1% (m/m).

**Aplicações**  
Elementos estruturais de edifícios e outras estruturas de betão (fundações, pilares, vigas, lajes).

**Marcação CE** NA **Outros requisitos** NPEN206

#### Propriedades Físicas e Químicas

**Composição**

Identificação	% (m/m)
Faixa 1	S5555
Faixa 2	S5555
Agregado residual	S5555
Areia grossa	S5555
Areia fina	S5555
CEM II/A-42,5 R	S5555
Tubo residual	S5555
Tubo residual	S5555

**Caraterísticas dimensionais**  
Não aplicável (produto homogêneo) (massa volumétrica média de 2.392 kg/m³).

**Desempenho**

Caraterísticas	Valor
Classe de resistência à compressão	C30/37
Classe de absorção	XC3-XXC4
Classe de durabilidade (coeficiente de difusão)	3

#### Caraterísticas Circulares

**Conteúdo Circular**

0,15% Reutilizado  
0,06% Reciclado  
0,15% Virgem  
83,19% Transformado

**Vida útil esperada**  
Tem base dependente do momento do projeto. Para classes de sustentabilidade AC3084 e AC3084, o conteúdo circular é baseado no conteúdo do projeto de 100 metros, 50 anos.

**Manutenção**  
Não aplicável ao produto no ponto, manutenção a função do elemento estrutural, o momento e do projeto.

**Desmontagem**  
Com a separação elementar de betão pronto para reutilização ou separar betão de a estrutura para reciclagem do aço e do betão.

**Cenário de descarte**  
Os cenários de descarte incluem descarte não recuperado com a reciclagem e a reciclagem, sendo que o atual situa-se a deposição em aterro.

**Material and Environmental Circularity Indicator (MECI) (0-1): GWP-total**  
0,3

**Referências:**

**Responsável pelo preenchimento:**

**Nota:** Este Passaporte de Circularidade resulta do estudo de Avaliação do Ciclo de Vida efetuado ao projeto de desenvolvimento e construção de uma estrutura sustentável ao Q1-2025.

**MECI** = 
$$\frac{3 - \left( \frac{GWP_{Alameda}}{GWP_{total}} \right) - \left( \frac{GWP_{C30/37} + GWP_{XC3-XXC4}}{GWP_{total}} \right) - \left( \frac{GWP_{3}}{GWP_{total}} \right)}{3} \times \left( \frac{15 \text{ anos} - 15 \text{ anos}}{15 \text{ anos}} \right)$$
 per kg of material

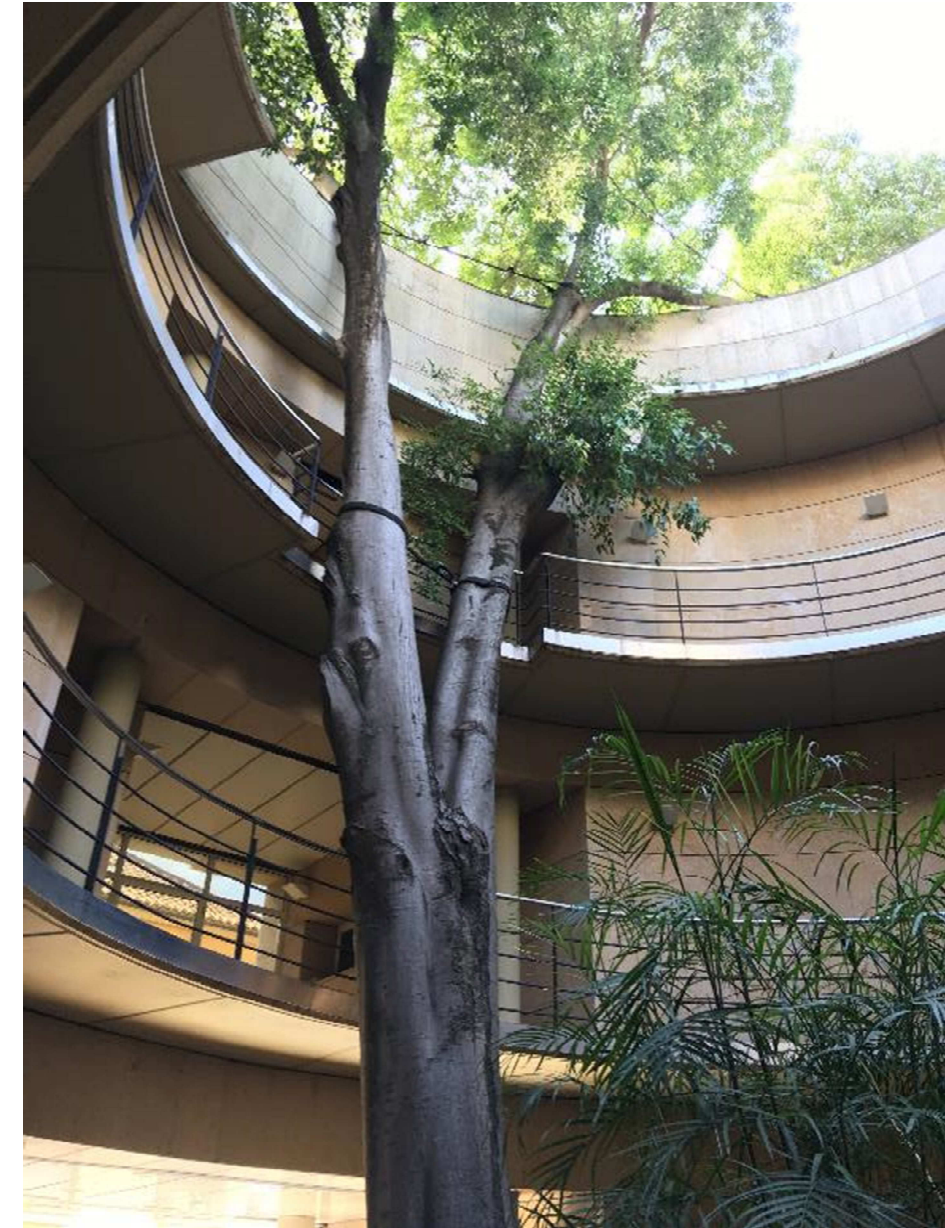
GWP<sub>total</sub> = soma da produção do material (GWP<sub>material</sub>) mais a produção do material (GWP<sub>material</sub>) de conteúdo reciclado, menos o conteúdo do resíduo (GWP<sub>resíduo</sub>). GWP<sub>total</sub> = soma do conteúdo de eliminação em aterro, incluindo tratamento (GWP<sub>tratamento</sub>) e conteúdo de eliminação com máxima carga ambiental por aterro (incluindo GWP<sub>tratamento</sub> e GWP<sub>tratamento</sub>). GWP<sub>material</sub> = GWP<sub>material</sub> (incluindo tratamento) relativo ao resíduo, soma da eliminação de aterro (incluindo tratamento) e GWP<sub>tratamento</sub> (incluindo tratamento) e GWP<sub>tratamento</sub> (incluindo tratamento) e GWP<sub>tratamento</sub> (incluindo tratamento).

Lisboa, 30 de outubro de 2025

J. D. **Silvestre: Dietista da Construção** - para uma redução sustentada do carbono incorporado

## 03. Remédios e restrições

- Obstáculos tecnológicos, económicos e comportamentais
- Limitações técnicas
- Regulamentação





# 03. Remédios e restrições

## Economia circular

Prevenção e redução

Preparação para a reutilização

Reciclagem

Outros tipos de  
valorização (ex.:  
energética)

Eliminação

Circular Economy in High-Rise Timber Building Design:  
Structural System Strategies for Material Reuse and Waste  
Minimization

Emma Marie Paulien Vancoppenolle  
MSc in Civil Engineering

Supervisors:  
Prof. José Dinis Silvestre  
MSc. Arq. Elzbieta Jadwiga Hamadyk

Case study: Brock Commons Tallwood House in Vancouver, Canada

- DfR → unique identifier to each mass timber component (quality-assurance, quality-control tracking, on-site measurement) → important data (MP)



# 03. Remédios e restrições

Economia circular

Prevenção e redução

Preparação para a reutilização

Reciclagem

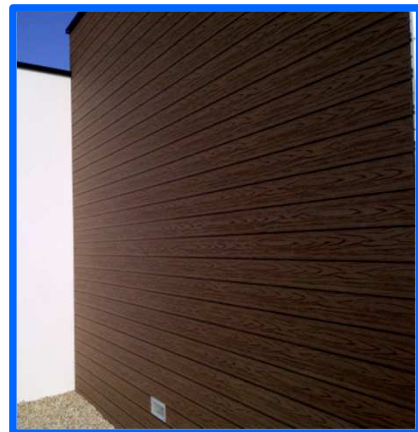
Outros tipos de valorização (ex.: energética)

Eliminação

Argamassas

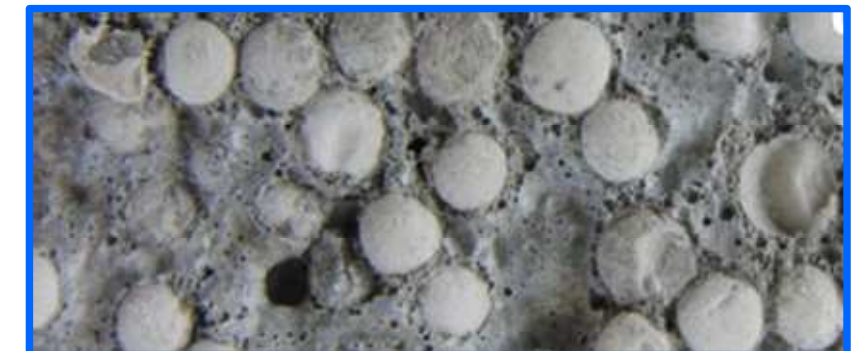


Carpintaria: materiais e soluções construtivas passíveis de serem reutilizados ou, pelo menos, recicláveis, após a desconstrução



[www.lilleheden.dk/Files/Files/Produkter/CLT/EPD%20-%20CLT%20by%20Stora%20Enso%202017.pdf](http://www.lilleheden.dk/Files/Files/Produkter/CLT/EPD%20-%20CLT%20by%20Stora%20Enso%202017.pdf)

Betão pronto



Parameters describing environmental impacts		Global warming potential	Parameters describing environmental impacts		Global warming potential
		GWP kg CO <sub>2</sub> -eq			GWP kg CO <sub>2</sub> -eq
Product stage	A1-A3	-671 *	<b>Recycling 100%</b>		
			De-construction	C1	0.551
			Transport	C2	2.37
			Waste processing	C3	735
			Disposal	C4	0
			Recycling potential	D	-744
<b>Reuse 100%</b>			<b>Incineration 100%</b>		
De-construction	C1	0.551	De-construction	C1	0.551
Transport	C2	2.37	Transport	C2	2.37
Waste processing	C3	731	Waste processing	C3	735
Disposal	C4	0	Disposal	C4	16.3
Re-use potential	D	-787.8	Recovery potential	D	-413

Lisboa, 30 de outubro de 2025

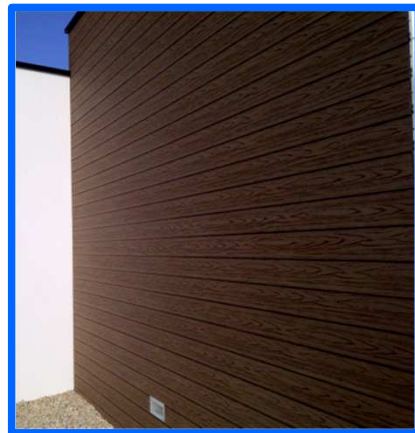
J. D. **Silvestre**: *Dietista da Construção - para uma redução sustentada do carbono incorporado*

32/46

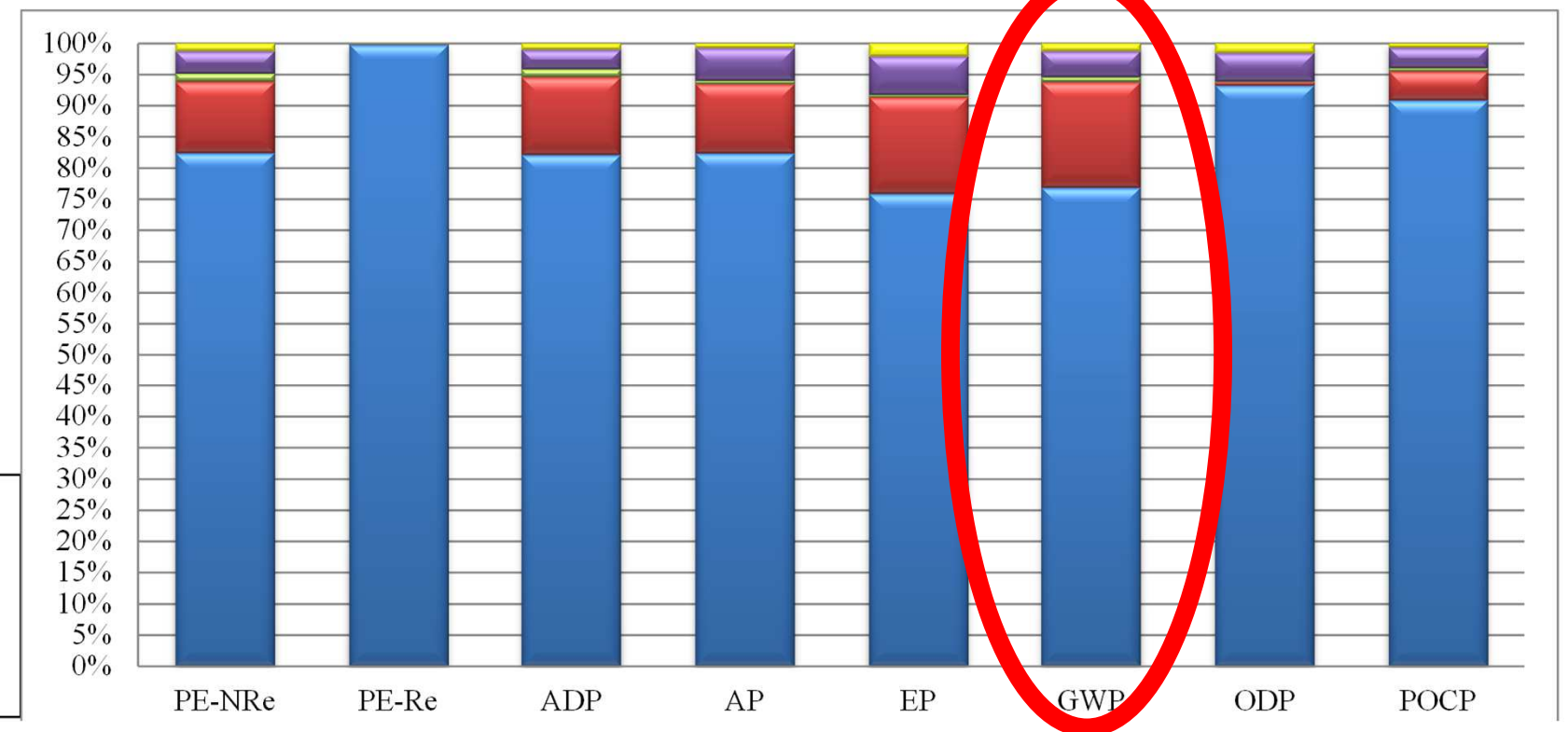


# 03. Remédios e restrições

## Economia circular: Carpintaria



**Impactes ambientais da produção de réguas extrudidas de madeira-plástico**  
(Wood-Plastic Composite - WPC)



# 03. Remédios e restrições

## Economia circular

Prevenção e redução

Preparação para a reutilização

Reciclagem

Outros tipos de  
valorização (ex.:  
energética)

Eliminação

PhD thesis (2017) - *Rawaz Saleem Kurda*

• *Sustainable development of cement-based materials: Application to recycled aggregates concrete* - Civil Engineering.



Betão pronto



### Produtos de betão para a construção:

materiais e soluções construtivas  
passíveis de serem reutilizados ou, pelo  
menos, recicláveis, após a desconstrução



J. D. **Silvestre**: *Dietista da Construção* - para uma  
redução sustentada do carbono incorporado



# 03. Remédios e restrições

## Economia circular

Prevenção e redução

Preparação para a reutilização

Reciclagem

Outros tipos de  
valorização (ex.:  
energética)

Eliminação

Betão pronto

Betão armado inovador com:

- água do mar;
- varões de polímero reforçado com fibra de vidro;
- agregados reciclados.

Utilização de cinza volante de biomassa como substituição parcial do cimento para impressão 3D sustentável



## 04. Plano dietético



# 04. Plano dietético

## Conhecer o nosso percentil: Carpintaria

Tese de Doutoramento em Engenharia Civil (Universidade de Coimbra - 2022)

– **André Dias**

• *Life Cycle Assessment of **Wood Structures**: a cradle-to-grave perspective*



Lisboa, 30 de outubro de 2025

J. D. **Silvestre: Dietista da Construção** - para uma  
redução sustentada do carbono incorporado

37/46

# 04. Plano dietético

## Conhecer o nosso percentil e agir: Betão pronto

### Fichas de Eco-design



[https://cirmat.pt/en\\_GB](https://cirmat.pt/en_GB)

### Ficha de Eco-Design

**Caraterização do produto**

Empresa: **XXXX**

Local: **XXXX**

Identificação do produto: **Betão pronto**

Data: **01/01/2025**

Versão e referência: **V01.00**

**Imagem do produto**

**QR-Code da DAP**

**Desempenho atual**

GWP, total	Água doce	Custo
1000 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	60 €/m <sup>3</sup>

**Potencial de redução da medida de melhoria com maior impacto**

GWP, total	Água doce	Custo
-20%	-10%	-4%

**Unidade declarada ou funcional**: 1 m<sup>3</sup> A+B+C+D+E

**Vida útil esperada**: 50 anos

**Limites do sistema**: A+B+C+D+E

### Eco-Design (A1 – A3)

**Económico**

**Identificação dos principais pontos-chaves**

Designação de medida de melhoria	Custo
Substituição de cimento por cimento sustentável	XXXX
Redução da quantidade de cimento	XXXX
Redução da quantidade de agregado	XXXX

**Proposta de medidas de melhoria**

1. Substituição de cimento por cimento sustentável

2. Redução da quantidade de cimento

3. Redução da quantidade de agregado

**Análise de sensibilidade às medidas de melhoria**

Medida em análise	Potencial de redução de custos
Substituição de cimento por cimento sustentável	-4%
Redução da quantidade de cimento	-2%

### Materiais & Compliance

**Empresa**

**Local**

**Descrição geral**

**Aplicações**

**Marcação CE**

**Outros requisitos**

### Benchmarking

**Ambiental**

**Caraterização de produtos similares (S) e concorrentes (C)**

Identificação	GWP, kg	Água, m <sup>3</sup>	Preço
SE 1 - Betão pronto	1000	100	60
SE 2 - Betão pronto	1000	100	60

**Comparação normalizada com o produto em estudo**

**Referências**

**Responsável pelo preenchimento**

### Eco-Design (A1 – A3)

**Ambiental**

**Principais categorias de impacto associadas**

Impactos por emissões	Deslocação de recursos
GWP, kg	ADP, kg

**Identificação dos principais pontos-chaves**

Categoria de impacto	Emissões	Contribuição principal	Contribuição secundária
GWP, kg	XXXX	XXXX	XXXX
ADP, kg	XXXX	XXXX	XXXX
ADP, m <sup>3</sup>	XXXX	XXXX	XXXX
Água doce	XXXX	XXXX	XXXX

**Proposta de medidas de melhoria**

1. Substituição de cimento por cimento sustentável

2. Redução da quantidade de cimento

3. Redução da quantidade de agregado

**Análise de sensibilidade às medidas de melhoria**

Medida em análise	GWP, kg	Água, m <sup>3</sup>	ADP, kg	ADP, m <sup>3</sup>	Água doce
Substituição de cimento	-4%	-4%	-1%	-1%	-1%
Redução da quantidade de cimento	-2%	-2%	-1%	-1%	-1%
Redução da quantidade de agregado	-2%	-2%	-1%	-1%	-1%

**Benchmarking**

**Económico**

**Caraterização de produtos similares (S) e concorrentes (C)**

Identificação	Preço
SE 1 - Betão pronto	60
SE 2 - Betão pronto	60

**Comparação com o produto em estudo**

**Referências**

**Responsável pelo preenchimento**

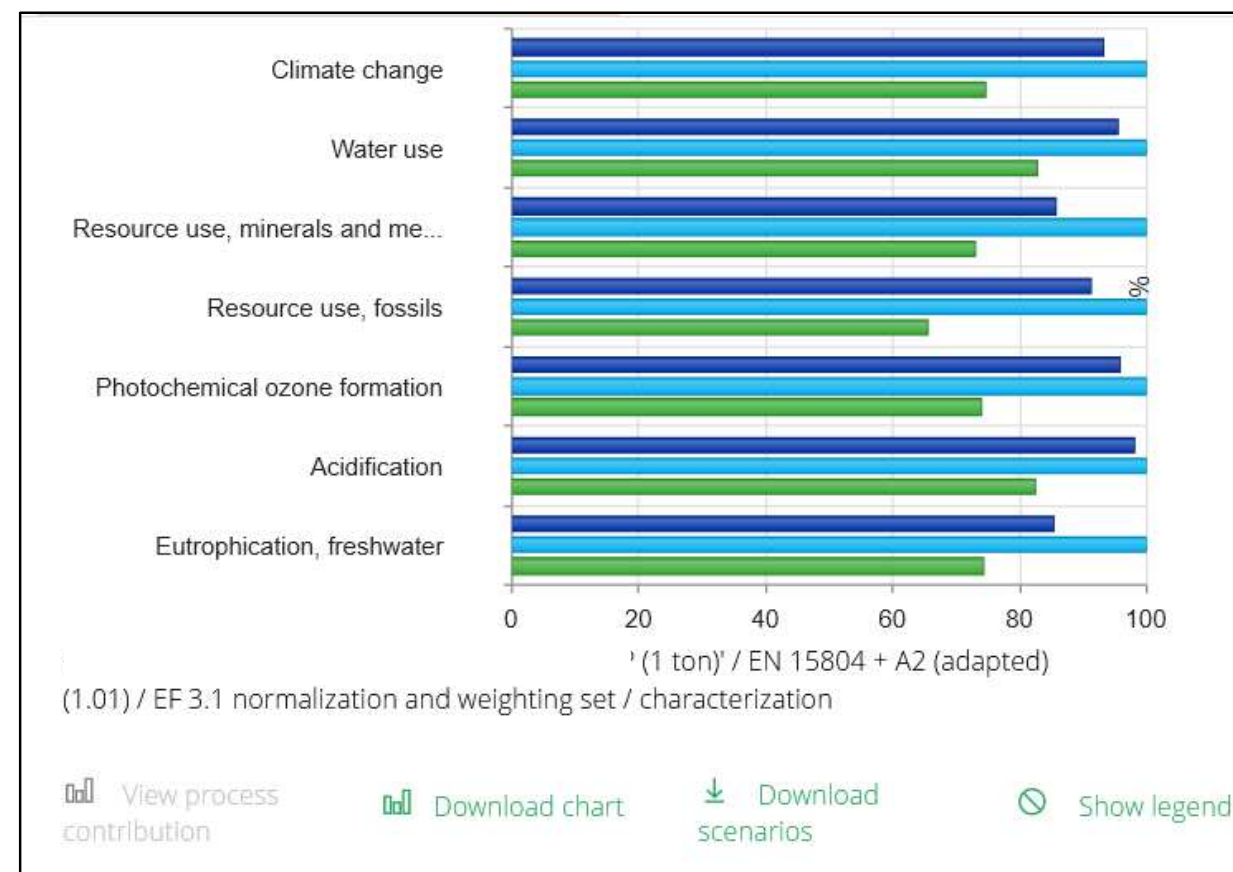
J. D. Silvestre: **Dietista da Construção** - para uma redução sustentada do carbono incorporado

# 04. Plano dietético

Conhecer o nosso percentil e simular

App de Eco-design: Misturas betuminosas

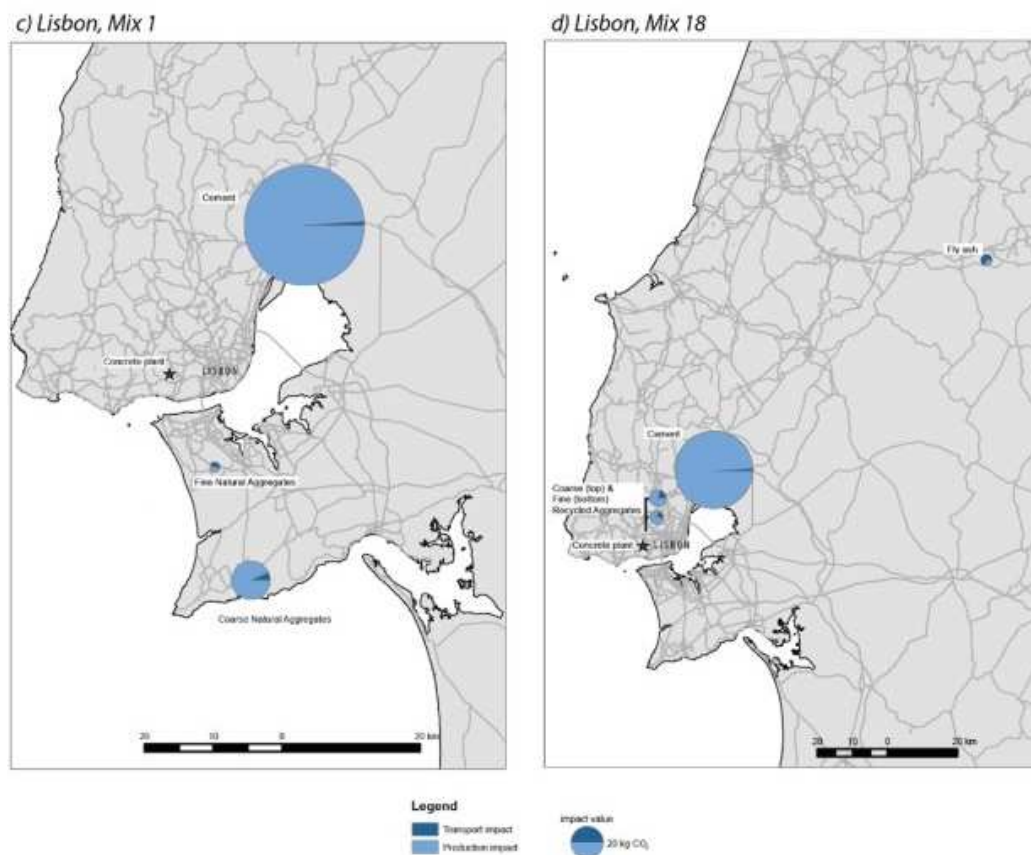
Default values for hotspots.	Enter description
Matérias-primas	Matérias-primas
ag06 (baseline)	4RAPag06 (baseline)
ag412 (baseline)	4RAPag412 (baseline)
ag1016 (baseline)	4RAPag1016 (baseline)
t (baseline)	Pbet (baseline)
iller (baseline)	RAPFiller (baseline)
RAP (baseline)	PRAP (baseline)
Aquec (baseline)	4RAPAquec (baseline)





# 04. Plano dietético

## Antecipar o diagnóstico: Betão pronto



Pegada de carbono das amassaduras mais sustentáveis de cada central



### PhD thesis (2020) – Verena Göswein

#### • Dynamic Assessment of Building Stocks – Material Selection at the Urban Scale.

- Göswein, V., Gonçalves, A. Silvestre, J. D., Freire, F., Habert, G., Kurda, R. (2018). **Transportation matters - does it? GIS-based comparative environmental assessment of concrete mixes with cement, fly ash, natural and recycled aggregates.** *Resources, Conservation & Recycling*, 137, pp. 1-10.



Lisboa, 30 de outubro de 2025

J. D. **Silvestre: Dietista da Construção** - para uma redução sustentada do carbono incorporado

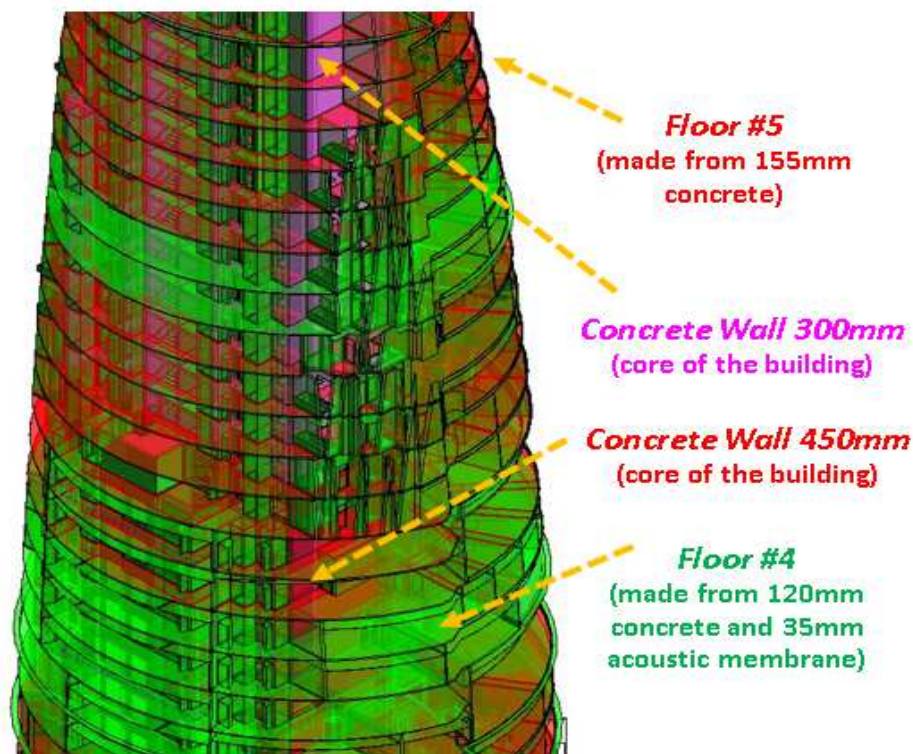
40/46



# 04. Plano dietético

Antecipar o diagnóstico: Betão pronto

(a) Global Warming Potential



martLCA

BIM-BASED LCA

Flat roof benchmark

Factor rank: GWP

Show cost parameter: ☐

All	Inaccessible traditional	Inaccessible inverted	Accessible Traditional	Accessible inverted	Vehicle-accessible inverted					
k	Structural element	Screed	Insulation material	Insulation thermal conductivity (W/m.°C)	Insulation thickness (mm)	Waterproofing	Exterior protection	PE-Nre	ADPE	GWP
	Selected roof									0.837
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	Plasticized PVC	Self-protection	2710	0.072	226
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	APP/SBS + geotextile	Geotextile + paving slabs	2840	0.0632	226
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	Plasticized PVC + geotextile	Roller pebble	2730	0.072	227
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	TPO	Geotextile + paving slabs	2690	0.0782	227
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	APP/SBS	Self-protection (schist)	3160	0.0632	229
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	TPO	Self-protection (aluminium + polyester)	2900	0.0857	229
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	Plasticized PVC	Self-protection	2820	0.143	230
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	APP/SBS + geotextile	Roller pebble	3180	0.0632	230
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	TPO + geotextile	Roller pebble	2920	0.0857	230
	Concrete slab	S2	EPS200	0.033	80	BE under APP/SBS	Roller pebble + geotextile	3050	0.0632	230
	Concrete slab	S2	EPS200	0.033	80	TPO	Roller pebble + geotextile	2840	0.0782	230
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	Acrylic + geotextile	No protection	2880	0.0632	230
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	APP/SBS + geotextile	Geotextile + paving slabs	2950	0.134	230
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	Plasticized PVC + geotextile	Roller pebble	2830	0.143	231
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	TPO	Geotextile + paving slabs	2800	0.149	231
	Concrete slab	S2	XPS	0.036	80	BE under APP/SBS	Roller pebble + geotextile	3010	0.17	232
	Concrete slab	S2	XPS	0.036	80	TPO	Roller pebble + geotextile	2810	0.185	232
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	APP/SBS	Self-protection (schist)	3270	0.134	233
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	TPO	Self-protection (aluminium + polyester)	3010	0.157	233
	Concrete slab	S2	EPS200	0.033	80	PVC	Roller pebble + geotextile	2890	0.072	233
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	Acrylic + geotextile	No protection	2990	0.134	233
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	APP/SBS + geotextile	Roller pebble	3290	0.134	234
	Concrete slab	S2+BPV	EPS	0.036	80	TPO + geotextile	Roller pebble	3030	0.157	234
	Concrete slab	S2	EPS200	0.033	80	EPDM	Roller pebble + geotextile	2920	0.0683	234
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	EPDM	No protection	3020	0.0709	236
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	Butyl rubber + geotextile	Roller pebble	3370	0.0633	236
	Concrete slab	S2	XPS	0.036	80	PVC	Roller pebble + geotextile	2860	0.178	236
	Concrete slab	S2+BPV	MW	0.035	80	EPDM + geotextile	Roller pebble	3030	0.0709	237
	Concrete slab	S2	XPS	0.036	80	EPDM	Roller pebble + geotextile	2880	0.175	237

Filter:

Mean values:

PE-Nre: 4334.912 | ADPE: 0.080 | GWP: 335.268 | POCP: 0.115 | AP: 1.190 | EP: 0.156 | U-Value: 0.298 | Cost: 122.272

Change roof

PhD thesis in Civil Engineering at Vrije Universiteit Brussel and at IST  
(2019) – Rúben Santos

• Integration of LCA and LCC with BIM for the environmental and economic assessment of buildings.



# 04. Plano dietético

## Receitas à medida: Betão pronto

### DAP de projeto

Sistema DAPHabitat  
www.daphabitat.pt

DECLARAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTO  
[de acordo com ISO 14025, EN 15804:2012+A2:2019 e EN 15942]

  
Número de registo: DAP 00X:2023

  
ECO EPD registration number: 0000xxxx

**Betão com agregados grossos reciclados de betão**

DATA DE EMISSÃO: XX/XX/2023    VÁLIDA ATÉ: XX/XX/2028

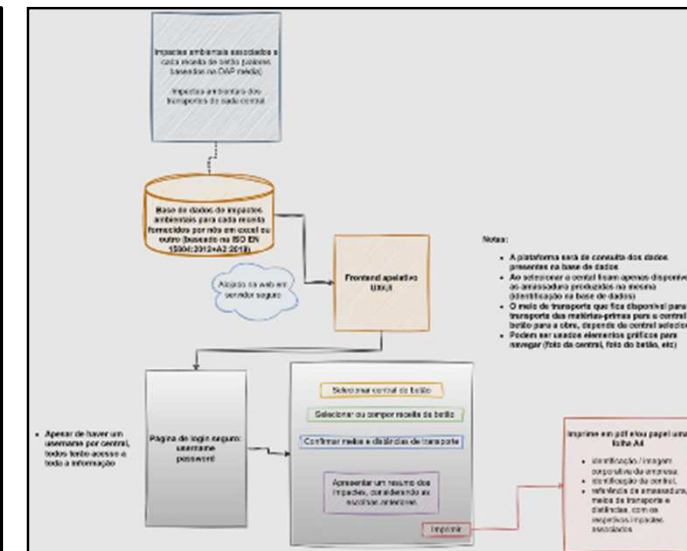
**DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA, S.A.**



  
domingos da  
silva teixeira

  
centroHabitat  
Plataforma para a Construção Sustentável

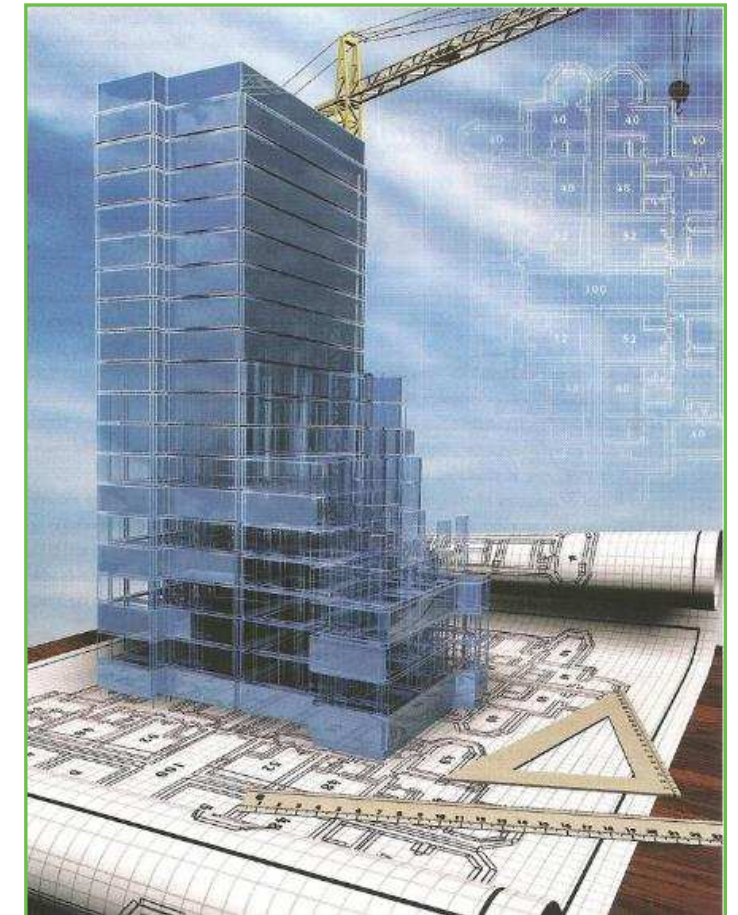
VERSION 1.1. EDITION JULY 2015





## 04. Plano dietético

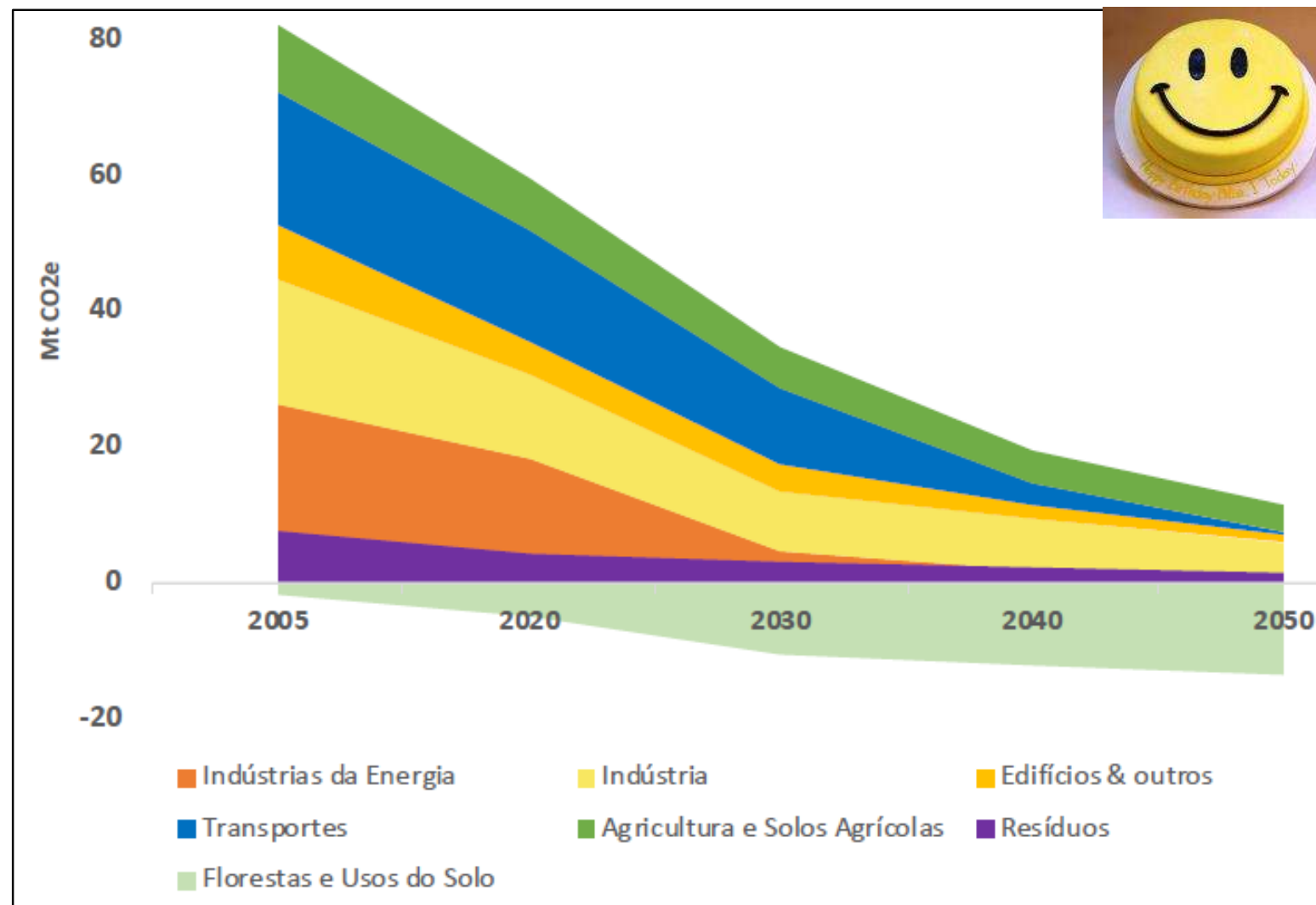
- A **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)** e a **eco-inovação** como base da **construção no/do nosso futuro**
- Reduzir **ingredientes “proibidos”** e introduzir **substituições saudáveis**
- Não há receitas únicas, sendo necessário o **envolvimento de toda a cadeia de produção** e implementar uma **transição gémea**
- Os **especialistas** (dietistas) podem, e devem, ter um papel fundamento no **diagnóstico, aconselhamento e monitorização** do percurso de **descarbonização** de cada empresa





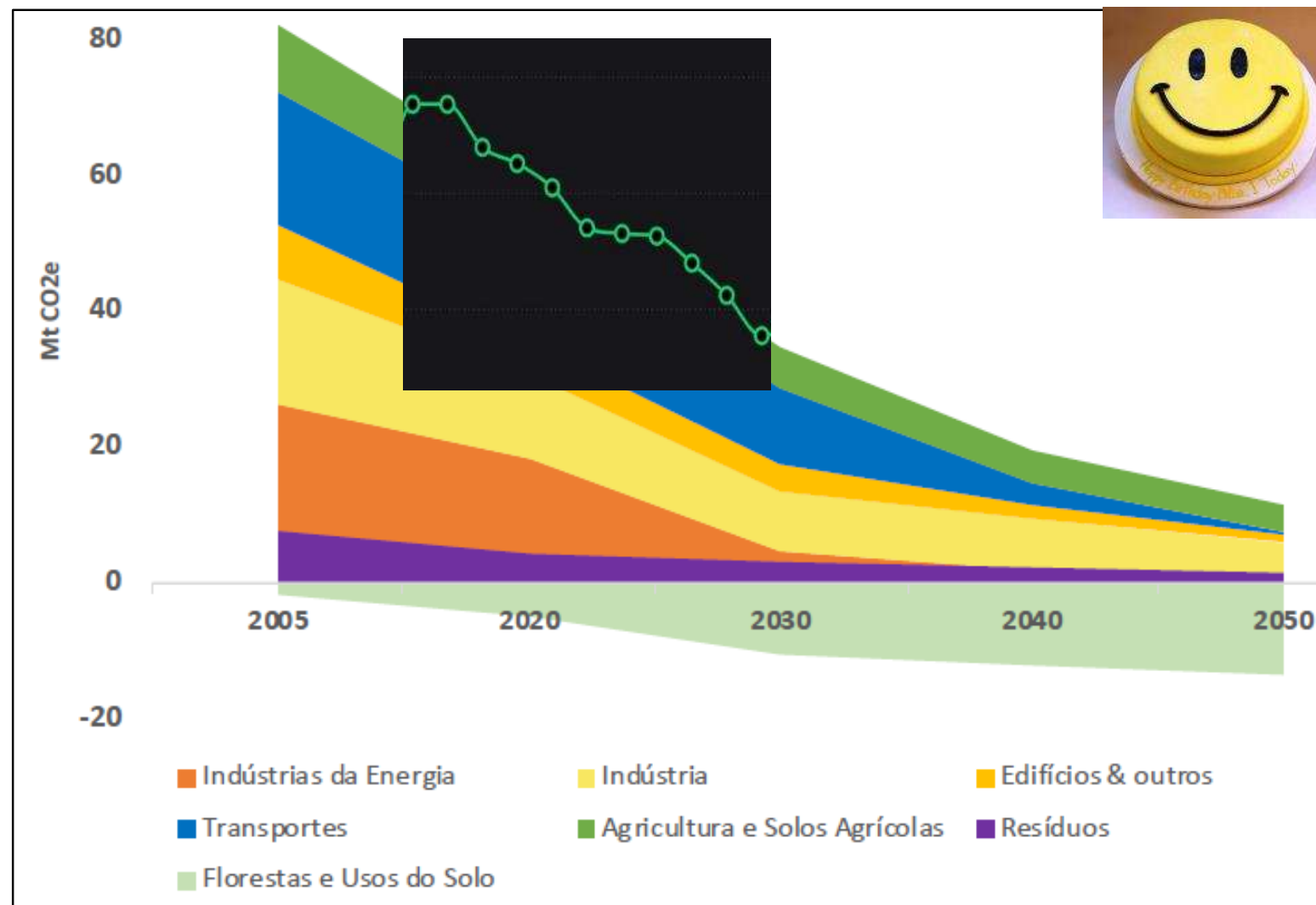
# 04. Plano dietético

## Dietista da Construção



# 04. Plano dietético

## Dietista da Construção: eficiência produtiva







# Obrigado pela atenção!

**Dietista da Construção:** para uma redução sustentada das emissões de carbono

**José Dinis Silvestre**  
jose.silvestre@tecnico.ulisboa.pt

