Research Fund for Coal & Steel

LVS 3

Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures

DOCUMENTO DE BASE: METODOLOGIA DE ACV

ArcelorMittal

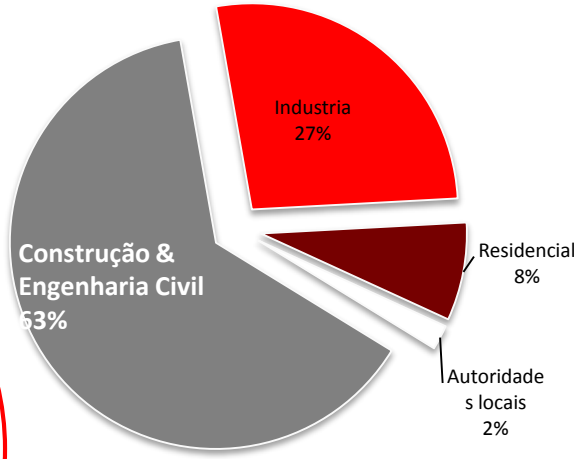
Dezembro 2014

Contexto no setor da construção

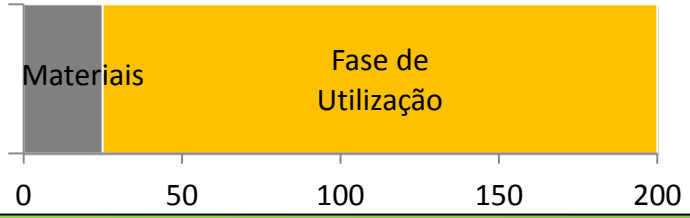
Na Europa, o setor da construção representa:

Muitos novos conceitos

Quota de resíduos depositados em França



Distribuição do consumo de energia de um edifício (kWh/m².ano)



Nós gastamos 90% do nosso tempo dentro de edifícios

Fontes: Ademe, comissão EU

Agenda

1) Noções básicas

- Desenvolvimento sustentável e conceito de ciclo de vida
- Análise do ciclo de vida

2) Avaliação do impacto ambiental dos edifícios

- Escalas de avaliação
- Declarações ambientais de produto
- CEN TC350: Contexto, conceitos principais
- Foco no módulo D

3) Avaliação do impacto ambiental do aço

- O ciclo do aço
- Benefícios da reciclagem

1) Noções básicas

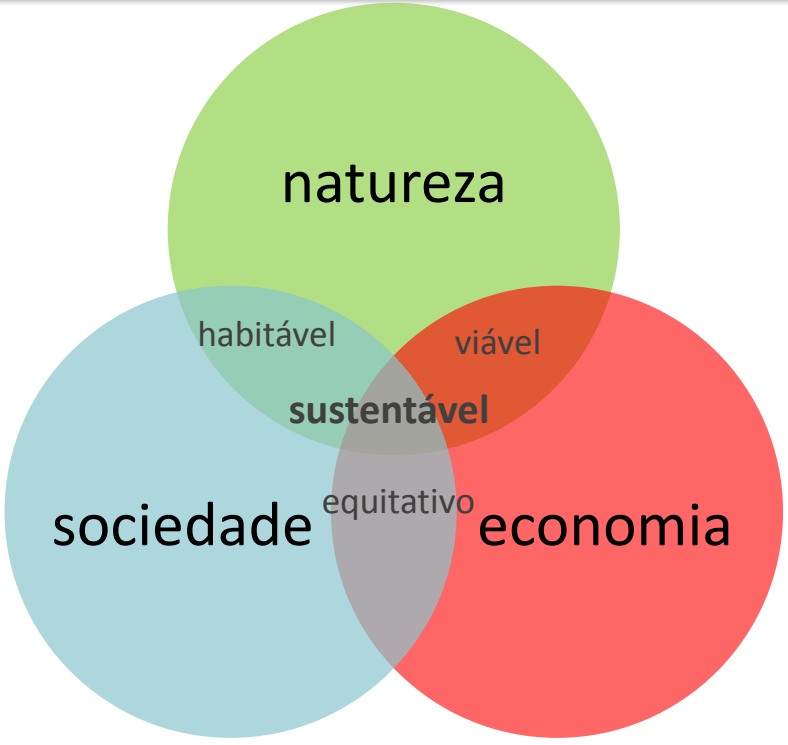
Desenvolvimento sustentável

"o desenvolvimento sustentável satifaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas próprias necessidades"

Brundtlandt Report

(World Commission on Environment & Development, 1987)

3 pilares do desenvolvimento sustentável



Porque é tão crítico?

- Compreender e antecipar onde os nossos custos da cadeia de fornecimento podem aumentar no futuro, devido às questões ambientais
- Compreender onde a nossa cadeia de fornecimento pode ser afetada por questões sociais
- Demonstrar o valor sustentável de produtos & soluções em aço através de:
  - Dos benefícios ambientais do aço e o custo-eficácia
  - Impacto social local sobre as partes interessadas (criação de empregos, etc.)
  - Benefícios sociais de produtos materiais e soluções (latas, pontes, etc.)
  - Capacidade de integrar populações com baixo rendimento na cadeia de valor
  - …
- As decisões de hoje refletem-se nos problemas com que as gerações futuras terão de lidar
- A industria do aço deve ser parte da solução

"The world cannot succeed without business as a committed solution provider to sustainable societies and ecosystems"
WBCSD President Bjorn Stigson

Ferramentas de avaliação ambiental

- Sistema de Gestão Ambiental (site/empresa especifica, ISO 14000)
- Protocolo (nível da empresa, nível local) de Gases de Efeitos de Estufa (GEE)
- Análise do Ciclo de Vida (ACV), Custos do Ciclo de Vida, ACV Social (produto/serviço especifico)
- Eco-design, Design para X
- Avaliação do Risco para a Saúde, Avaliação do Risco para os Ecossistemas
- Indicadores (GRI, IBGN, Pegada ecológica…)
- Analise Custo-benefício, Economia Ambiental
- ….

Conceito do Ciclo de Vida (*Life Cycle Thinking*)

- A maneira de identificar possíveis melhorias para bens e serviços sob a forma de reduzir os impactos ambientais e reduzir a utilização de recursos em todas as fases do ciclo de vida.

Fonte: JRC

LCT na Política Europeia

- O **Plano de Ação para o Consumo e Produção sustentáveis** tem como objetivo reduzir o impacto ambiental global e o consumo de recursos associados com o ciclo de vida completo de bens e serviços (produtos)

- **Comunicação "Politica Integrada de produtos"** (COM(2003)302)

- **Estratégia temática sobre Utilização Sustentável dos Recursos Naturais** (COM(2005)670)

- Estratégia Temática de **Prevenção e Reciclagem de Resíduos** (COM(2005)666)

Conceito de Ciclo de Vida: Porquê?

1. Ação local vs. impacto global

2. Deslocação de impactos de uma fase do ciclo de vida para outra

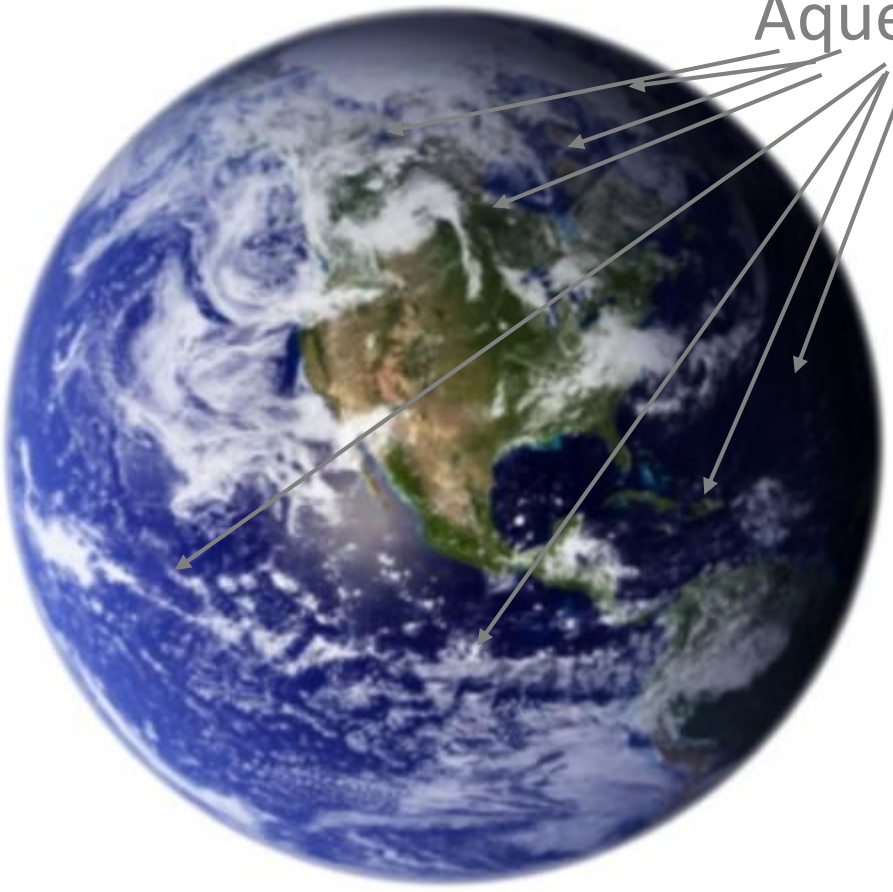
3. Deslocação da poluição de um impacto ambiental para outro

1 – Ação local vs. impacto global

Ação Local

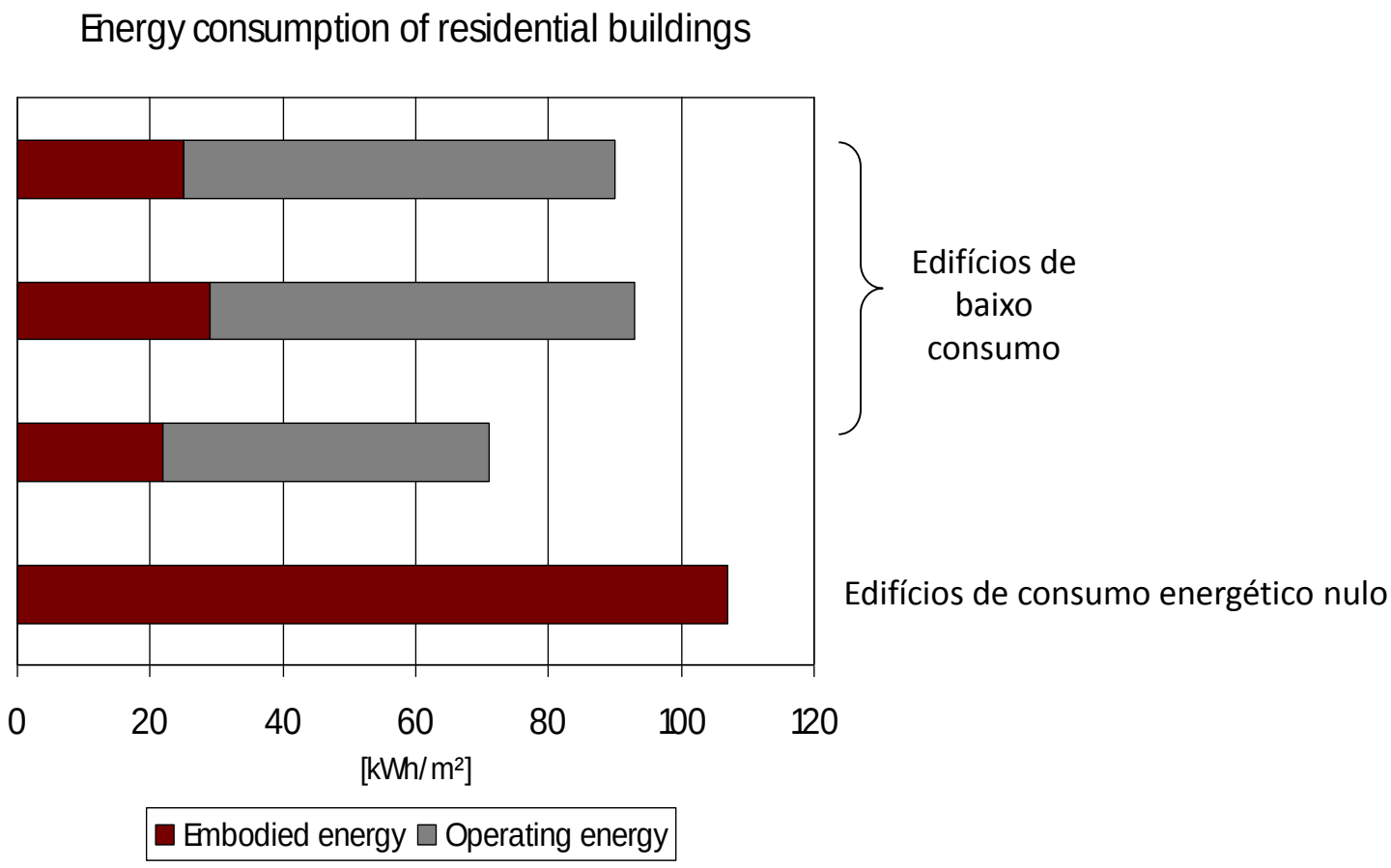
Créditos : CIRAIG

1 – Ação local vs. impacto global



Créditos : CIRAIG

2 – Deslocação de impactos de uma fase do ciclo de vida para outra



Fonte: Energy and Buildings 42 (2010) 1592–1600

3 – Deslocação de um impacto ambiental para outro

Prevenir a deslocação de problemas ambientais!

Mas outras emissões

Créditos : CIRAIG

Análise do Ciclo de Vida

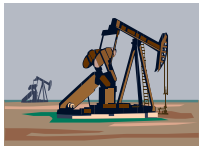
- Definição

Analise dos potenciais impactos ambientais de um produto ou serviço na sua fase de produção, fase de utilização e eliminação (fim-de-vida).

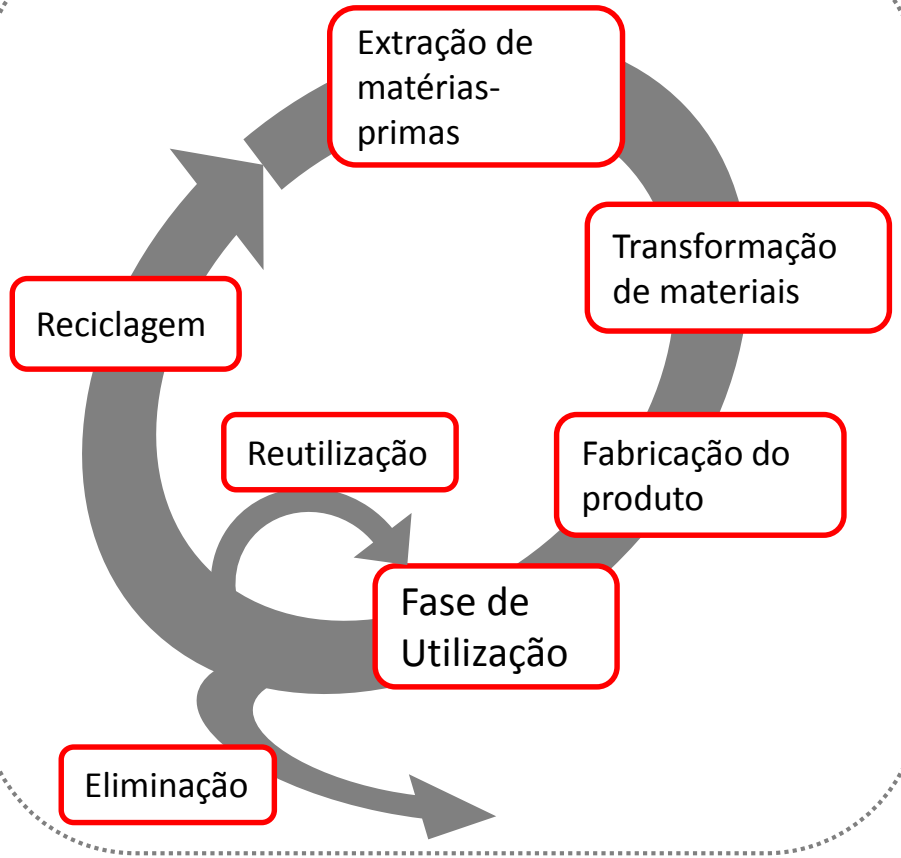
- Benefícios
  - Internos
    - A deteção de riscos estratégicos e questões ambientais
    - Desenvolvimento de produtos sustentáveis com base em informações ambientais ⇨ Ecodesign
    - Comunicação com políticos e autoridades
  - Externos
    - Melhoria da imagem devido ás considerações ecológicas
    - Apoiar inovações e diminuição dos impactos ambientais
    - Vantagem de competitividade através da inclusão de aspetos ambientais

Análise do Ciclo de Vida

Consumo de recursos



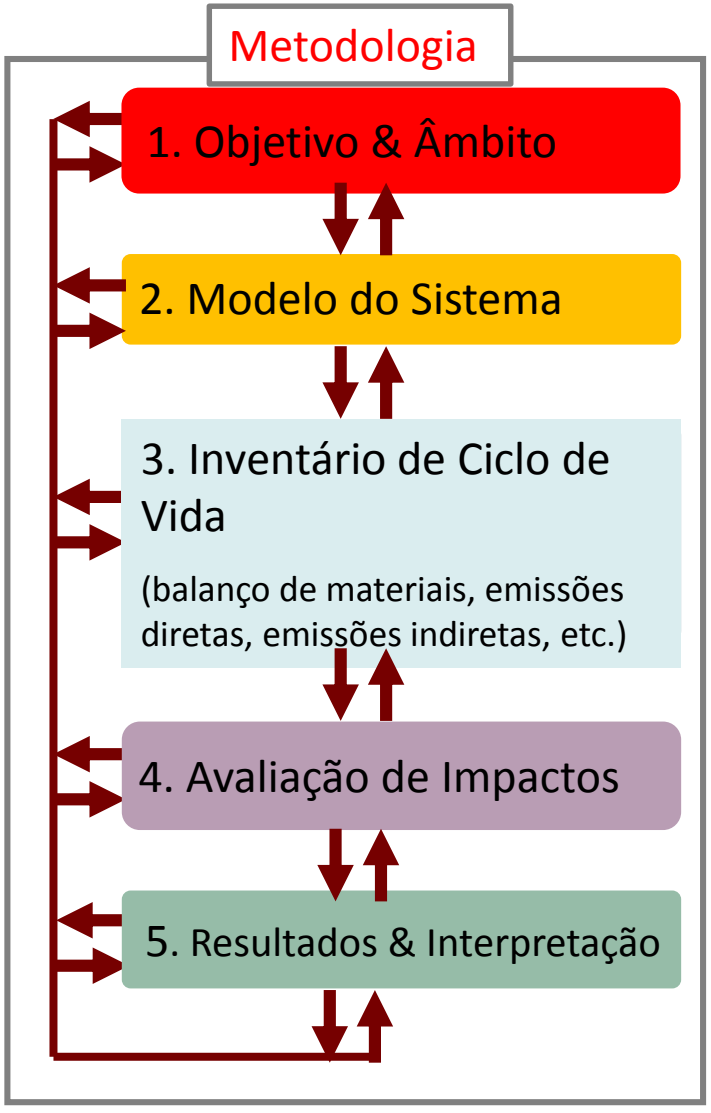
Ciclo de vida do Produto



Emissões e resíduos para o ambiente

Análise do Ciclo de Vida

- Método genérico, para todos os produtos e serviços, providenciando informação ambiental segundo normas internacionais (ISO 14040 e 14044)
- Essas normas não impõem um método preferido para alocação, os indicadores, fronteiras do sistema em estudo ⇨ elevado grau de liberdade
- Uma ACV não aborda
  - REACH
  - Risco ambiental
  - Segurança do trabalhador
  - Aspetos económicos e sociais
  - Pegada de carbono das empresas



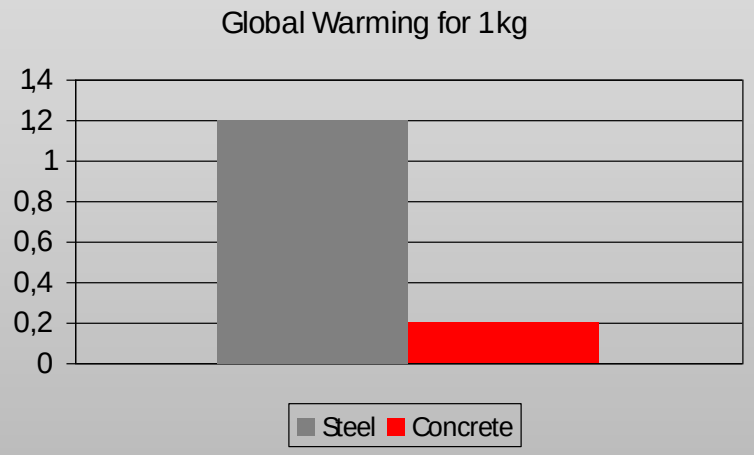
Análise do Ciclo de Vida

- Palavra-chave #1, a unidade funcional: objeto de estudo da ACV
  - Exemplos: 1m² de revestimento, 1 viga com um vão e carga específicos, 1kg de cimento
  - *As comparações entre produtos apenas para funções equivalentes*

1kg de Aço

vs.

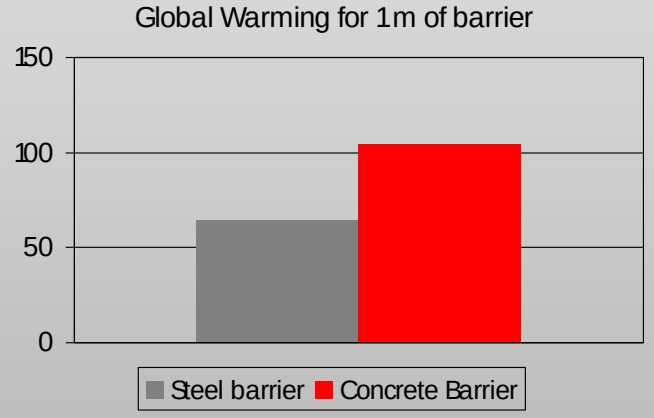
1kg de Betão



1m barreira de aço

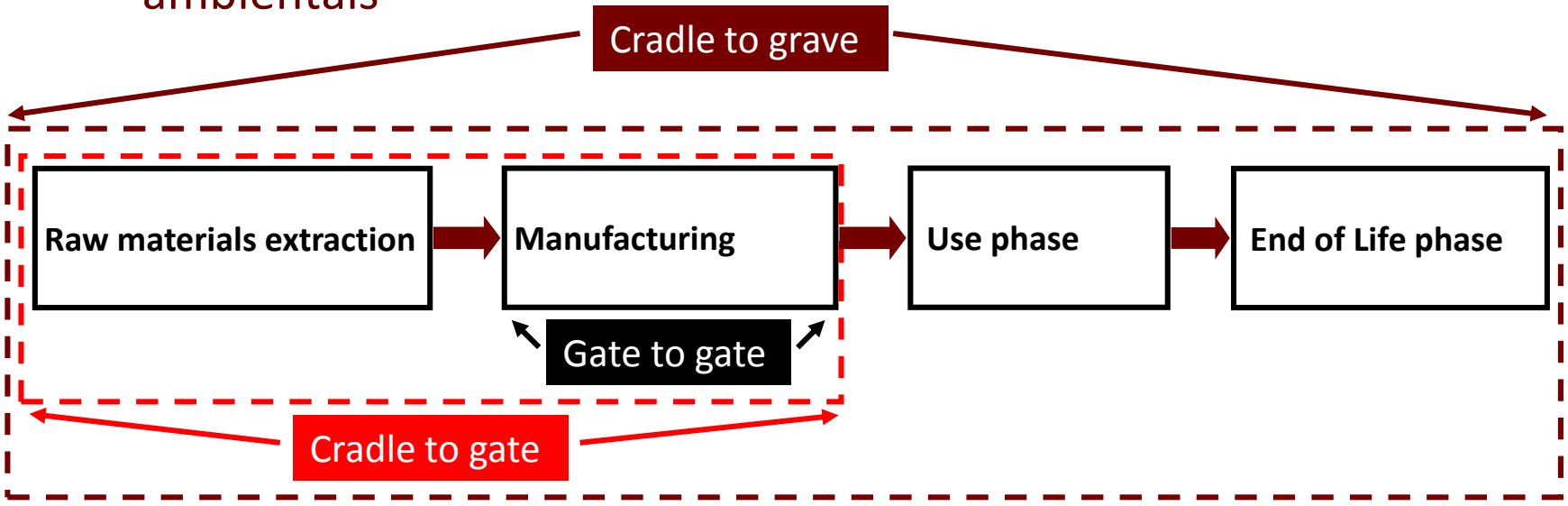
vs.

1m barreira de betão



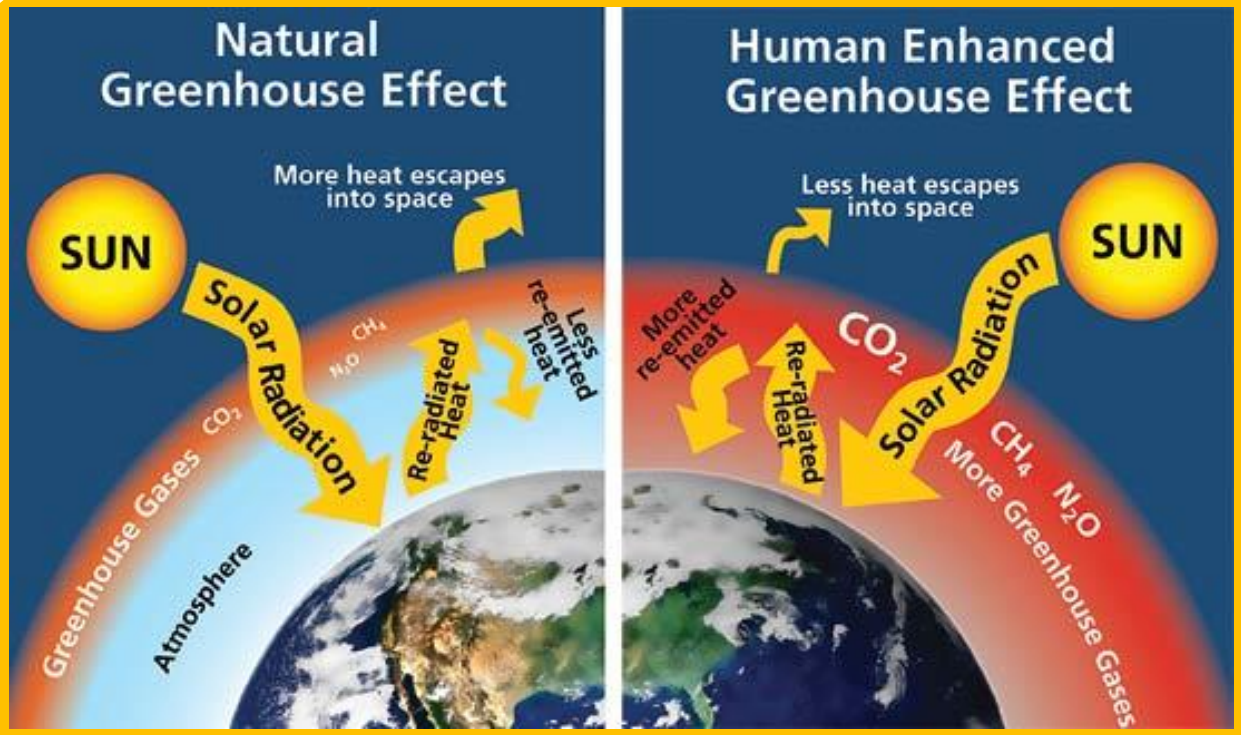
Análise de Ciclo de Vida

- Palavra-chave #2, as fronteiras do sistema
  - No domínio dos transportes e da construção, a fase de utilização pode ser responsável por cerca de 80-90% dos impactos ambientais



Análise do Ciclo de Vida

- Palavra-chave #3, os indicadores ambientais
  - Consumos, emissões e resíduos são transformados em impactos
  - Exemplo: Potencial de Aquecimento Global (PAG)



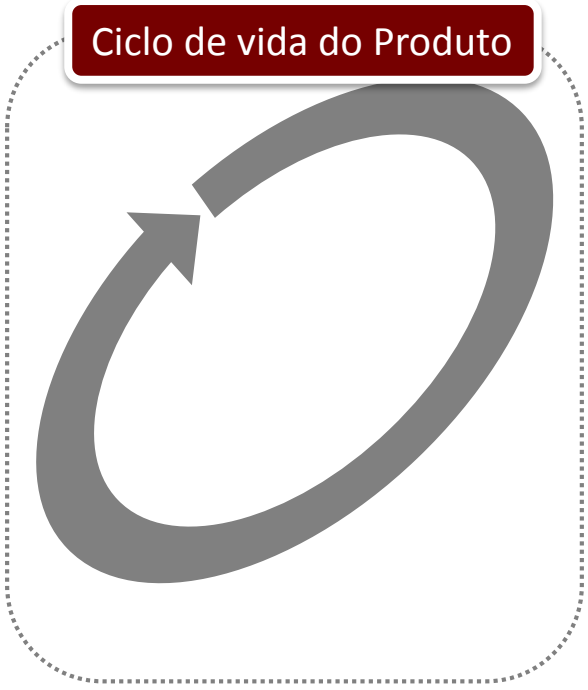
A ocorrência natural dos gases efeitos de estufa, normalmente armazena algum calor proveniente do sol, impedindo o congelamento do planeta.

As atividades humanas, como a queima de combustíveis fosseis, estão a aumentar os níveis de gases de efeitos de estufa, aumentando assim o efeito de estufa. O resultado é o aquecimento global e a taxas sem precedentes de alterações climáticas.

http://www.nps.gov/goga/naturescience/climate-change-causes.html

Análise do Ciclo de Vida

- Palavra-chave #3, os indicadores ambientais
  - Consumos, emissões e resíduos são transformados em impactos
  - Exemplo: Potencial de Aquecimento Global (PAG)



Emissão de gases efeito estufa	Conversão em impacto GWP
	Modelo desenvolvido por IPCC
100 kg CO_2	1 * 100 kg CO_2eq
10 kg CH_4	25 * 10 kg CO_2eq
1 kg N_2O	298 * 1 kg CO_2eq

GWP = 648 kg CO_2eq

Análise do Ciclo de Vida

- Palavra-chave #4, a revisão critica (*peer review*)
  - Realizada por um perito independente, além de um painel de partes interessadas para as afirmações comparativas
  - Custo 7k€ – 20k€
- Conformidade com padrões diferentes dependendo do tipo de estudo
  - Estudos genéricos de ACV: ISO 14040 – 44
  - Declaração ambiental genérica: ISO 14025
  - Declaração ambiental para produtos de construção em todo o mundo: ISO 21930
  - Declaração ambiental para produtos de construção na Europa: EN 15804
  - Declaração ambiental para produtos de construção em França: NF P01-010 ou NF EN 15804, depois de 2014, apenas EN 15804

Análise do Ciclo de Vida

- Palavra-chave #5, dados
- Na prática, é necessário uma grande quantidade de dados para modelar toda a vida de um produto (pedreiras, conversão de energia, aterro, meios de transporte, etc.)
  - Necessidade de bases de dados específicas que fornecem médias viáveis para zonas geográficas especificas (e.g. a produção de 1kWh de eletricidade em França)
- Existem muitas bases de dados, cada uma com a sua qualidade
  - Base de dados industriais (worldsteel, Plasticseurope, Betie, etc - grátis)
  - Ecoinvent (centros de investigação na Suíça – a maior base dados do mundo- modelações teóricas – caro)
  - GaBi (empresa de consultoria Alemã – trabalha com industrias incluindo worldsteel – caro)
  - Inies (para produtos de construção FDES – não necessariamente verificados – former French standard –grátis)
  - Diogen (focado em produtos de Engenharia – former French standard – grátis)

Análise do Ciclo de Vida

- Questões metodológicas que levam a debates entre profissionais
  - Alocação (quota de impactos entre subprodutos)
    - Distinção entre subprodutos e resíduos
    - Física (peso, estequiometria) ou base económica
    - Pode ter grande influência no resultado
  - Fim-de-Vida
    - Contabilização dos benefícios da reciclagem
    - Benefícios para o utilizador ou produtor de sucata?
    - E sobre *downcycling*, a valorização etc.?
  - Fonte de dados
    - Qualidade dos dados
    - Representatividade
    - Consistência entre métodos (fronteiras, alocação)

2) Avaliação do impacto ambiental dos edifícios

Muitos níveis de avaliação

1. Componentes (fachadas, coberturas, elementos estruturais, etc.) podem ser descritas por DAPs

2. A eficiência energética é regulada ou rotulada
   - RT 2012 (FR)
   - Minergie (CH)
   - PassivHaus (DE) etc

3. As certificações de edifícios, avaliam o edifício por completo e podem integrar aspetos económicos e sociais

4. ACV para todo o edifício: avaliação completa de todo o ciclo de vida do edifício, tendo em consideração os materiais constituintes e a eficiência térmica

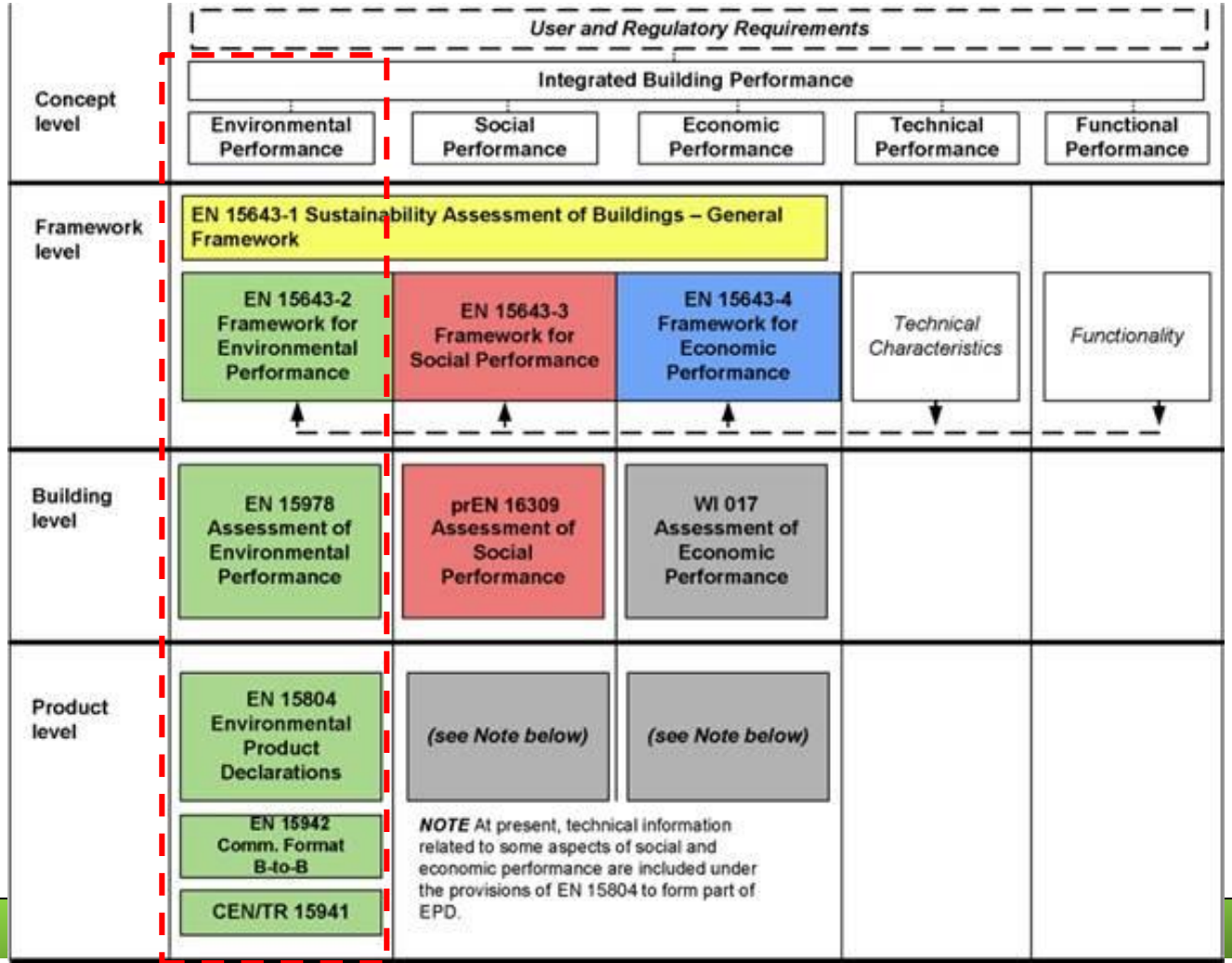
Normalização da avaliação ambiental dos edifícios: Trabalhos do CEN TC350

Contexto

- O Comité Europeu de Normalização (CEN), no âmbito do mandato atribuído pela Comissão Europeia para o desenvolvimento de métodos normalizados horizontais de avaliação do desempenho ambiental integrado de edifícios

Estrutura CEN/TC350

- 3 pilares, 4 níveis



Conceito-chave: modularidade

Impactos da produção e fabrico aqui

PRODUCT stage			PROCESS stage		USE stage					END-OF-LIFE stage				Benefits and loads beyond the system boundary
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction – installation process	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Deconstruction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse- Recovery- Recycling- potential
					B6	Operational energy use								
					B7	Operational water use								

Mandatory

EPD cradle-to-gate

Mandatory *Optional*

EPD cradle-to-gate with option

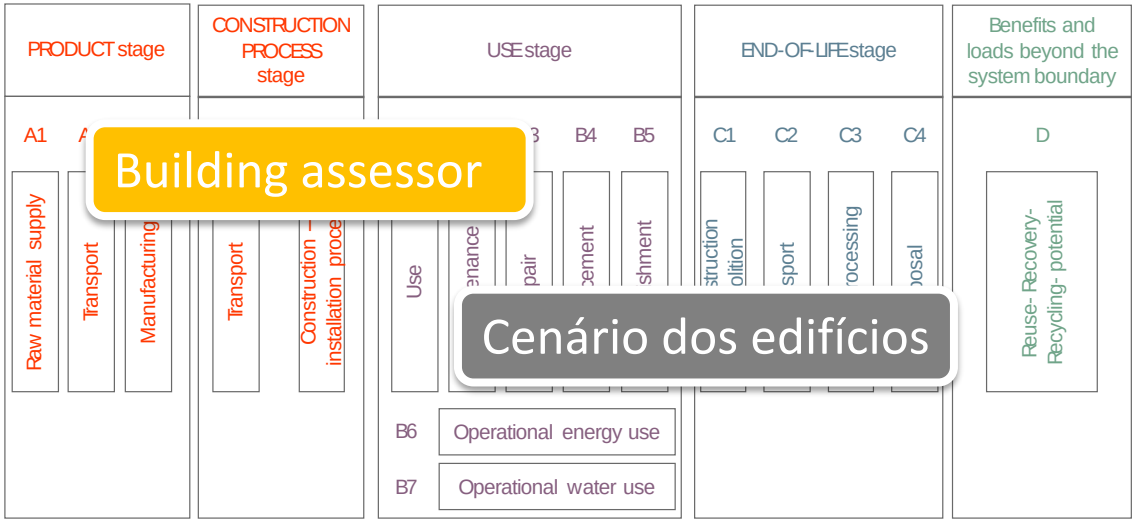
Mandatory *Optional*

EPD cradle-to-grave

Benefícios da reciclagem calculados aqui

Modularidade em 2 níveis

Ao nível do Edifício
EN 15978



Ao nível do produto
EN 15804

Transparência: sem agregação entre os módulos
Dados do produto integrados ao nível da construção
Comparação ao nível do edificio ou sistema

LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES

Parâmetros que descrevem os impactos ambientais						
GWP [kgCO2eq]	ODP [kgCFCeq]	AP [kgSO2eq]	EP [kgPO4eq]	POCP [kgEtilenoeq]	APD-elements [kgSbeq]	ADP-fossil fuels [MJ NCV]

Parâmetros que descrevem a utilização de recursos, energia primária					
Utilização de energia primária renovável excluindo recursos energéticos renováveis utilizados como matérias-primas [MJ NCV]	Utilização de fontes de energia renováveis como matérias-primas [MJ NCV]	Utilização total de energia primária renovável (energia primária e recursos de energia primária como matéria-prima) [MJ NCV]	Utilização de energia primária não renovável excluindo recursos energéticos primários não renováveis como matérias –primas [MJ NCV]	Utilização de recursos energéticos não renováveis utilizados como matérias-primas [MJ NCV]	Utilização total de energia primária não renovável e de recursos energéticos primários utilizados como matérias-primas[MJ NCV]

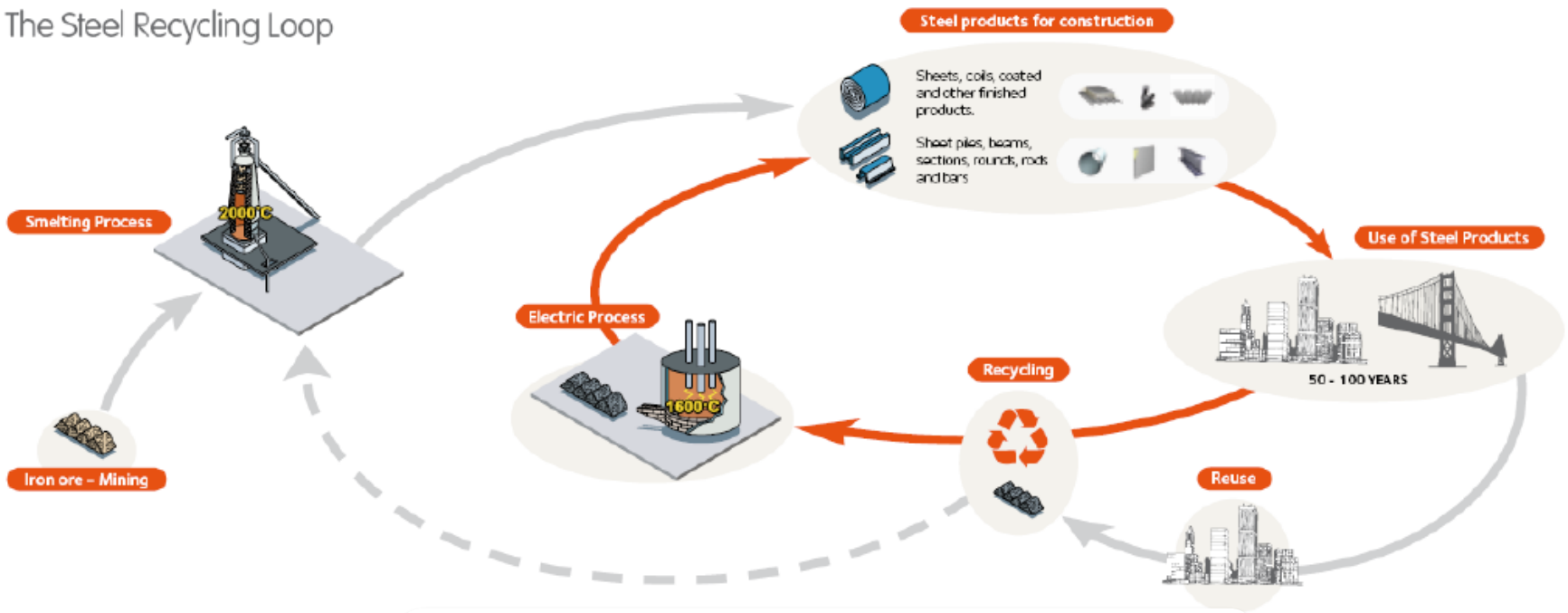
Parâmetros que descrevem a utilização de recursos, matérias e combustíveis secundários, e utilização de água			
Utilização de materiais secundários [kg]	Utilização de combustíveis renováveis secundários [MJ]	Utilização de combustíveis secundários não renováveis [MJ]	Utilização de água potável [m3]

Outras informações ambientais que descrevem a categoria de resíduos			Outras informações ambientais que descrevem o fluxo de saída			
Resíduos perigosos eliminados [kg]	Resíduos não perigosos eliminados[kg]	Resíduos radioativos eliminados [kg]	Componentes para reutilização [kg]	Materiais para reciclagem [kg]	Materiais para recuperação energética [kg]	Energia exportada[kg]

3) Avaliação ambiental do aço

Produção do Aço

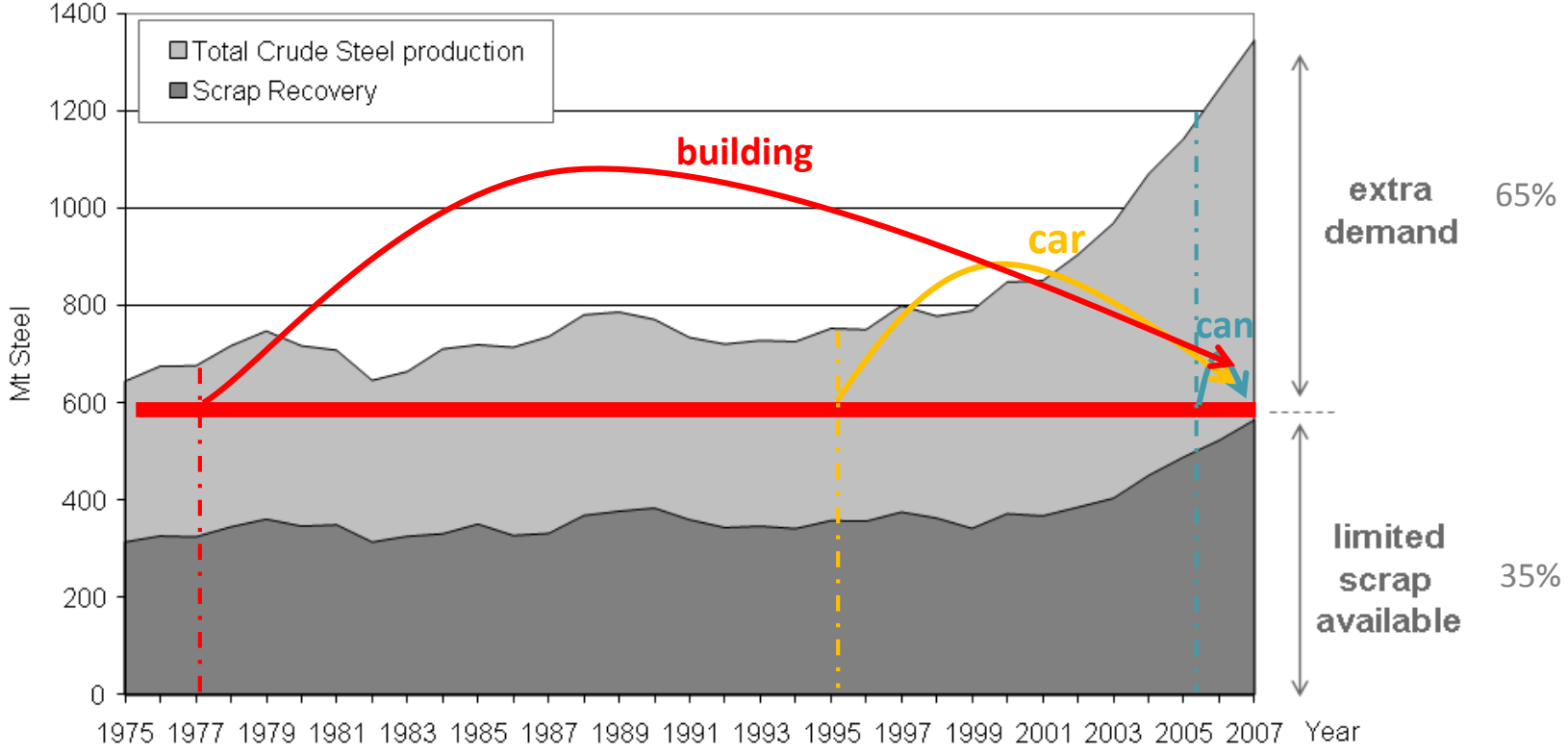
- Duas vias principais para a produção do aço
  - Via Alto Forno (BF/BOF) (essencialmente primária)
  - Via Forno de Arco Eléctrico (EAF) (essencialmente secundaria)



2 vias = 1 produto

Procura de aço vs. oferta de sucata

Aumento da procura de aço + Falta de sucata disponível = Percentagem de produção primária ainda elevada



Produção de aço por processo e região, 2007

	Production milion metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Austria	7.6	90.7	9.3	-	-	100.0
Belgium	10.7	66.8	33.2	-	-	100.0
Bulgaria	1.9	53.8	46.2	-	-	100.0
Czech Republic	7.1	90.6	9.4	-	-	100.0
Finland	4.4	70.4	29.6	-	-	100.0
France	19.2	61.3	38.7	-	-	100.0
Germany	48.6	69.1	30.9	-	-	100.0
Greece	2.6	-	100.0	-	-	100.0
Hungary	2.2	77.6	22.4	-	-	100.0
Italy	31.5	36.7	63.3	-	-	100.0
Latvia (e)	0.6	-	0.4	99.6	-	100.0
Luxembourg	2.9	-	100.0	-	-	100.0
Netherlands	7.4	97.8	2.2	-	-	100.0
Poland	10.6	58.3	41.7	-	-	100.0
Portugal (e)	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Romania	6.3	69.6	30.4	-	-	100.0
Slovak Republic	5.1	92.3	7.7	-	-	100.0
Slovenia	0.6	-	100.0	-	-	100.0
Spain	19.0	22.1	77.9	-	-	100.0
Sweden	5.7	66.1	33.9	-	-	100.0
United Kingdom	14.3	78.8	21.2	-	-	100.0
European Union (27)	209.5	59.6	40.2	0.3	-	100.0
Turkey	25.8	24.8	75.2	-	-	100.0
Others	4.1	36.4	63.6	-	-	100.0
Other Europe	29.8	26.4	73.6	-	-	100.0
Russia	72.4	56.9	26.6	16.4	-	100.0
Ukraine	42.8	51.4	3.8	44.8	-	100.0
Other CIS	9.5	50.3	41.7	8.0	-	100.0
CIS	124.7	54.5	20.0	25.5	-	100.0

	Production milion metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Canada	15.6	59.2	40.8	-	-	100.0
Mexico	17.6	26.0	74.0	-	-	100.0
United States	98.2	41.1	58.9	-	-	100.0
NAFTA	131.3	41.2	58.8	-	-	100.0
Argentina	5.4	48.1	51.9	-	-	100.0
Brazil	33.8	75.9	24.1	-	-	100.0
Chile	1.7	72.5	27.5	-	-	100.0
Venezuela	5.0	-	100.0	-	-	100.0
Others	3.4	22.4	77.6	-	-	100.0
Central and South America	49.3	61.3	38.7	-	-	100.0
Egypt (e)	6.2	16.1	83.9	-	-	100.0
South Africa	9.1	49.7	50.3	-	-	100.0
Other Africa	3.3	38.9	61.1	-	-	100.0
Africa	18.7	36.5	63.5	-	-	100.0
Iran (e)	10.1	22.7	77.3	-	-	100.0
Saudi Arabia	4.6	-	100.0	-	-	100.0
Other Middle East	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Middle East	16.1	14.1	85.9	-	-	100.0
China (e)	489.2	89.9	10.1	-	0.0	100.0
India (e)	53.1	39.9	58.2	1.9	-	100.0
Japan	120.2	74.2	25.8	-	-	100.0
South Korea	51.6	53.4	46.6	-	-	100.0
Taiwan, China	20.9	52.1	47.9	-	-	100.0
Other Asia	19.1	-	100.0	-	-	100.0
Asia	754.1	78.1	21.7	0.1	0.0	100.0
Australia	7.9	80.8	19.2	-	-	100.0
New Zealand	0.8	72.5	27.5	-	-	100.0
World	1,342.4	66.3	31.2	2.5	0.0	100.0

(e): estimate

35% - 65%

European Union (27)	115.6

World	481.9

55% - 45%

Consumo de sucata, Europa e Mundial

Reciclagem na ACV: uma base fundamental para o aço

- Conteúdo reciclado e taxa de reciclagem no Fim-de-Vida

Fase de produção
Utilização de materiais reciclados

→

Fase de utilização

→

Fase de Fim de Vida
Reciclagem de materiais

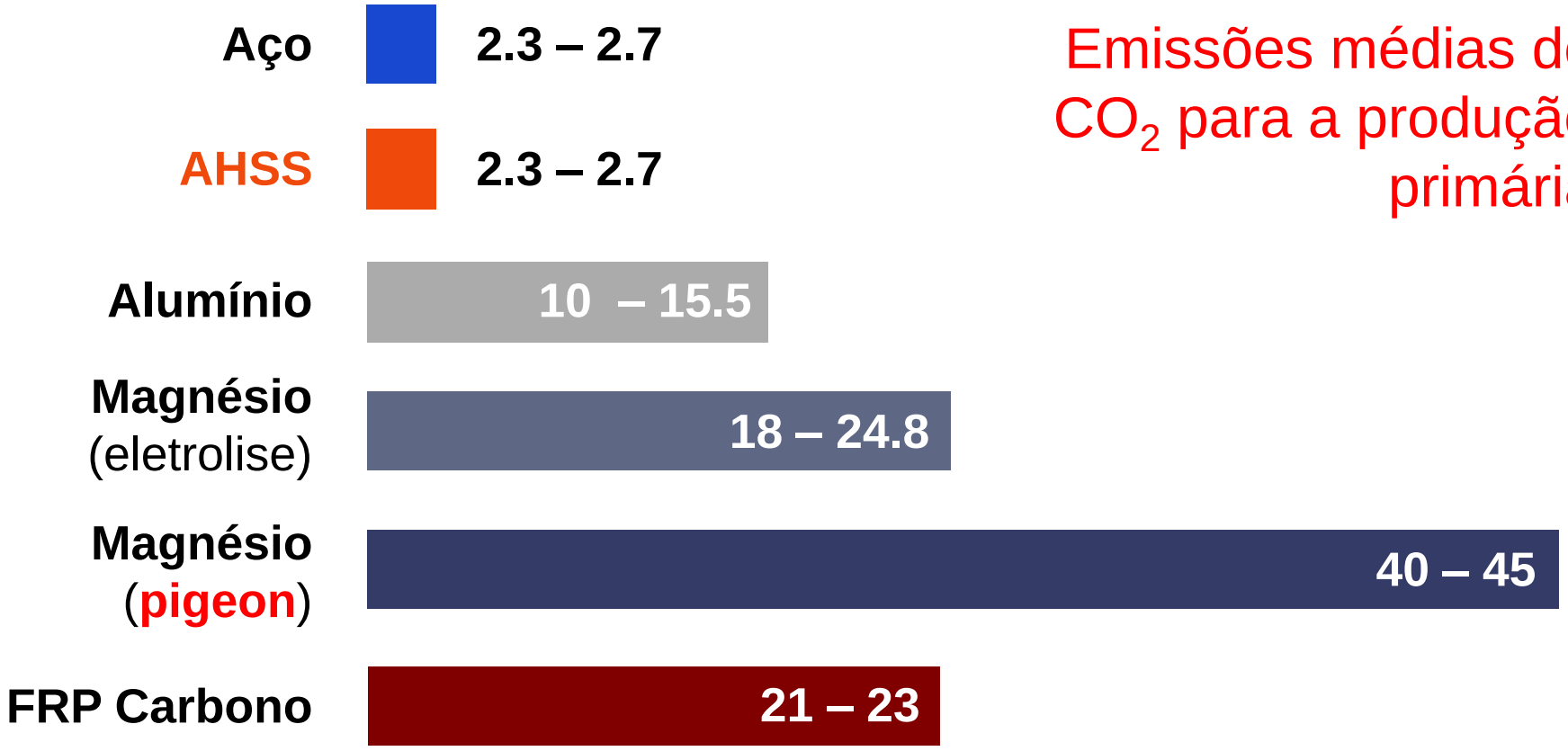
Conteúdo reciclado

- Focado no produto
- Considera a anterior reciclagem de materiais
- Compatível com materiais que possuem um número limitado de reciclagens e uma baixa taxa de reciclagem (polímeros, betão…)

Taxa de reciclagem

- Escala de Material
- Tem em consideração a vantagem ambiental de futuras reciclagens
- Apoiada pela industrial metalúrgica: abordagem o futuro dos produtos muito importante

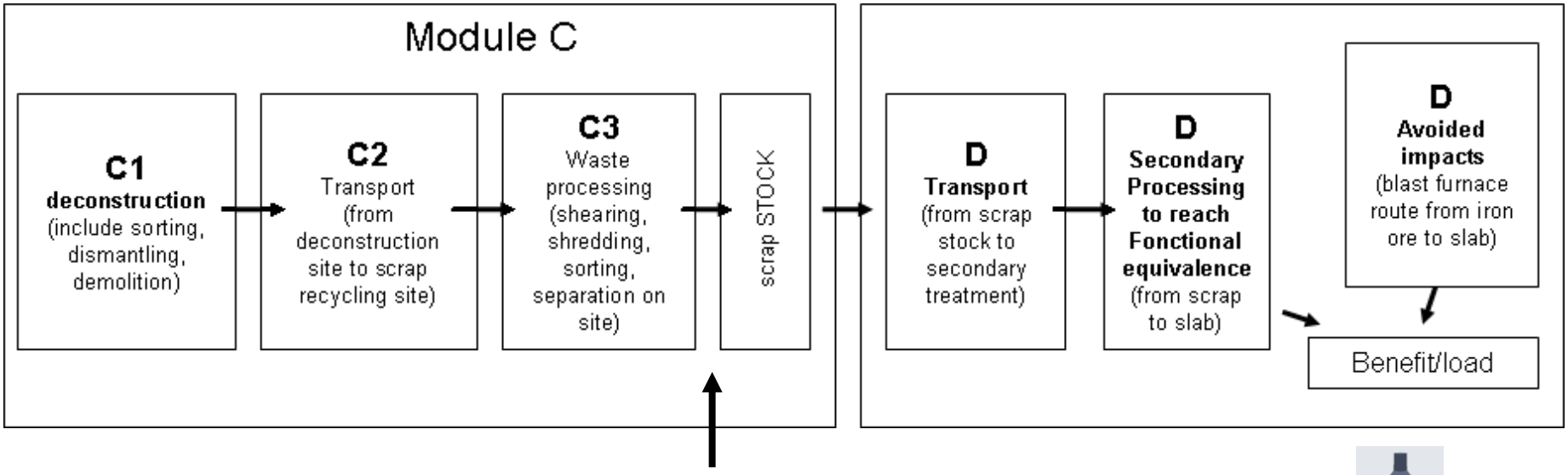
Emissões de CO2 de vários materiais



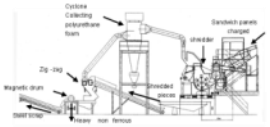
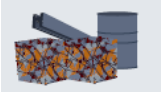
Emissões médias de CO_2 para a produção primária

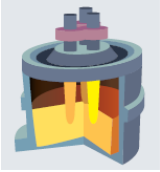
Foco no Módulo D

Módulo D: fronteiras

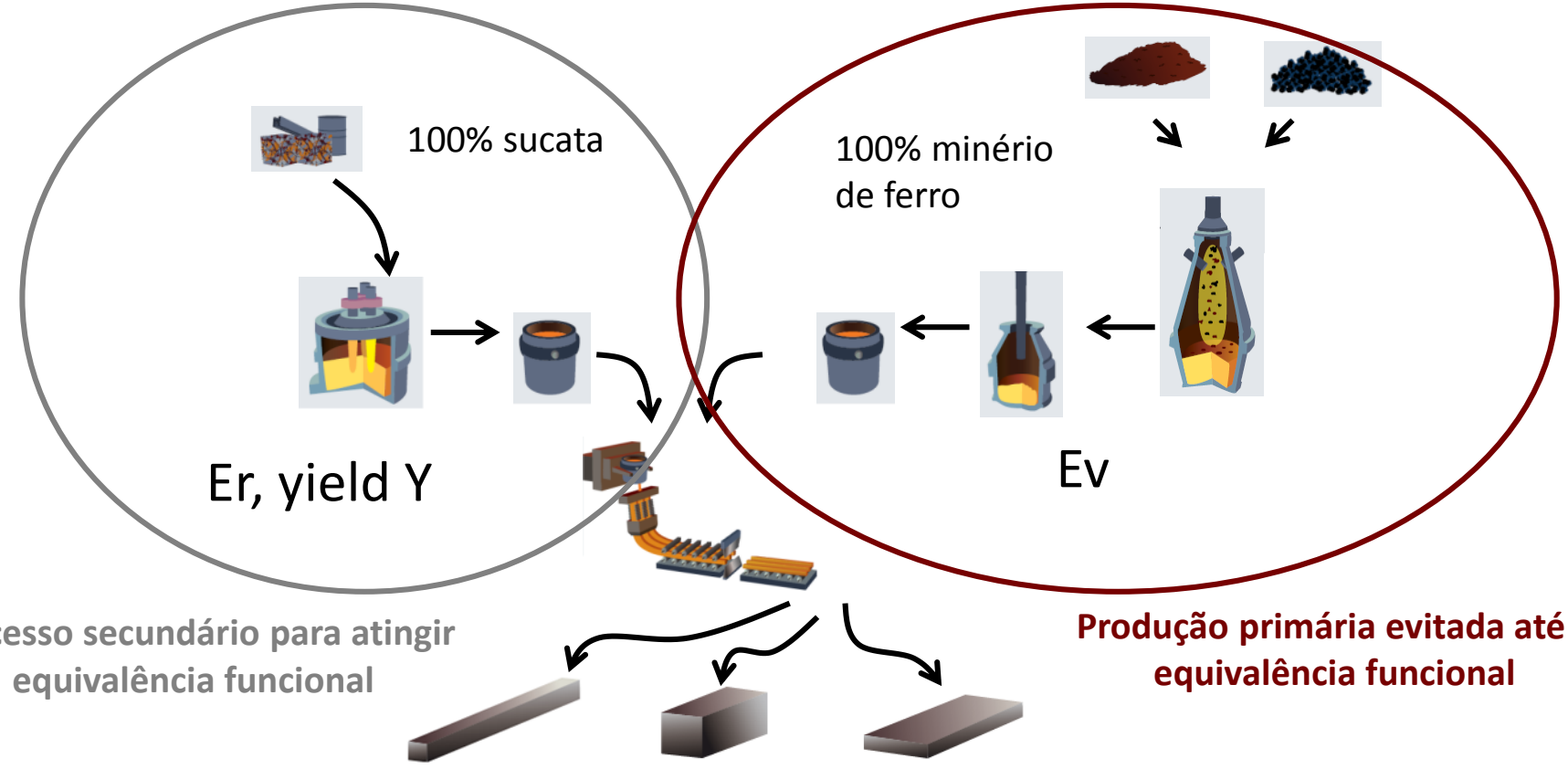


Fim do estatuto de resíduo



Módulo D: exemplo de cálculo com o aço



Processo secundário para atingir equivalência funcional

Produção primária evitada até a equivalência funcional

Beneficio = Y (Ev – Er)

Ref: worldsteel data 2010

Módulo D: Benefícios e cargas líquidas

RC = Conteúdo reciclado
RR = Taxa de reciclagem no fim de vida,
Ev = Impactos ambientais causados pela produção de matérias-primas virgens
Er = Impactos da produção secundária de material
Ev' = Impactos da substituição da produção de material virgem
Er' = Impactos da substituição da produção secundária de material

$$\text{Net Benefit} = \underbrace{RR(Ev'-Er')}_{\text{benefício potencial total de reciclar o material coletado}} - \underbrace{RC(Ev-Er)}_{\text{reduzida pelo benefício já tido em conta a montante para obter um benefício líquido}}$$

Ref: worldsteel data 2010

Aplicação com seções em aço

Módulo A= mix de produção = 1,15 tCO_2eq

Fonte: worldsteel, base de dados Europeia, 2010

Módulo D = (RR-RC)*Y*(Ev-Er) = (0,95-0,85)*1,6 = 0,15 tCO_2eq

Seção GWP = 1,15 – 0,15 = 1,00 tCO_2eq

Ref: worldsteel data 2010

Módulo D

- No Módulo D, o conceito de ciclo de vida é respeitado e é integrada a dimensão de tempo
- O Módulo D é um claro incentivo para a reciclagem, reutilização ou recuperação de energia
    - Qual é o valor dos meus resíduos no fim de vida?
- Módulo D é aplicável em todos os materiais
- Problemas
  - Opcional (problema de comparação)
  - Precisa de um pouco de prática para regras precisas

Conclusões

- Partilha de Impactos
  - HOJE
    - Impactos distribuídos principalmente na fase de utilização (80% do total de impactos do ciclo de vida)
    - Esforços políticos orientados para a eficiência energética de edifícios
    - Desenvolvimento de construções de energia passiva ou positiva
  - AMANHÃ
    - Compartilhar materiais está a crescer a partir do aumento de materiais de isolamento
    - Medidas para reduzir: DAPs exigidos em cada vez mais propostas e programas de certificação
    - A eficiência dos recursos com o objetivo de reduzir resíduos

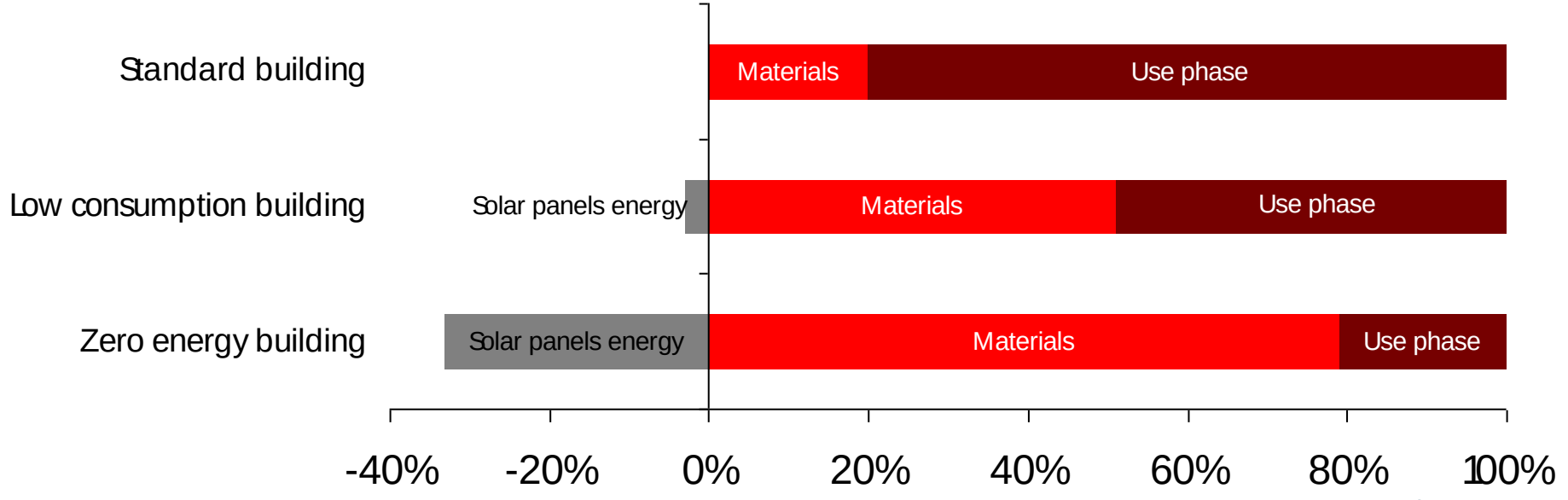


Figura ilustrativa

Conclusões

- A análise do Ciclo de Vida é uma ferramenta adequada para a avaliação ambiental de edifícios
  - Focar-se na fase de utilização já não é suficiente
  - O fim-de-vida do edifício deve ser avaliado para: reutilização e reciclagem (módulo D)
  - O dióxido de carbono não é o único poluente: é necessária uma avaliação completa de todos os impactos ambientais

- O pilar social está a chegar: para além dos indicadores da ACV
  - Nós gastamos 90% do nosso tempo nos edifícios: A qualidade do ar/conforto/acústica também devem ser considerados
  - Escala urbana vs. Escala do edifício