

Carbono Incorporado na Construção

Ricardo Resende e Sara Parece - Iscte

24 | 11 | 2023

Apresentação



Ricardo Pontes Resende é Professor Auxiliar no Iscte-IUL, onde coordena a licenciatura em Tecnologias Digitais, Edifícios e Construção Sustentável e leciona no Mestrado e Doutoramento em Arquitectura.

Investiga a mitigação dos impactos do ciclo de vida da construção através de ferramentas digitais como BIM ou sensorização (Internet of Things), sendo autor de mais de 40 artigos científicos internacionais.

Dedica-se também à formação e desenvolvimento tecnológico em empresas do setor.



Sara Margarida Parece é doutoranda no Iscte-IUL e assistente de investigação no Iscte-ISTAR.

A sua investigação é financiada com bolsa do Programa Mit Portugal.

O seu trabalho consiste no estudo de ferramentas digitais, como o BIM, para facilitar a transição da Economia Circular no sector da construção, práticas de design sustentáveis e eficiência dos materiais de construção.

Está a desenvolver SECCalculator, uma calculadora baseada em BIM para avaliar o impacto de cenários de renovação.

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

O que são as emissões e porque é que são importantes?

Como é que as emissões se traduzem num indicador?

Avaliação de Ciclo de Vida

Visão geral da regulamentação e Metodologia Europeia Level(s)

A importância do Carbono Incorporado

A importância do Carbono Incorporado em Contexto Insular

Exemplo de Estimativa de Carbono Incorporado A1-A3

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

A contribuição de cada fase de ciclo de vida

Desafios da AVC

Precisão do AVC ao longo do projeto vs. Impacto no Projeto

Impacte dos Materiais

Design para a Adaptabilidade e Desmontabilidade

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

O que são as emissões e porque é que são importantes?

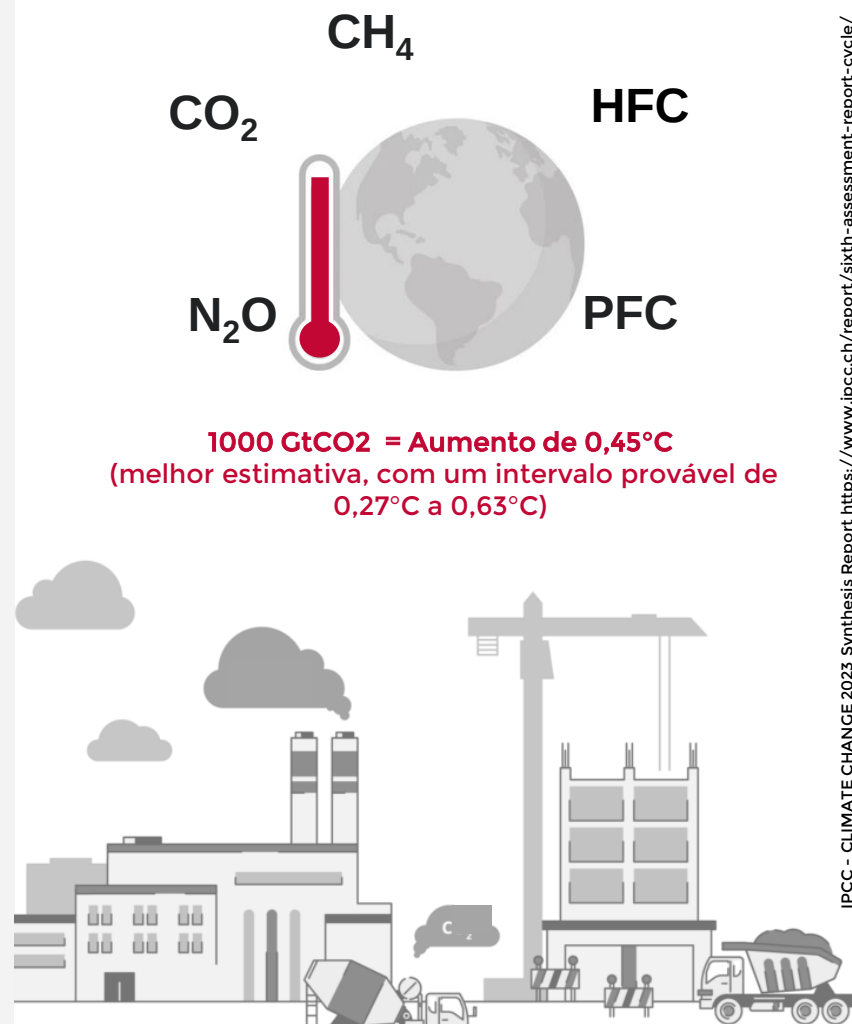
Emissões de gases com efeito de estufa (GEE) retêm a radiação infravermelha na atmosfera.

Mais GEE são retidos na atmosfera, maior é o aumento da temperatura global.

A temperatura média global (2011–2020) foi cerca de 1.09 C° acima do período entre 1850 e 1900.

Nações acordaram manter a temperatura “bem abaixo dos 2 C° acima da era pré-industrial”, e limitar este aumento a 1,5 C° (Acordo de Paris).

Setor da construção é responsável por 40% dos GEE europeus.



Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção



Como é que as emissões se traduzem num indicador?

Os GEE retêm calor na atmosfera a diferentes taxas.

Como fazemos comparações entre os gases ?

CO₂ é utilizado como um benchmark para medir a capacidade de reter calor de cada um dos outros gases.

O **Potencial de Aquecimento Global (PAG)** de um produto ou atividade é expresso em **kgCO₂e**. É um dos indicadores de impacto ambiental da avaliação do ciclo de vida .

Carbon dioxide
CO₂

≠

Carbon dioxide
equivalent
CO₂e

GAS	GWP
Carbon Dioxide	1
Methane	25
Nitrous Oxide	298
HFC-23	1,170
HFC-125	2,800
HFC-134a	1,300
HFC-152a	140
PFCs	7,850
Sulfur Hexafluoride	23,900

Atividade 1

1 kg CH₄

5 kg CO₂

1 kg CH₄ × 25 kg CO₂e = 25 kg CO₂e

5 kg CO₂ × 1 kg CO₂e = 5 kg CO₂e

PAG Atividade 1 = 30 kg CO₂e

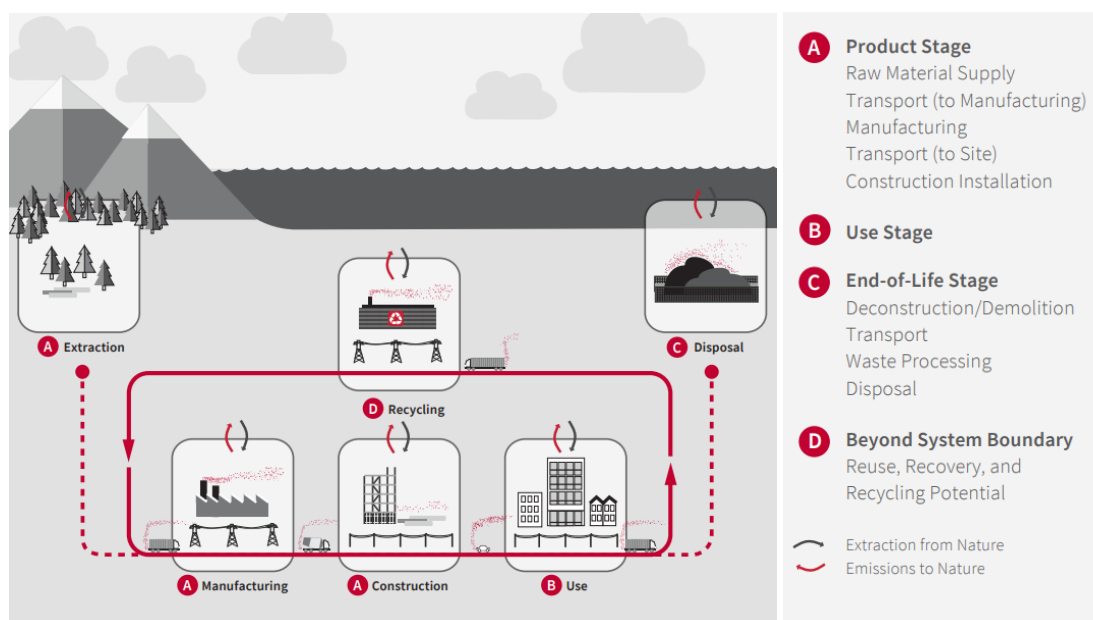
Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

Avaliação de Ciclo de Vida

A ACV é um método estabelecido para avaliar e missões e outros poluentes produzidos e libertados no ambiente ao longo de cada fase do ciclo de vida de um edifício.

As fases de um ciclo de vida típico, tal como definido na ACV são:

- A** produção e construção,
- B** utilização
- C** fim de vida
- D** impactes além da fronteira do sistema.



Sources of emissions by life cycle stage (A, B, C, D) of a building based on stage definitions from European Standard (EN) 15978 (credit: Meghan Lewis)

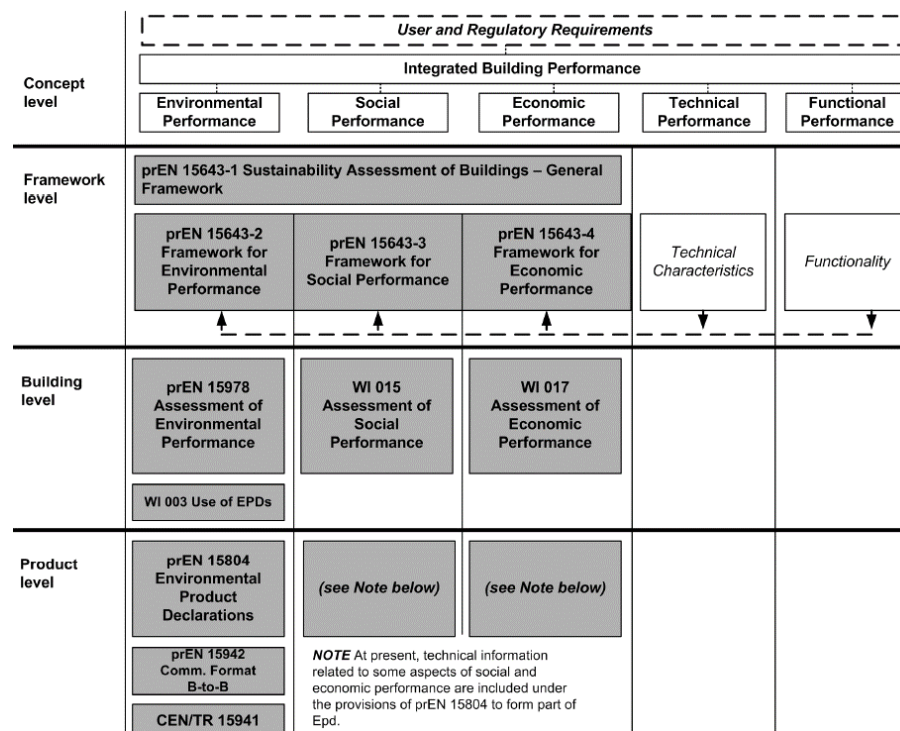
Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

Visão geral da regulamentação e Metodologia Europeia Level(s)

A metodologia AVC está normalizada nas normas ISO 14040:2006 e 14044:2006.

No caso dos edifícios na EU, existe o conjunto de normas publicadas pela Comissão Técnica 350 – Sustainability of Construction Works.

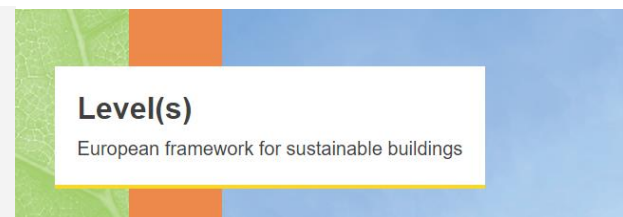
Programa de trabalho da CEN/TC 350



Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

Visão geral da regulamentação e Metodologia Europeia Level(s)

Metodologia Europeia Level(s) proporciona uma linguagem comum para avaliar, comparar e comunicar a sustentabilidade dos edifícios.



Level(s)

European framework for sustainable buildings

Macro objectivos e indicadores da metodologia Level(s)

https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

1	Green house gas emissions along a building life cycle	1.1 Use stage energy performance (kwh/m ² /year)	1.2 Global Warming Potential (KgCO2/m ² /year)		
2	Resource efficiente + circular material	2.1 Bill of quantities (kg/m ² /year)	2.2 Construction + Demolition waste (Kg/m2)	2.3 Design for Adaptability (score)	2.3 Design for desconstruction, reuse + recycling (score)
3	Efficient use of water resources	3.1 Use stage water consumption (m3/year/ocupant)			
4	Healthy + comfortable spaces	4.1 Indoor air quality (parameters for ventilation, CO2 + moisture)	4.2 Time outsider of thermal comfort range (% of time out of range during the heating and cooling seasons)	4.3 Lighting + visual comfort use (checklist)	4. Acoustics + protction against noise (checklist)
5	Adaptation + Resilience	5.1 Potection of occupier health + thermal comfort (%)	5.2 Increased rick of extreme weather events (checklist)	5.3 Increased rick of flood events (checklist)	
6	Optimised life cycle cost and value	6.1 Life cycle costs (€/m ² /year)	6.2 Value creation + risk exposure (check list)		

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

Visão geral da regulamentação e Metodologia Europeia Level(s)

O Level(s) está organizado em três níveis.

Os níveis permitem escolher o grau de detalhe do relatório sobre a sustentabilidade do projeto.

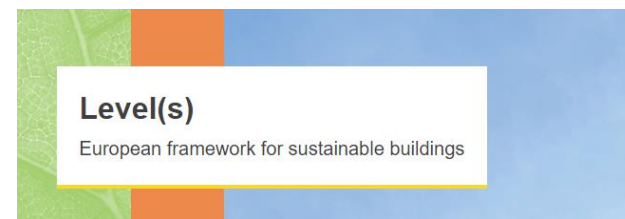
- **Nível 1.** O projeto concetual - o nível mais simples, implica avaliações qualitativas.

- **Nível 2.** Projeto pormenorizado e o desempenho da construção do edifício de acordo métodos normalizados.

- **Nível 3.** O desempenho do edifício quando construído e em utilização (implica a monitorização e o levantamento da atividade no local de construção).

Os Level(s) representam um percurso desde o conceito, passando pelo projeto, construção até à realidade do edifício concluído.

Há um progressão na precisão e fiabilidade dos relatórios.



https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

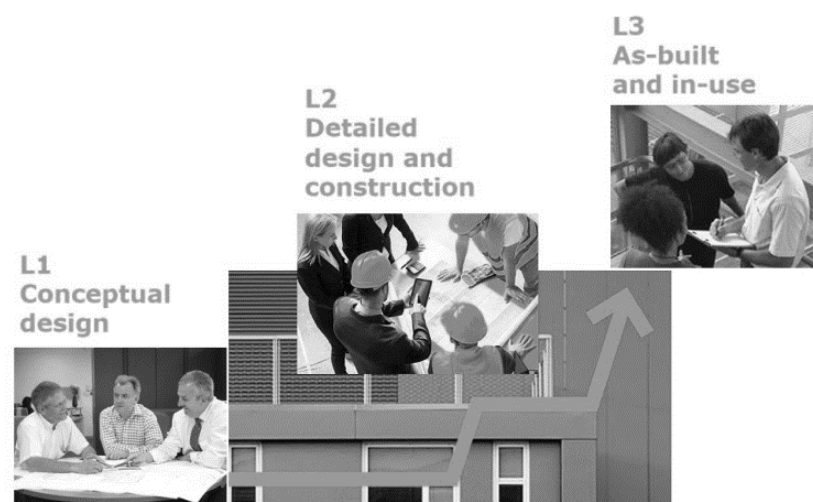


Figure 3. The levels – from conceptual design to in-use performance

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

A ACV pode avaliar diversos indicadores, mas o GWP é frequentemente o foco dos estudos.

Environmental and resource use indicators	Description
■ Global Warming Potential (GWP) Unit kgCO_2eq	 Climate change or global warming potential due to emission of greenhouse gases.
■ Acidification Potential (AP) Unit kgSO_2eq	 Acidifying emissions that result in a lower pH-value of water and soil, decreasing the nutrient availability and intake of plants.
■ Eutrophication Potential (EP) Unit $\text{kgCFC}_{11}\text{eq}$	 Nutrient emissions (nitrogen & phosphorus) that increase the flow of nutrients to ecosystems, causing algae growth in waters.
■ Ozone Depletion Potential (ODP) Unit $\text{kgCFC}_{11}\text{eq}$	 Describes damage caused to the ozone layer in the stratosphere (from refrigerants). Increases harmful UV-radiation.
■ Photochemical Ozone Creation Potential (POCP) Unit $\text{kgC}_2\text{H}_4\text{eq}$	 Describes the effect of substances in the atmosphere to create photochemical smog.
■ Abiotic Depletion Potential for Fossil Resources (ADPF) Unit MJ	 Resource use indicator which describes the reduction of the global amount of non-renewable raw materials and is determined for each extraction of minerals and fossil fuels based on the remaining reserves and rate of extraction.

Environmental and resource use impact indicators - <https://oneclicklca.drift.click/building-lca-ebook>

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

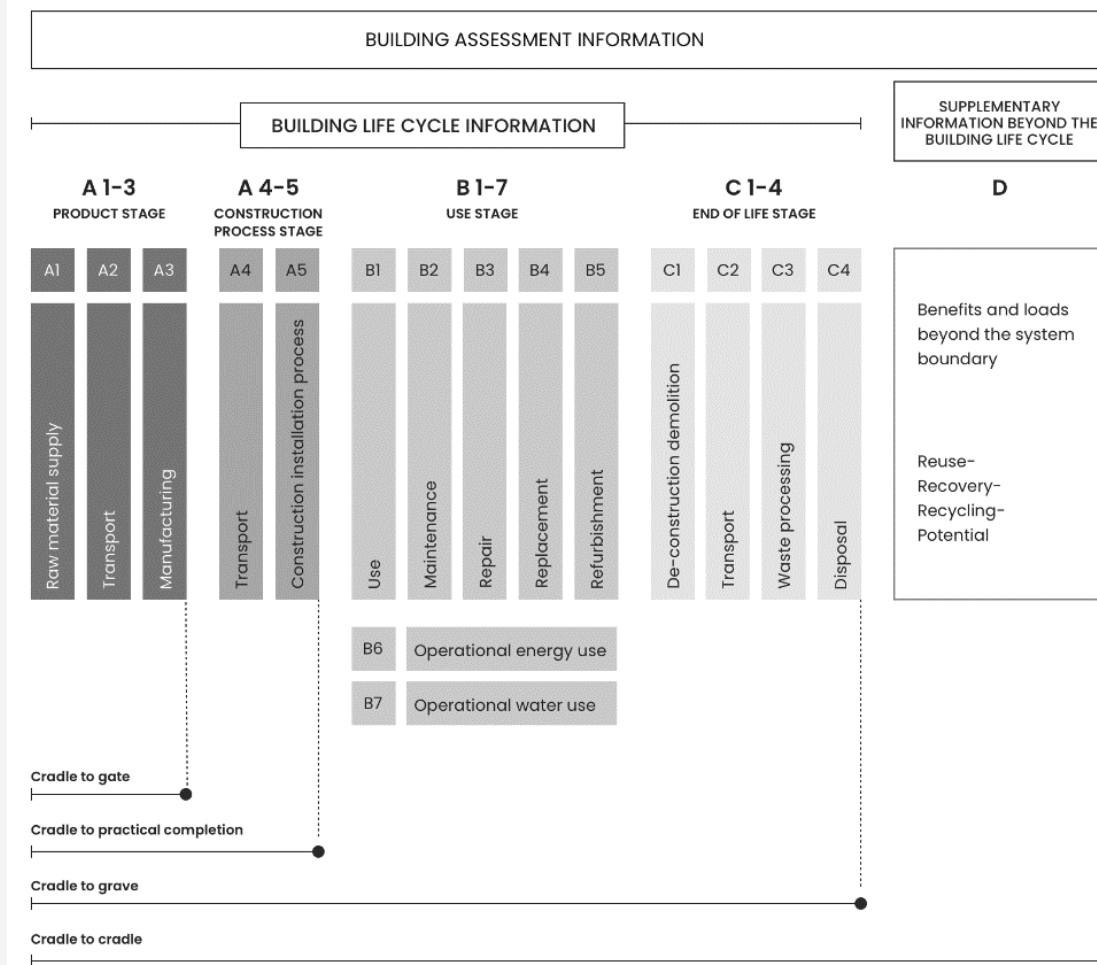
Avaliação de Ciclo de Vida

O início do ciclo de vida é conhecido como "*cradle*", o portão da fábrica como "gate" e o fim do ciclo de vida como "grave".

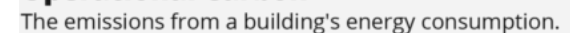
Termos como "*cradle-to-gate*" e "*cradle-to-grave*" referem-se a diferentes intervalos do ciclo de vida.

O "Upfront Carbon" refere-se às emissões causadas nas fases A1-5, antes da utilização do edifício ou da infraestrutura.

O Upfront carbon é frequentemente um requisito mínimo numa AVC.



Life-cycle scope specified according to the standardized module designation



Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção



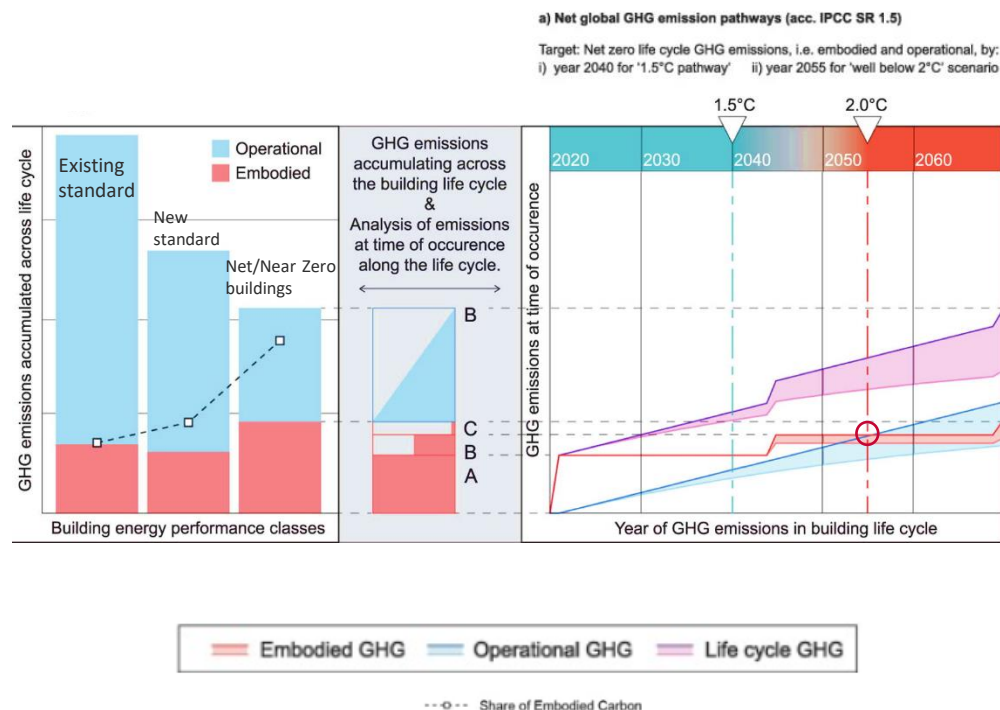
A importância do Carbono Incorporado

As emissões de GEE diminuíram devido a melhorias na eficiência energética.

Ao mesmo tempo as emissões incorporadas aumentam de forma relativa e absoluta (45 a 50 % em Near Zero Energy Buildings).

Parte das emissões poupadas foram perdidas devido emissões incorporadas adicionais.

O pico de UpFront Carbon domina o prazo para a mitigação das alterações climáticas.



A importância do Carbono Incorporado em Contexto Insular

O clima temperado e húmido dos Açores reflete-se numa baixa amplitude térmica, elevada pluviosidade e humidade relativa.

A reduzida variação térmica implica menos necessidades de aquecimento e arrefecimento em comparação com o continente, resultando **em menor consumo de energia em fase de operação**. No entanto, para manter o conforto e a qualidade do ar, é necessária uma maior ventilação e o recurso a equipamentos como desumidificadores.

A elevada humidade relativa está diretamente relacionada com o aparecimento de condensações e bolores, afetando a qualidade do ar e a durabilidade das construções. **Menor durabilidade implica mais renovação** (picos de carbono incorporado na fase de uso).

A necessidade de utilizar materiais e produtos não endógenos **aumenta as emissões devido ao transporte**.

Cada ilha tem um **mix energético diferente e em evolução**. Isto tem implicações nas emissões operacionais e nas emissões associadas à produção de materiais endógenos.



Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) da Construção

O que são as emissões e porque é que são importantes?

Como é que as emissões se traduzem num indicador?

Avaliação de Ciclo de Vida

Visão geral da regulamentação e Metodologia Europeia Level(s)

A importância do Carbono Incorporado

A importância do Carbono Incorporado em Contexto Insular

Exemplo de Estimativa de Carbono Incorporado A1-A3

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

A contribuição de cada fase de ciclo de vida

Desafios da AVC

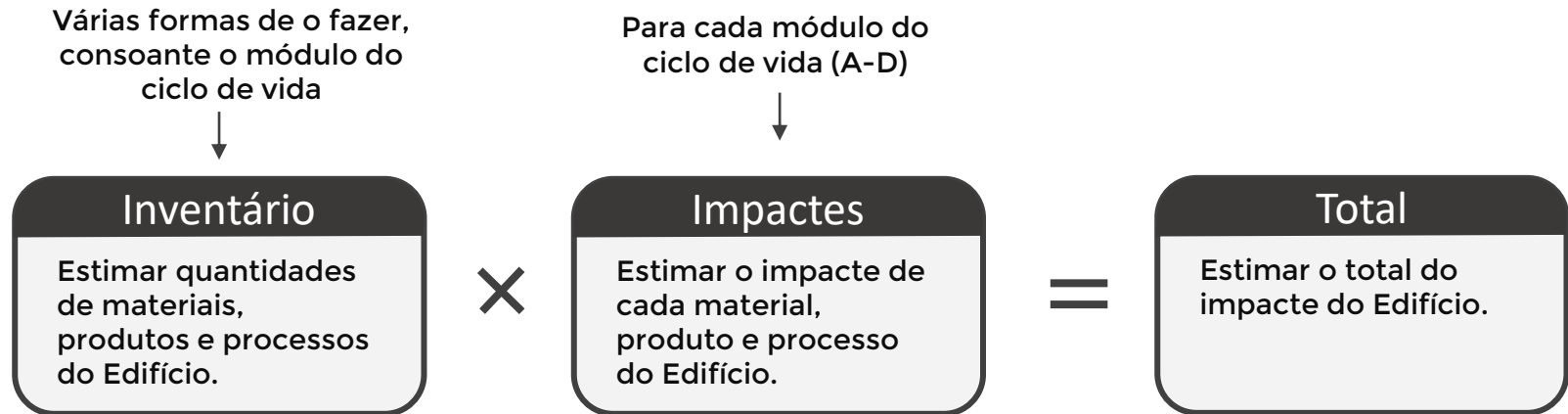
Precisão do AVC ao longo do projeto vs. Impacto no Projeto

Impacte dos Materiais

Design para a Adaptabilidade e Desmontabilidade

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Princípio Fundamental

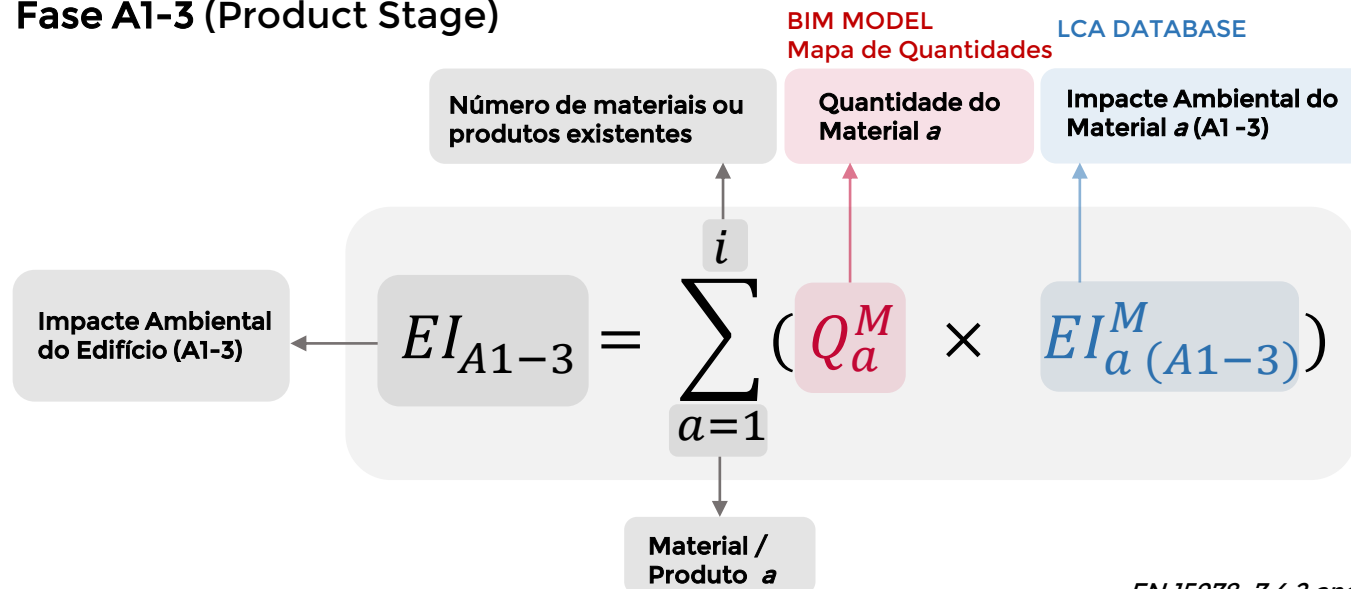


Exemplo

100 kg aço	$\times$	0,43 kg CO ₂ e/ kg	$=$	43 kg CO ₂ e/ kg
50 kg vidro	$\times$	1,064 kg CO ₂ e/ kg	$=$	53.2 kg CO ₂ e/ kg

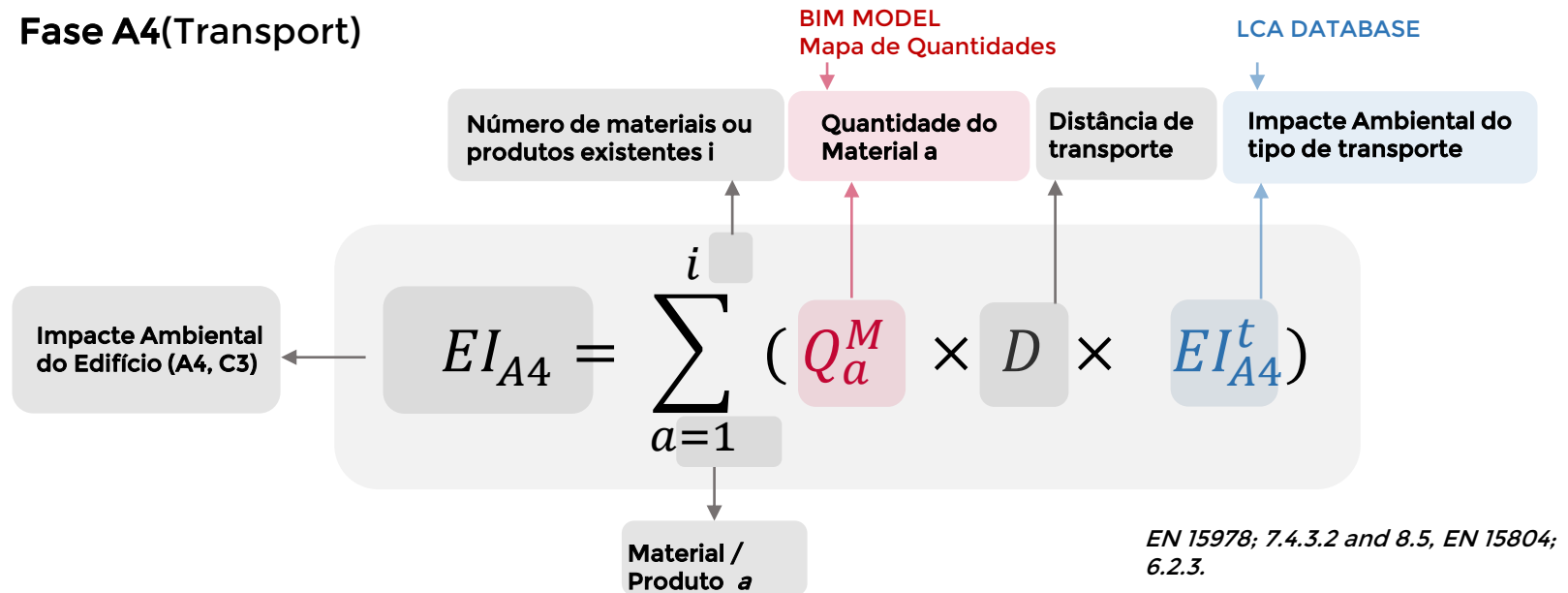
Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase A1-3 (Product Stage)



Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase A4(Transport)



Tipo de Transporte	EI^t (g CO ₂ e/kg/km)
Rodoviário	0.10650
Marítimo	0.01614
Aéreo	0.59943
Ferrovário	0.02556

BEIS, 2020. Greenhouse gas reporting: conversion factors 2020. London, BEIS. Available online at <https://carbon.tips/cf2020>

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase A5 (Construction and Instalation Stage)

A5.1 - Pré-Construção Demolição (se aplicável)



35 kgCO₂e/m²
(Área Bruta) Valor referência UK

+

A5.2 - Atividades de Construção



40 kgCO₂e/m²
(Área Bruta) Valor referência UK

+

A5.3 - Gestão de resíduos



$$EI_{A5.1 e 2} = \sum_{c=1}^k (Q_c^{Con} \times EI_c^{Con}) \rightarrow \text{Impacte ambiental do processo c}$$

consumo do processo c durante a construção (por exemplo, eletricidade (kWh))

$$EI_{A5.3} = \sum_{a=1}^i (Q_a^M \times PD_a \times EI_a^M) \rightarrow \text{Impacte Ambiental do Resíduo a (A1 -3) + (A4) + C}$$

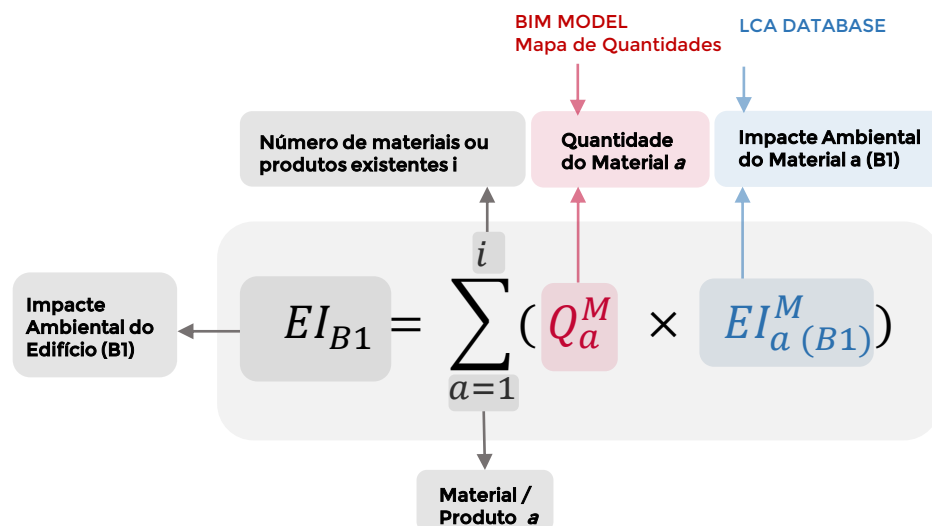
Percentagem de desperdício do material a (e.g., 2 %)

EN 15978; 7.4.3.3 and 8.5, EN 15804; 6.2.3

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase B1 (Use)

Durante a utilização: emissões e absorção de emissões



EN 15978; 7.4.4.1 and 8.6.1, EN 5804; 6.3.4.4.1.

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase B2 (Maintenance)

Durante a utilização: emissões e absorção de emissões

Emissões de atividades de manutenção, incluindo limpeza.



EN 15978; 7.4.4.3 and 8.6.3, and EN 15804; 6.3.4.4.2.

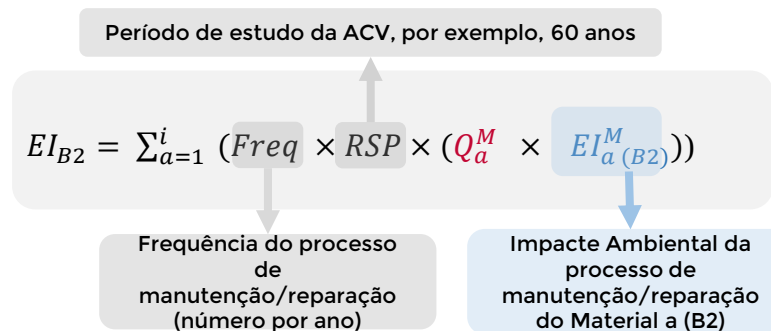
Fase B3 (Repair)

Durante a utilização: emissões e absorção de emissões

Emissões de atividades de reparação.

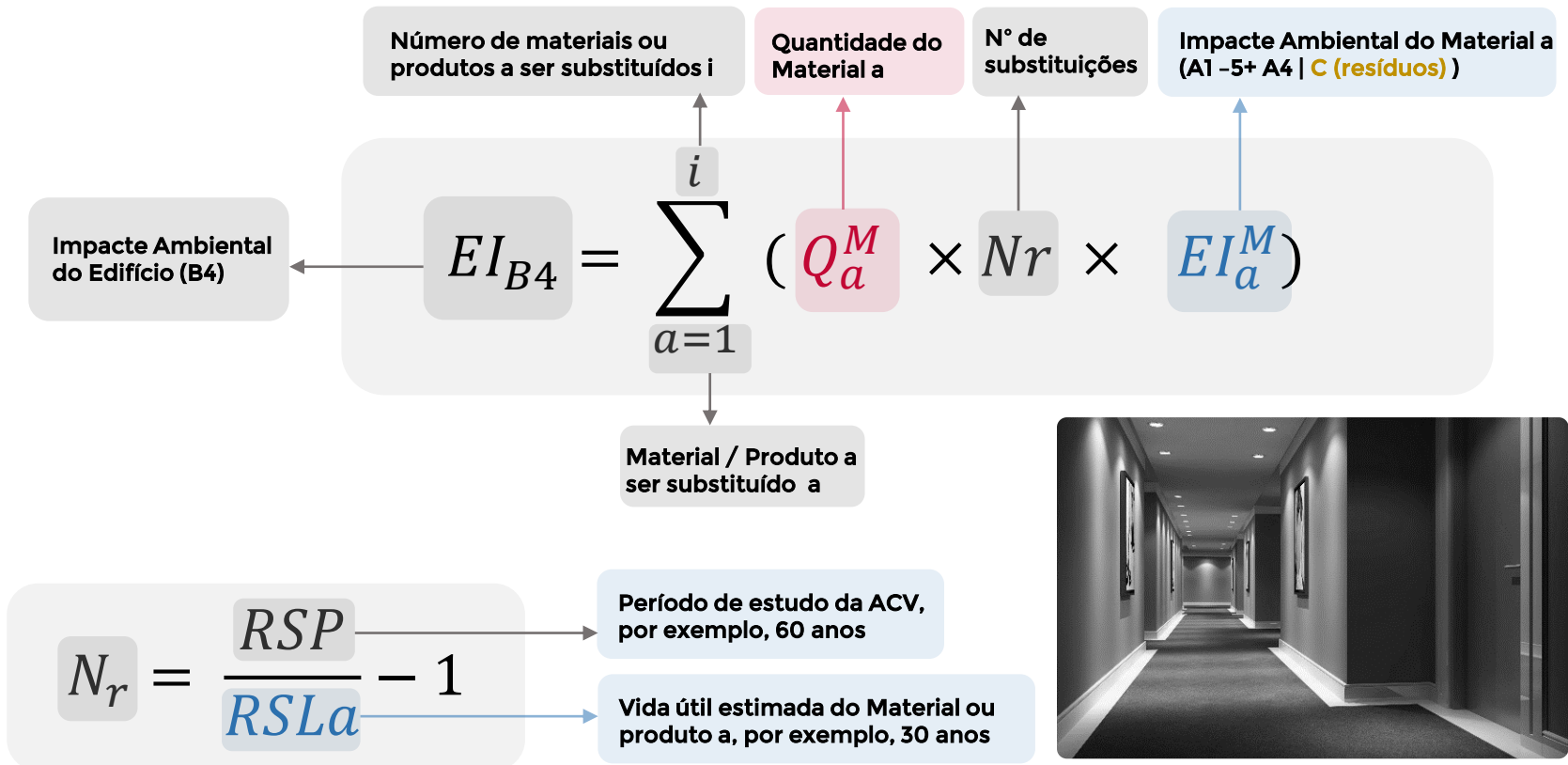


EN 15978; 7.4.4.4 and 8.6.3.



Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase B4 (Replacement)



EN 15978; 7.4.4.5 and 8.6.3

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

WBS Leve(s) e Vida útil estimada de componentes

Tier 1 building aspect	Tier 2 building aspect	Tier 3 building aspect	Expected lifespan
Shell	Loadbearing structural frame	- Frame (beams, columns and slabs) - Upper floors - External walls - Balconies	60 years
	Non-load bearing elements	- Ground floor slab - Internal walls, partitions and doors - Stairs and ramps	30 years
	Facades	- External wall systems, cladding and shading devices - Façade openings (including windows and external doors) - External paints, coatings and renders	30 years (35 years glazed) 30 years 10 years (paint), 30 years (render)
	Roof	- Structure - Weatherproofing	30 years
	Parking facilities	Above ground and underground (within the curtilage of the building and servicing the building occupiers)¹⁵	60 years
Core	Fittings and furnishings	- Sanitary fittings - Cupboards, wardrobes and worktops - Floor finishes, coverings and coatings - Skirting and trimming - Sockets and switches - Wall and ceiling finishes and coatings	20 years 10 years 30 years (finishes) 10 years (coatings) 30 years 30 years 20 years (finishes) 10 years (coatings)
	In-built lighting system	- Light fittings - Control systems and sensors	15 years
	Energy system	- Heating plant and distribution - Radiators - Cooling plant and distribution - Electricity generation - Electricity distribution	20 years 30 years 15 years 15 years 30 years
	Ventilation system	- Air handling units - Ductwork and distribution	20 years 30 years
	Sanitary systems	- Cold water distribution - Hot water distribution	25 years

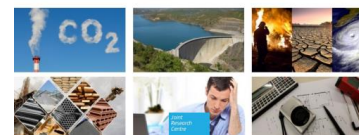


JRC TECHNICAL REPORTS

Level(s) indicator 2.1:
 Bill of Quantities,
 materials and
 lifespans

*User manual: introductory
 briefing, instructions and
 guidance
 (Publication version 1.1)*

Shane Donnellan, Nicholas Dodd,
 Maura Corrado (JRC, Unit B.3)
 January 2021



https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

Tier 1 building aspect	Tier 2 building aspect	Tier 3 building aspect	Expected lifespan
		- Water treatment systems - Drainage system	
	Other systems	- Lifts and escalators - Firefighting installations - Communication and security installations - Telecoms and data installations	20 years 30 years 15 years 15 years
External works	Utilities	- Connections and diversions - Substations and equipment	30 years
	Landscaping	- Paving and other hard surfacing - Fencing, railings and walls - Drainage systems	25 years 20 years 30 years

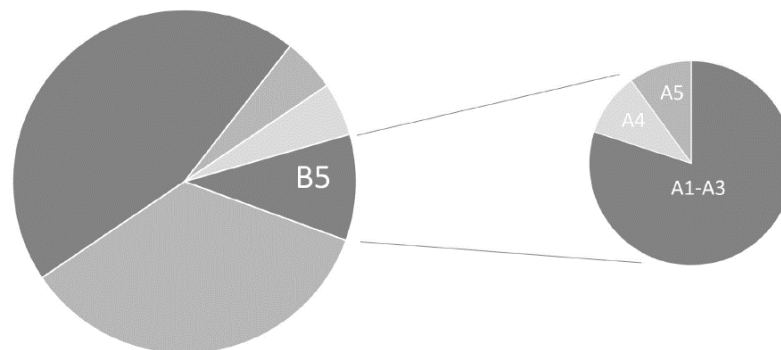
Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase B5 (Refurbishment)

Reabilitação



Fases do ciclo de vida a incluir na fase B5.



Devem ser feitos correspondentes ajustes aos módulos B, C e D a partir do ponto de mudança.

EN 15978; 7.4.4.6 and 8.6.4, and EN 15804; 6.3.4.4.2.

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase C1 (Deconstruction and demolition)

Desconstrução e demolição



3.4 kg CO₂e/m² (Área Bruta) Valor referência UK

Consumo do processo c durante a desconstrução (por exemplo, eletricidade (kWh))

Impacte ambiental do processo c

$$EI_{C1}^{MC} = \sum_{c=1}^k (Q_c^{Con} \times EI_c^{Con})$$

EN 15978; 7.4.5.2 and 8.7.2.

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase C3 (Waste processing for reuse, recovery or recycling emissions) e
Fase C4 (Disposal emissions)

Cenários de fim de vida

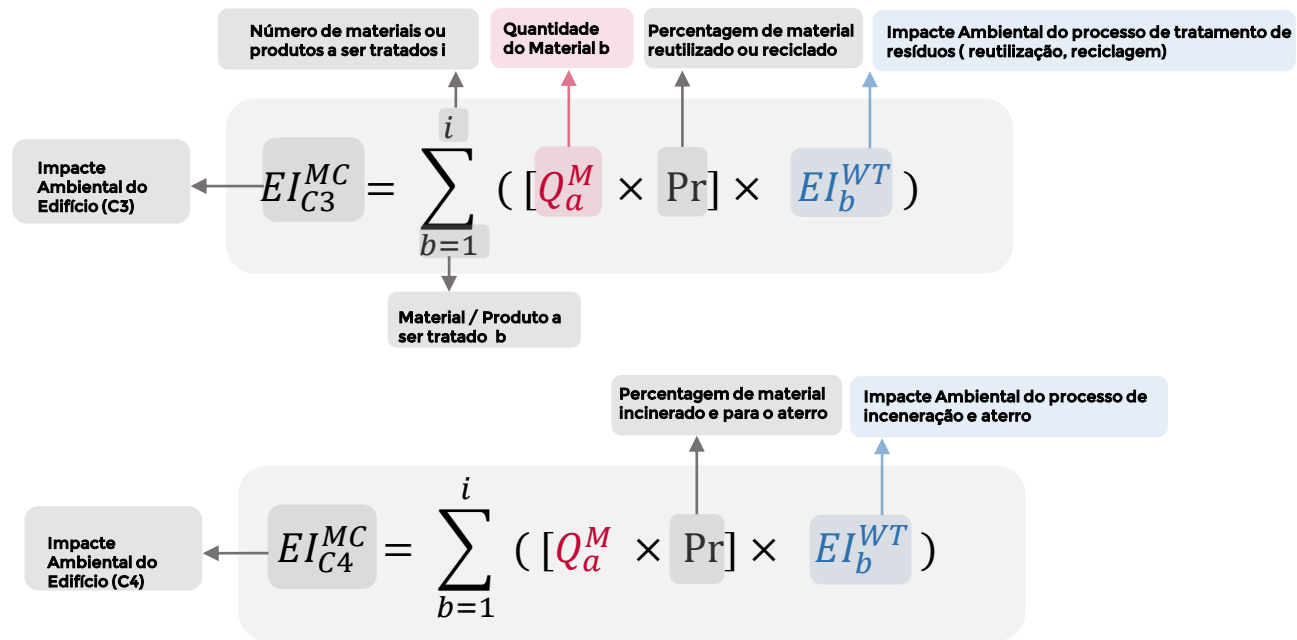


End-of-life process	End-of-life route	Module	Output flow	Loads and benefits
Reuse	Reuse on-site	C3	Material for reuse	Net output flow of material for reuse in module D1
	Reuse offsite without preparation for reuse required	C3		
Recovery	Reuse with preparation for reuse	C3	Secondary material	Net output flow of secondary material in module D1
	Recycling	C3		
	Other recovery, e.g. composting, backfill	C3		
	Recovery as secondary fuel	C3	Secondary fuel	Output flow in module D1
	Energy recovery (with R1 status)	C3	Exported energy	
Disposal	Landfilling (including use of captured landfill gas)	C4		
	Incineration (without R1 status)	C4		

EN 15978; 7.4.4.5 and 8.6.3

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase C3 (Waste processing for reuse, recovery or recycling emissions) e
Fase C4 (Disposal emissions)



EN 15978; 7.4.4.5 and 8.6.3

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

Fase C3 (Waste processing for reuse, recovery or recycling emissions) e Fase C4 (Disposal emissions)

Cenários de fim de vida por defeito a nível dos materiais para o Reino Unido, por percentagem de massa

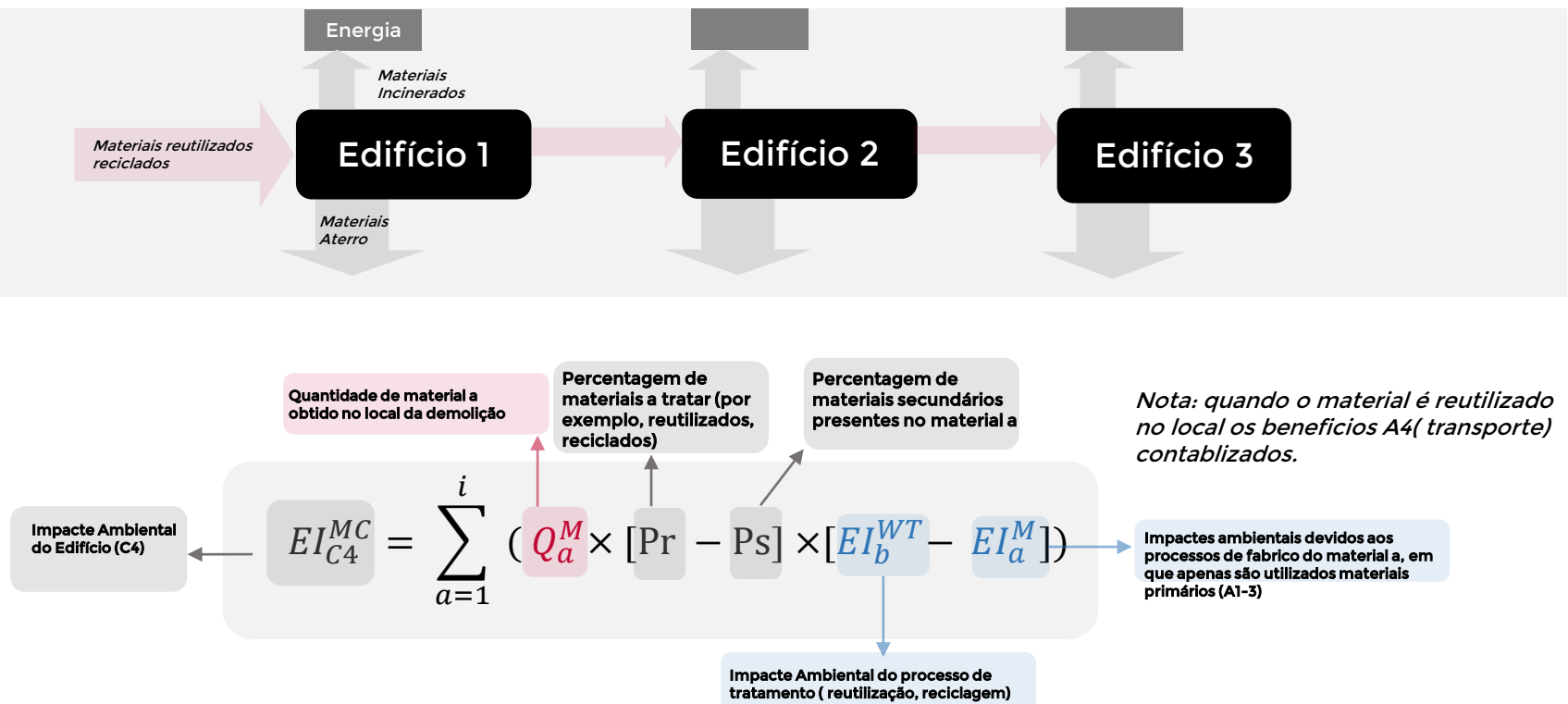
Material	Details	Default end-of-life routes			
		Reuse	Recycling	Incineration with/without energy from waste	Disposal (landfill and losses)
Steel ^[3]	Hot-rolled structural sections, including plate and tubes	7%	93%	0%	0%
	Light gauge galvanised steelwork, e.g. studwork, cladding framing	5%	93%	0%	2%
	Piles (sheet or bearing)	15%	71%	0%	14%
	Rebar ^[4]	0%	98%	0%	2%
Masonry ^[1]	Blockwork	0%	97.5%	0%	2.5%
	Brickwork ^[5]	<1%	97.5%	0%	2.5%
Timber ^[6]	Solid timber (untreated, uncoated)	<1%	78%	20%	1%
	Treated, coated timber (non-hazardous)	0%	30%	69%	1%
	Engineered timber (CLT, glulam, etc.)	5%	35%	59%	1%
	Wood-panel products	0%	0%	99%	1%

Material	Details	Default end-of-life routes			
		Reuse	Recycling	Incineration with/without energy from waste	Disposal (landfill and losses)
Aluminium ^[7]	Sheet	0%	96%	0%	4%
	Profile	<1%	96%	0%	4%
Plasterboard ^[8]	General	<1%	17%	0%	83%
Glass ^[9]	All types	0%	61%	0%	39%
Plastics ^[8]	All types			100%	
Coatings ^[8]	Paints, intumescent coatings, cementitious	0%	0%	0%	100%
Insulation ^[8]	Mineral-based		<1%		99%
	Hydrocarbon-based			95%	5%
	Biobased ^[8]			95%	5%
Asphalt ^[1]	All types	0%	97.5%	0%	2.5%
Unbound aggregate ^[1]	All types	0%	97.5%	0%	2.5%
Soils ^[1]	Includes topsoil and inert non-hazardous earth	0%	97.5%	0%	2.5%
MEP equipment ^[10]	Heat-generation equipment	0%	70%	0%	30%
	Pipes	0%	90%	0%	10%
	Lights	0%	45%	0%	55%
	Ventilation system	0%	40%	0%	60%
	Radiators	0%	80%	0%	20%
	Wire cables	0%	50%	0%	50%

Whole life carbon assessment for the built environment RICS PROFESSIONAL STANDARD Global 2nd edition, September 2023 www.rics.org

Como é que calculamos o Carbono Incorporado de um edifício ou infraestrutura ?

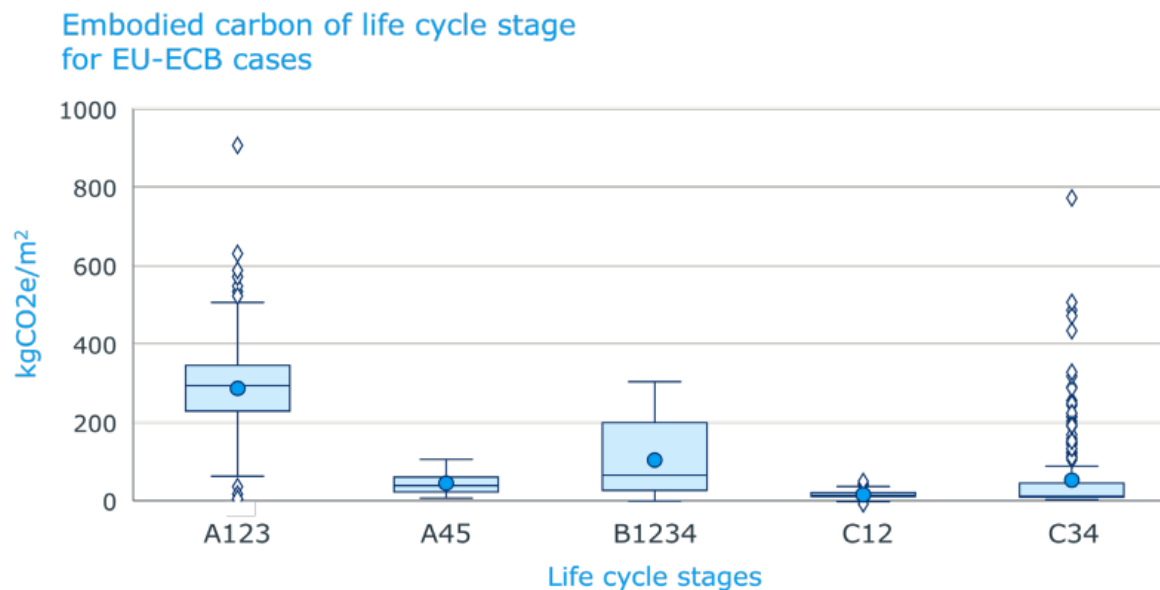
Fase D (Benefits and loads beyond the system boundary)



EN 15978; 7.4.6 and 8.8, and EN 15804; 6.3.4.6 and 6.4.3.

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

A contribuição de cada fase de ciclo de vida



Martin Röck, Andreas Sørensen, Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe #2 Setting the baseline: A bottom-up approach
<https://c.ramboll.com/lets-reduce-embodied-carbon>

	Production stage	Construction process	Use stage	End of life stage NL	
	A1-3	A4-5	B1-4	C1-2	C3-4
Absolute (mean)	300	40	120	20	60
Relative (mean)	56%	7%	22%	4%	11%

As principais etapas envolvidas na realização de uma ACV de um edifício de acordo com a ISO 14040



1. Definir o objetivo e o âmbito

Ajudar na tomada de decisões

- Comparar opções de design
- Testar opções entre vários fornecedores de produtos semelhantes
- Para cumprir os novos regulamentos emergentes na Europa

Declarar o desempenho

- Para cumprir os novos regulamentos emergentes na Europa
- Para obter pontos de classificação em Certificados de edifícios verdes (BREAM, LEED)
- Para calcular a pegada de carbono do edifício para efeitos de contabilização ou compensação de carbono

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

1. Definir o objetivo e o âmbito

Descrição funcional do edifício

e.g. Multi-Residencial, Educação

Limites do sistema ao nível do edifício e do local

Descreve as partes físicas do edifício e do local do projeto a incluir.

Invólucro (subestrutura e superestrutura), Interior (equipamento, mobiliário e serviços), Trabalhos Exteriores

Período de estudo de referência (*RSP*)

EN 15978 estabelece 60 anos.
Metodologia Level(s) 50 anos.

Limites do sistema ao nível ciclo de vida

Descreve as fases do ciclo de vida a incluir (**A – D**) .

Opção 1 simplificada Level(s) :

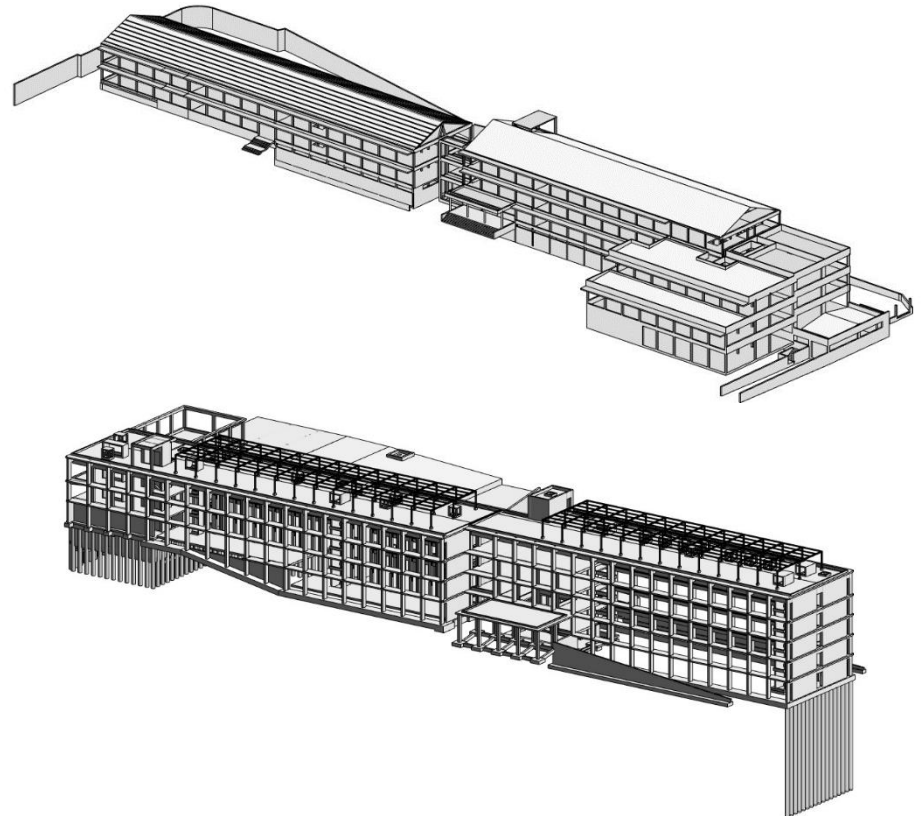
A1-3 + B4, B5, B6

Opção 2 : A1-3 + B6 + C3-4 + D

2. Recolher inventário

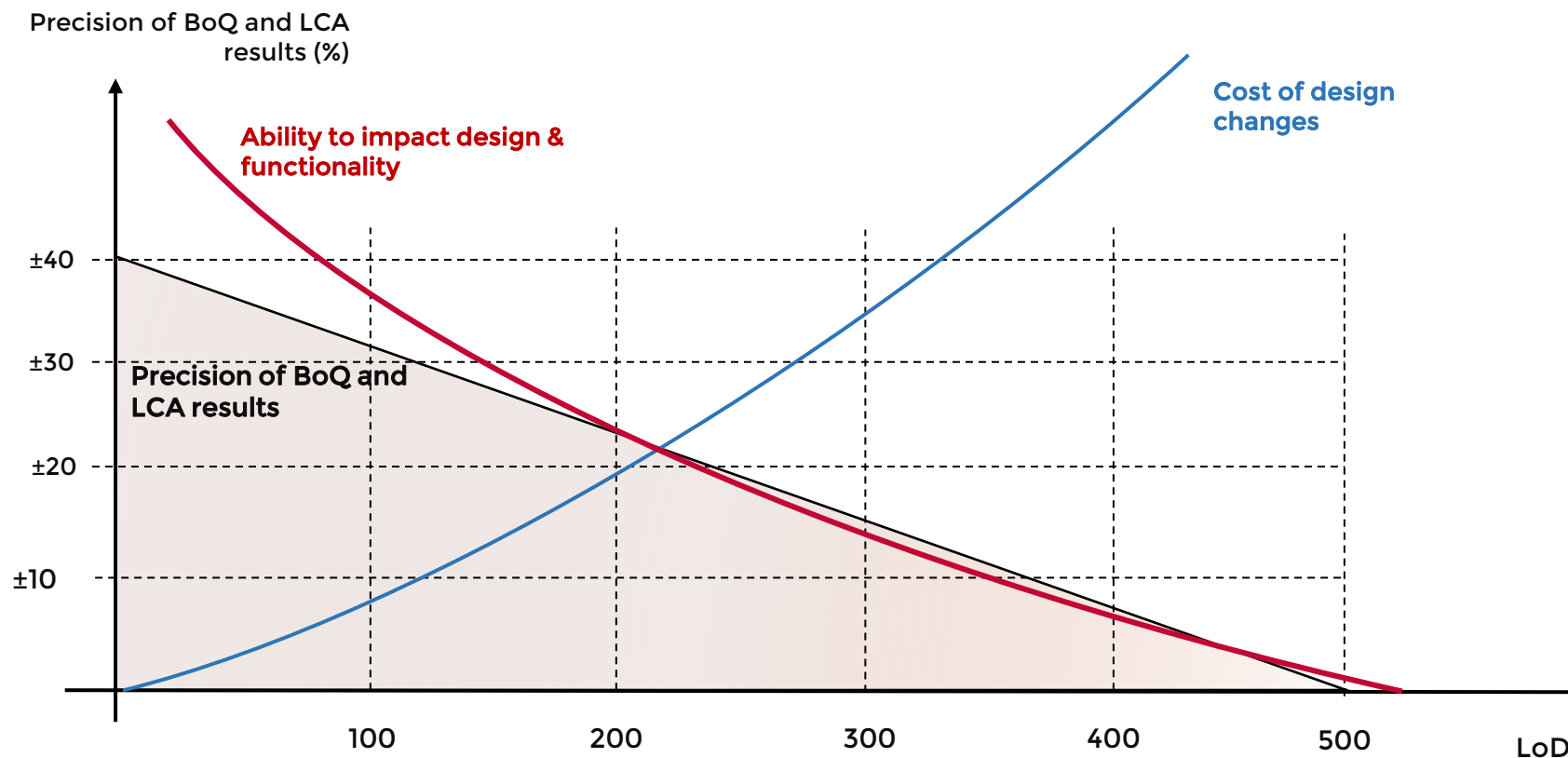
Envolve a recolha do Mapa de quantidades (BoQ), materiais (BoM), e atividades do edifício.

As ferramentas de ACV disponíveis facilitam este processo, quer a partir de templates pré-estabelecidos ou pela extração de quantidades (QtO) automática de modelos BIM.



Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

Precisão do AVC ao longo do projeto vs. Impacto no Projeto



Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

3. Realizar avaliação de impacto

Declarações Ambientais de produto

Identificação do produto: Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB), com uma densidade média de 115 kg/m³.

Ilustração do produto:



Nome do proprietário: Amorim Isolamentos, S.A.

Local de produção - Localização:
Centro Vendas Novas: Estrada de Lavre, km 6 – Apartado 7, 7080-026 Vendas Novas, Portugal
Centro Silves: Vale de Lama – Apartado 27, 8300-999 Silves, Portugal

	Produto	Aquecimento global kg CO ₂ equiv.	Depleção da camada do ozono kg CFC 11 equiv.	Acidificação kg SO ₂ equiv.	Eutrofização kg (PO ₄) ³⁻ equiv.	Oxidação fotoquímica kg C ₂ H ₄ equiv.	Depleção de recursos abióticos (elementos) kg Sb equiv.	Depleção de recursos abióticos (fósseis) MJ, P.C.I.	
Extração e processamento matérias-primas	A1-A3	1 m³ de ICB	-1,98E+02	6,81E-06	1,15E+00	3,67E-01	6,31E-02	7,24E-05	8,68E+02
Transporte									
Produção									

LEGENDA:

 Etapa de Produção

NOTAS: P.C.I. – Poder calorífico inferior.
Unidades expressas por unidade declarada (1m³).

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)



3. Realizar avaliação de impacto

Declarações Ambientais de produto



GENERAL INFORMATION

MANUFACTURER

Manufacturer	London Concrete Pumping
Address	4 Elstree Way, Borehamwood, Hertfordshire, WD6 1RN
Contact details	info@londonconcretepumping.co.uk

PRODUCT

Product name	C32/40 CIIIA+SR Ready-Mix Concrete
Additional labels	-
Product reference	-
Place of production	Brent Cross, London, NW2 1BG
Period for data	2021 Calendar Year
Averaging in EPD	No averaging

ENVIRONMENTAL DATA SUMMARY

Declared unit	1 cubic metre
Declared unit mass	2390 kg
GWP-fossil, A1-A3 (kgCO ₂ e)	214.0
GWP-total, A1-A3 (kgCO ₂ e)	217.0
Secondary material, inputs (%)	9.22
Secondary material, outputs (%)	100.0
Total energy use, A1-A3 (kWh)	324.0
Total water use, A1-A3 (m ³ e)	3.82

SYSTEM BOUNDARY

This EPD covers the life-cycle modules listed in the following table.

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	x	x	x	MNR	x
Raw materials	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	Deconstruction/demo	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse	Recovery
																Recycling

Modules not declared = MND. Modules not relevant = MNR.

CORE ENVIRONMENTAL IMPACT INDICATORS – EN 15804+A2, PEF

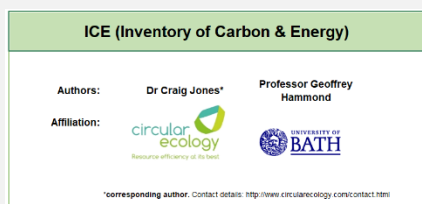
Impact category	Unit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP – total ⁽¹⁾	kg CO ₂ e	2,03E2	1,2E1	1,79E0	2,17E2	5,02E0	1,37E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	5,29E0	3,79E0	9,57E0	0E0	-1,92E1
GWP – fossil	kg CO ₂ e	2E2	1,2E1	1,78E0	2,14E2	5,07E0	1,35E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	5,28E0	3,79E0	9,56E0	0E0	-1,89E1
GWP – biogenic	kg CO ₂ e	3,14E0	6,11E-3	1,05E-3	3,15E0	2,51E-3	1,58E-1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	1,47E-3	1,88E-3	2,66E-3	0E0	-2,34E-1
GWP – LULUC	kg CO ₂ e	4,21E-2	5,13E-3	2,32E-3	4,96E-2	2,21E-3	2,79E-3	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	4,46E-4	1,65E-3	8,08E-4	0E0	-2,46E-2
Ozone depletion pot.	kg CFC ₁₁ e	7,48E-6	2,66E-6	1,82E-7	1,03E-5	1,12E-6	1,11E-6	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	1,14E-6	8,38E-7	2,07E-6	0E0	-1,72E-6
Acidification potential	mol H ⁺ e	5,22E-1	3,53E-2	6,38E-3	5,64E-1	1,45E-2	5,37E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	5,53E-2	1,09E-2	1E-1	0E0	-1,24E-1
EP-freshwater ⁽²⁾	kg Pe	2,66E-3	1,15E-4	5,38E-5	2,83E-3	4,91E-5	1,54E-4	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,14E-5	3,67E-5	3,87E-5	0E0	-1,21E-3
EP-marine	kg Ne	1,33E-1	7,05E-3	1,23E-3	1,41E-1	2,76E-3	1,8E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,44E-2	2,07E-3	4,42E-2	0E0	-2,61E-2
EP-terrestrial	mol Ne	1,56E0	7,88E-2	1,45E-2	1,65E0	3,09E-2	2,03E-1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2,68E-1	2,31E-2	4,85E-1	0E0	-3,44E-1
POCP ("smog") ⁽³⁾	kg NMVOCe	4,01E-1	2,95E-2	3,65E-3	4,34E-1	1,18E-2	5,83E-2	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	7,36E-2	8,83E-3	1,33E-1	0E0	-8,69E-2
ADP-minerals & metals ⁽⁴⁾	kg Sbe	1,51E-3	4,18E-4	4,31E-6	1,94E-3	1,83E-4	1,1E-4	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	8,07E-6	1,36E-4	1,46E-5	0E0	-2,09E-3
ADP-fossil resources	MJ	9,13E2	1,79E2	4,37E1	1,14E3	7,56E1	9,48E1	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	7,27E1	5,65E1	1,32E2	0E0	-2,71E2
Water use ⁽⁵⁾	m ³ e depr.	1,25E2	6,39E-1	5,23E-2	1,26E2	2,69E-1	6,4E0	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	1,36E-1	2,01E-1	2,46E-1	0E0	-3,38E1

Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

3. Realizar avaliação de impacte

Bases de dados disponíveis

Generic or Average



Specific



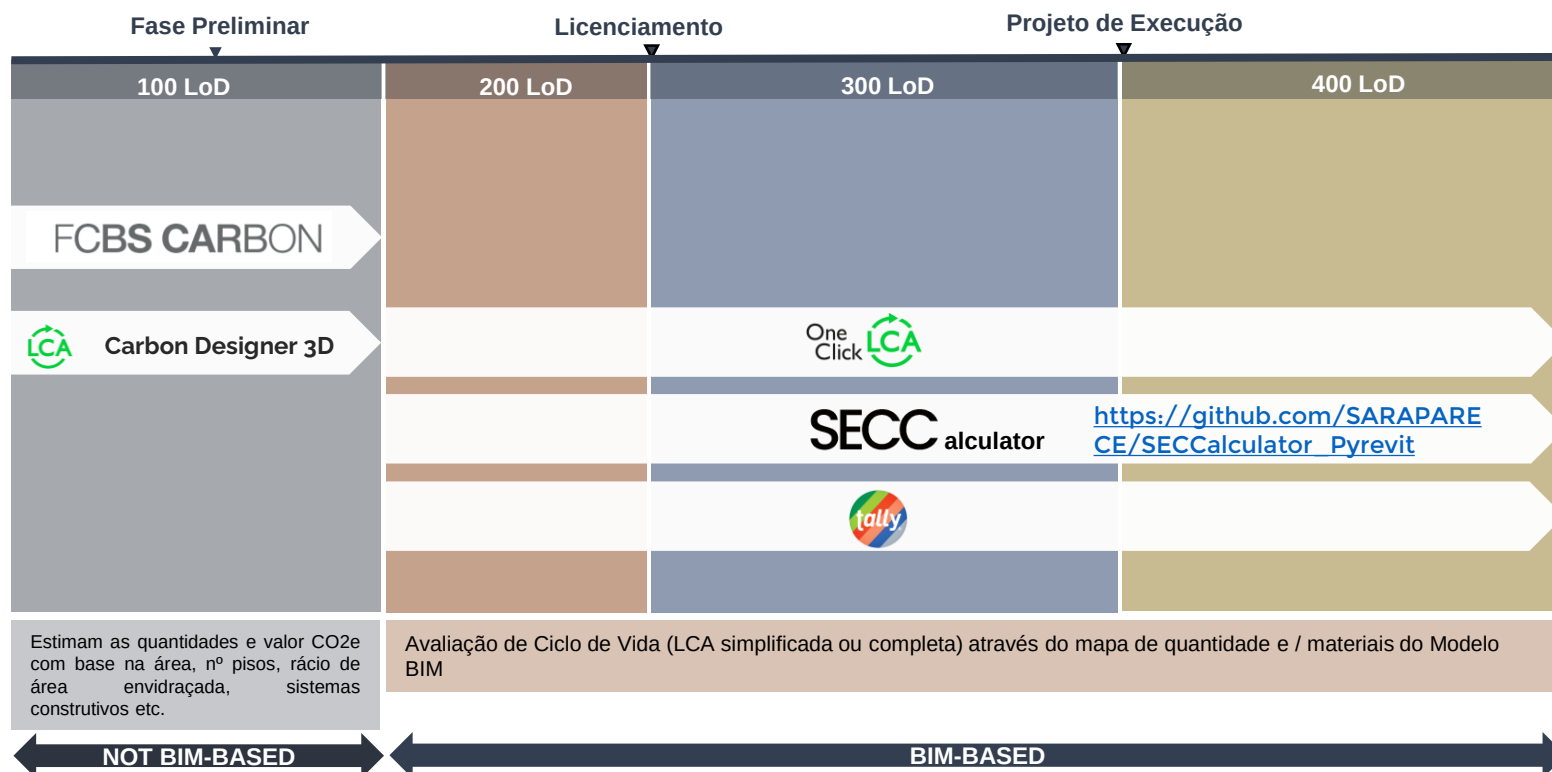
https://daphabitat.pt/pt_PT/dap/dap-registadas/



Metodologias de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

3. Realizar avaliação de impacto

Ferramentas disponíveis



Desafios da ACV

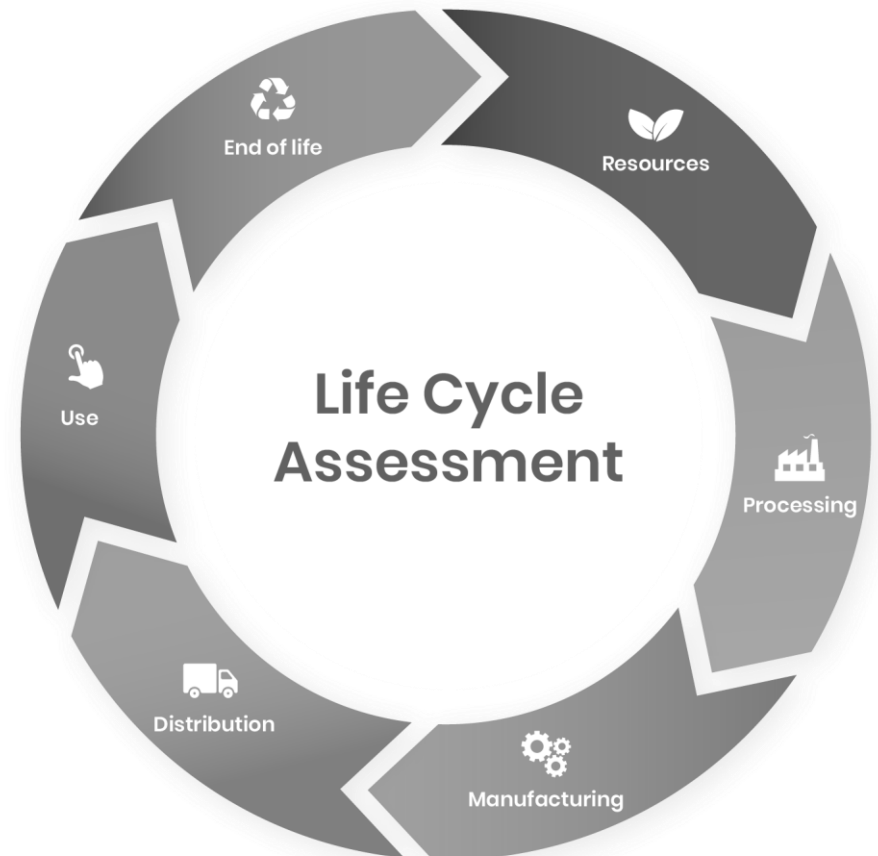
Exige tempo e esforço e requer experiência para fazer suposições informadas.

Simplificações excessivas resultam num elevado grau de incerteza.

Falta de dados de ACV sobre os materiais e atividades de construção que representam o contexto europeu, nacional e regional. No contexto nacional, apenas existem 42 DAPs disponíveis.

Dados ACV genéricos e ou médios podem não ser representativos no contexto português e insular.

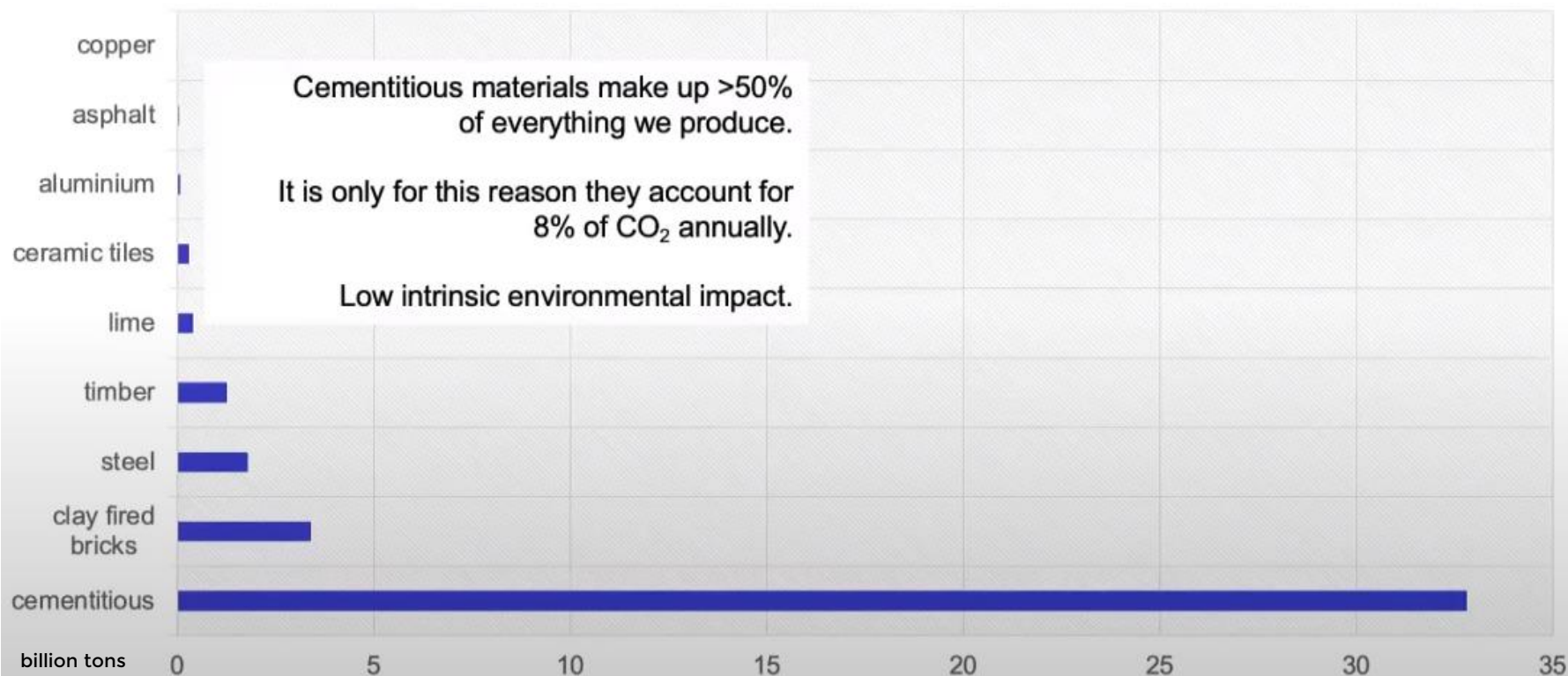
O objetivo de uma ACV, especialmente nas fases iniciais de projeto, não é quantificar de forma precisa os impactos de uma solução, mas sim a informar se um opção de projeto é preferível a outra/o.



Impacte dos Materiais

Materiais Cimentícios + Tijolos + Aço = 90 % dos Materiais de Construção

Karen Scrivener Embodied Carbon in EDGE – A More Holistic View of a Material's Environmental Impact



Materiais Cimentícios + Tijolos + Aço = 90 % dos Materiais de Construção



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

Insights

Most Recent

Podcasts

News

All Insights

DONATE



Wood Is Not the Climate-friendly Building Material Some Claim it to Be

Para substituir $\frac{1}{4}$ de betão por madeira seria necessário novas florestas sustentáveis equivalentes a 1.5 vezes o tamanho da Índia.

<https://www.wri.org/insights/mass-timber-wood-construction-climate-change>

Impacte dos Materiais

Materiais Cimentícios + Tijolos + Aço = 90 % dos Materiais de Construção

<https://www.materialepyramiden.dk/>

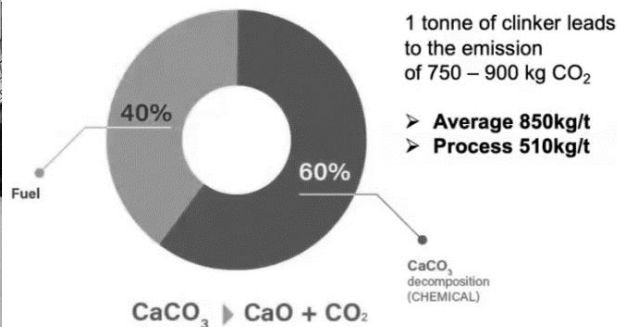
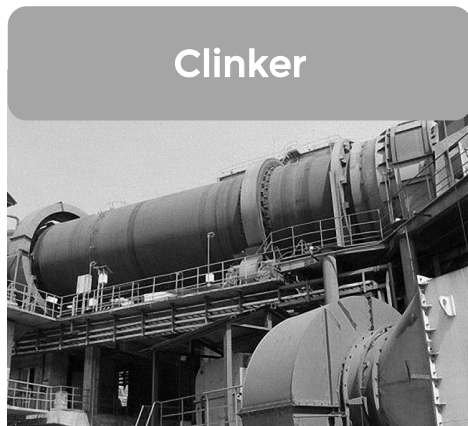
| GWP [kg CO₂ eq / m³]
| module A1-A3



Emissões de Co2 na produção de Clinker

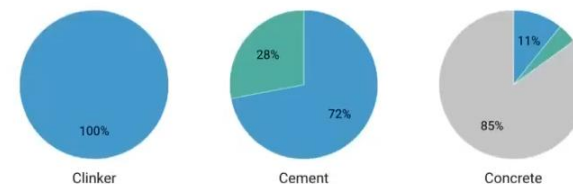
O cimento e o betão, assim como o aço, tem uma considerável quantidade de emissões que não estão relacionadas com a energia necessária para os produzir, mas sim com o processo químico, normalmente chamadas de *process emissions*.

Clinker



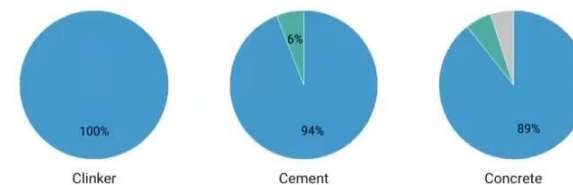
Percentage of Mass

■ Clinker ■ Other (Gypsum and SCMs) ■ Other(Aggregates and water)



Percentage of Emissions

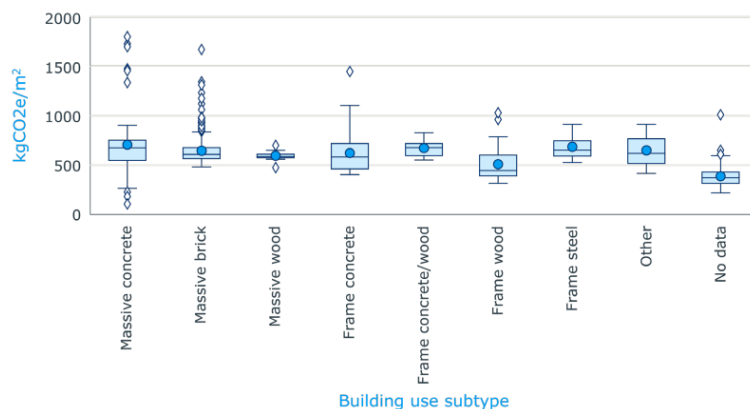
■ Clinker ■ Other (mainly electricity) ■ Other (including transport)



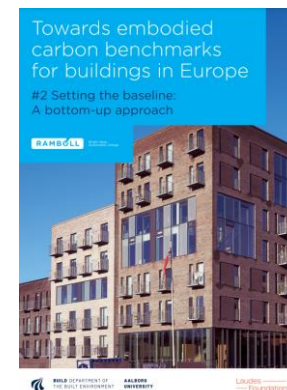
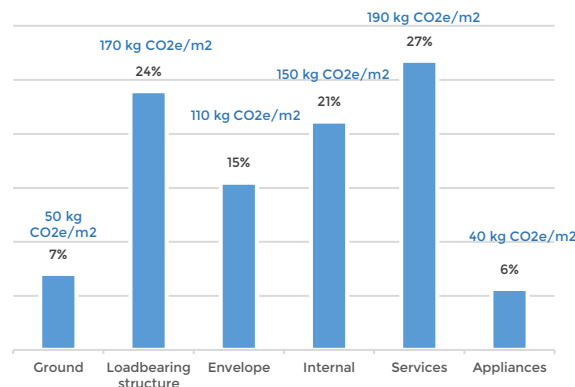
Impacte dos Materiais

É difícil substituir o betão e o aço
Mas podem ser usados de forma mais eficiente.

Embodied carbon per m² by building structure type for all EU-ECB cases



Contribuição média para as emissões de carbono incorporadas no ciclo de vida [%] por partes do edifício



Martin Röck, Andreas Sørensen, Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe #2 Setting the baseline: A bottom-up approach
<https://c.ramboll.com/lets-reduce-embodied-carbon>

Reduzir o Co₂ da produção de clinker

Produção eficiente
Waste fuels

Reduzir o clinker no cimento

Materiais Cimentícios complementares (e.g. argila calcinada, cinzas volantes)

Reduzir o cimento no betão

Bons aditivos

Otimizar o betão no edifício

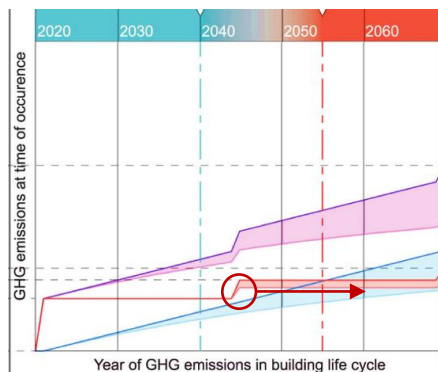
(Re)Uso de edifícios

Ao comparar diferentes tipos de estruturas, à exceção do betão, não se observa grandes discrepâncias em termos de KgCO₂e/m².

Isto, destaca o facto de haver espaço para melhoria.

Impacte dos Materiais

Design para Adaptabilidade



Este conceito defende que os edifícios devem ser adaptáveis e responder às exigências promovidas pelo ambiente e pelos utilizadores, como as funcionais e técnicas. O objetivo é prolongar a vida útil do edifício.

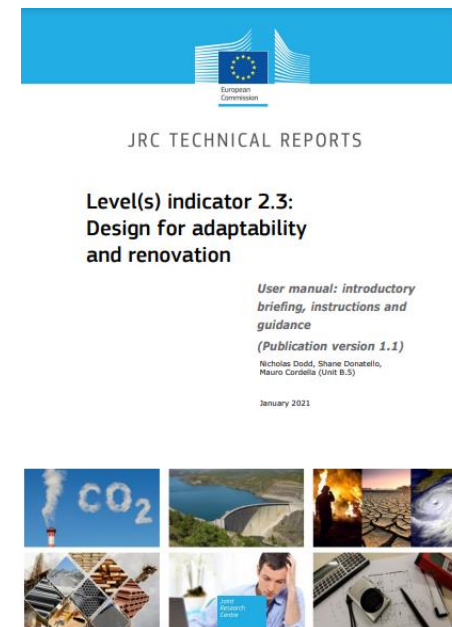


Impacte dos Materiais

Design para Adaptabilidade

Table 7. Office building scoring and weighting system for adaptability design aspects

Adaptability design concept	Specific design aspect to address	How the design aspect can contribute to adaptability	Scoring system	Weighting factor
1. Changes to the internal space distribution	1.1 Column grid spans	Wider column spans will allow for more flexible floor layouts.	Column spacing: - < 5400 mm 0 points - 5400 mm < 8100 mm 1 point - > 8100 mm 2 points - free span 3 points	1.5
	1.2 Façade pattern	Narrower bays will allow for more internal space configurations	Spacing between bays: - 1350 to >1800 mm 0 points - 1350 - 1800 mm 1 point - 1350 - 1800 mm, some bays 900 - 1350 mm 2 points - 900 - 1350 mm, some bays < 900 mm 3 points	1.5
	1.3 Internal wall system	Non-loading bearing internal walls will allow for changes to be made more easily to floor layouts.	- Immovable interior walls, multiple functions 0 points - Immovable interior walls, temporary structures 1 point - Movable interior walls, requires disassembly 2 points - Easily movable interior walls, partition system 3 points	4.5
	1.4 Unit size and access	By ensuring that access/egress is possible for sub-divisions of the spaces, this will provide more sub-letting options.	Weighted average unit/floor plate size: - > 600 m ² 0 points - 400 - 600 m ² 1 point - 200 - 400 m ² 2 points - < 200 m ² 3 points	3.0
2. Changes to the buildings servicing	2.1 Ease of access to service ducts	Access will be improved if services are not embedded in the building structure.	Location of key service ducts: - Embedded in the floor 0 points - Between 2 building layers 1 point - Above one building layer (floor) 2 points - Below one building layer (ceiling) 3 points	1.5
	2.2 Ease of access to plant rooms	Future changes of technical equipment will be facilitated if there is ease of access to plant rooms and equipment.	- Embedded in a sub-basement of the building 0 points - Located in a plant room on the roof or within an accessible patio 1 point - Located in a ground floor plant room with easy external access 2 points - Located external to the building with complete access 3 points	1.5
	2.3 Longitudinal ducts for service	The inclusion of longitudinal ducts will provide flexibility in the location of service points.	- Connection grid in 1 direction 0 points - Cable duct in 1 direction 1 point	1.5

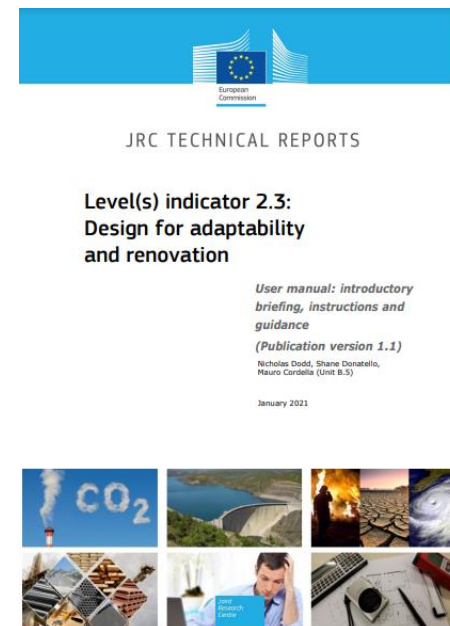


<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/documents>

Impacte dos Materiais

Design para Adaptabilidade

Adaptability design concept	Specific design aspect to address	How the design aspect can contribute to adaptability	Scoring system	Weighting factor
	routes		- Connection grid in 2 directions 2 points - Cable duct in 2 directions 3 points	
	2.4 Higher ceilings for service routes	The use of greater ceiling heights will provide more flexibility in the routing of services.	Internal height (floor surface to ceiling surface): - < 3000 mm 0 points - 3000-3500 mm 1 point - 3500-4000 mm 2 points - > 4000 mm 3 points	4.5
	2.5 Services to sub-divisions	By ensuring that individual servicing for sanitary facilities is possible for sub-divisions of the spaces, this will provide more sub-letting options.	Weighted average unit/floor plate sub-division size that can be serviced: - > 600 m² 0 points - 400 - 600 m² 1 point - 200 - 400 m² 2 points - < 200 m² 3 points	3.0
3. Changes to the buildings' façade and structure	3.1 Non-load bearing facades	Non-load bearing facades will allow for changes to be made more easily to both internal layouts and external elements.	- Bearing facade with bearing obstacles 0 points - Bearing facade, no bearing obstacles 1 point - Non-bearing facade, bearing obstacles 2 points - Non-bearing facade, no bearing obstacles 3 points <i>Note: Examples of obstacles include bearing interior walls, columns, elevator shafts or installation ducts.</i>	4.5
	3.2 Future-proofing of load bearing capacity	The incorporation of redundant load bearing capacity will support potential future changes in the building's façade and uses.	Variable capacity: - 1,75 kN/m² 0 points - 2,50 kN/m² 1 point - 4,00 kN/m² 2 points - 5,00 kN/m² 3 points	4.5
	3.3 Structural design to support future expansion	Structural designs that have the vertical strength to support additional storeys will allow for future expansion of the floor area.	Capacity to add storeys: - 1 storey 0 points - 2 storey 1 point - 3 storeys 2 points - 4 or more storeys 3 points	1.5



Design para a Desmontabilidade

Recuperação sem danos de materiais, componentes e sistemas durante e após a vida útil do edifício, substituindo as atuais práticas de demolição.

- facilidade de acesso aos componentes e serviços,
- evitar tratamentos e acabamentos desnecessários,
- minimizar o uso de diferentes tipos de materiais e produtos,
- separação funcional da estrutura, paredes e serviços - “Shearing Layers”,
- standardização, design modular.

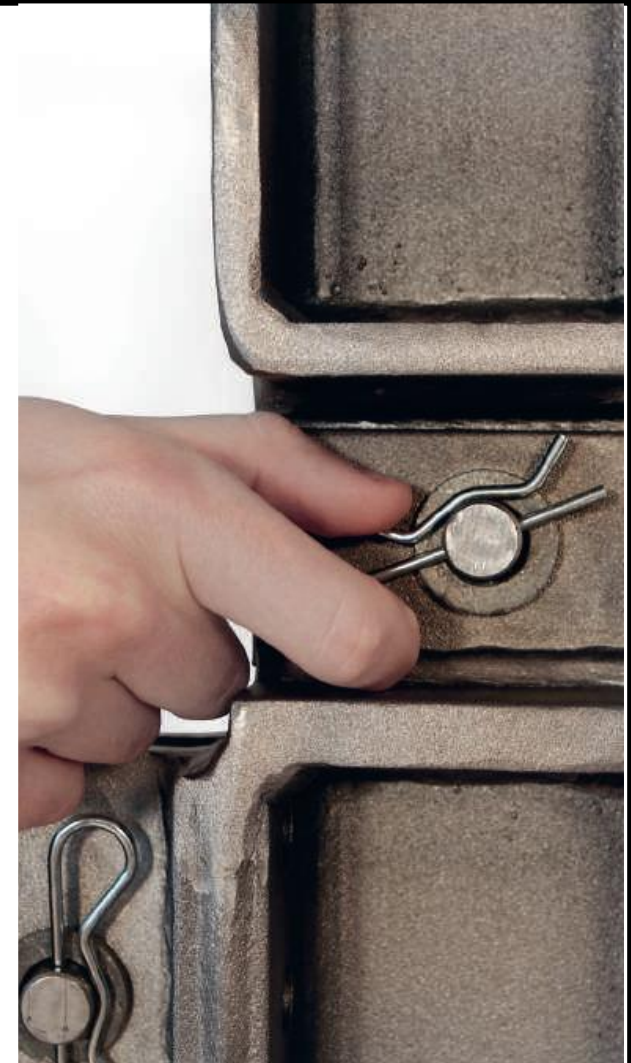
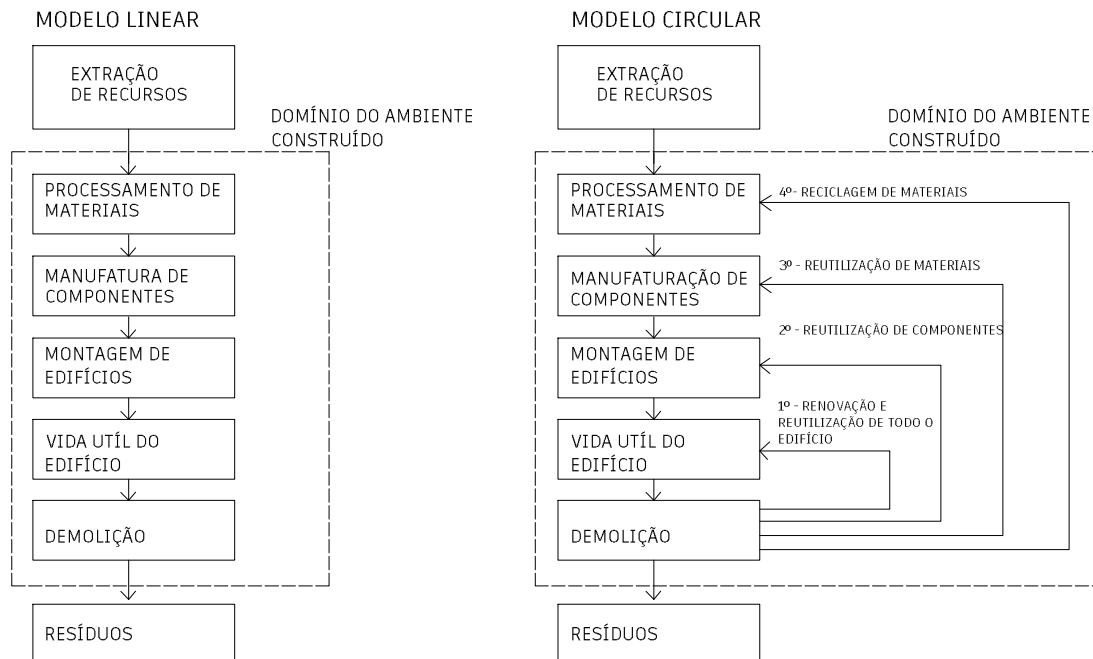
Considerar a desmontabilidade de uma solução vai influenciar o seu cenário de fim de vida na AVC.



Impacte dos Materiais

Design para a Desmontabilidade

Deve-se considerar uma hierarquia de reutilização e reciclagem que começa com a renovação do edifício e a reutilização dos sistemas e terminando com a reciclagem do material.



Conclusões

Minimizar o uso de betão e aço. (Re)Uso de estruturas existentes, otimizar o uso de betão.

Minimizar o uso de materiais não endógenos, de modo a evitar emissões de transporte.

Dar preferência a produtos reutilizados ou com conteúdo reciclados.

Acompanhar novos desenvolvimentos nas metodologias e nos produtos.\



Centro
de Valorização e Transferência de
Tecnologias

Fotografias de Susana Rego (Iscte)

Conclusões

Projetar para prazos maiores possibilitando novos usos, em especial estruturas e comunicações verticais: pés direitos, fachadas flexíveis, coretes e acessos.

Projetar tendo em consideração princípios de desmontabilidade.



Centro
de Valorização e Transferência de
Tecnologias

Fotografias de Susana Rego (Iscte)

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

FORMAÇÃO (B-LEARNING)



FIM

ricardo.resende@iscte-iul.pt
sara.parece@iscte-iul.pt

24 | 11 | 2023

Ricardo Resende e Sara Parece - Iscte



GOVERNO
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente
e Alterações Climáticas



MAC 2014-2020
Cooperação Territorial

