



um parceiro
para a
competitividade

www.ctcv.pt

centro tecnológico da cerâmica e do vidro | coimbra | portugal

Current situation of Ceramic Sector related to LCA Environmental Product Declaration Case study applied to ceramic

Marisa Almeida, CTCV
Ambiente e Sustentabilidade
Abril 2018



04-11-2016



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



O sector da construção e o uso dos edifícios representam na Europa:

- Cerca de **metade** dos **recursos extraídos** e da **energia**, e cerca de um terço do consumo de água.
- Os materiais usados nos edifícios podem representar cerca de **50%** da energia do edifício.
- Os **materiais cerâmicos** podem representar até **50%** dos **materiais totais de um edifício**.

Recentemente a UE lançou uma iniciativa - **COM (2014-445)** com uma serie de **estratégias para a sustentabilidade dos edifícios** e o seu uso eficiente de recursos ao longo **do ciclo de vida**.

Construção Sustentável

A indústria da construção (sector de edifícios) consome uma **elevada quantidade de recursos** e produz uma **elevada quantidade de resíduos**, pelo que apresenta um grande impacte no meio natural.

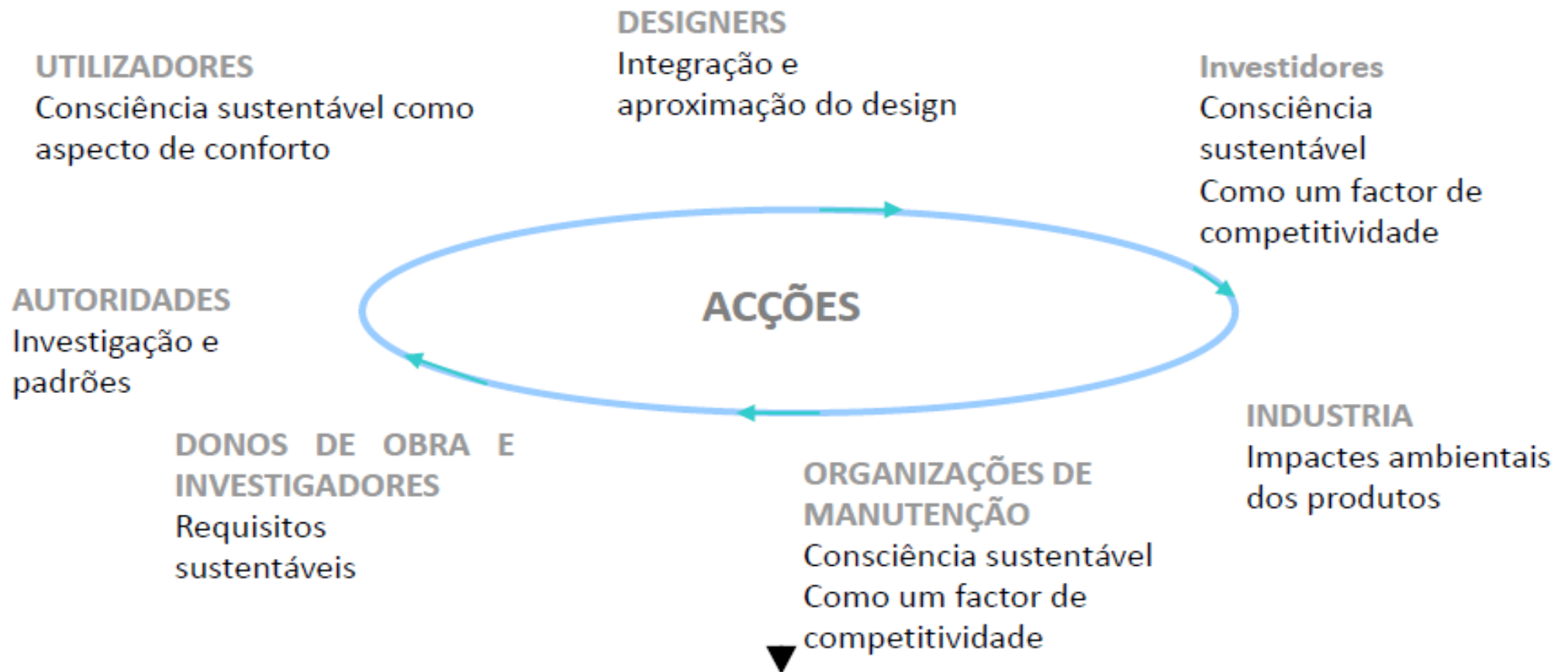
Kibert (1994) estabelece **6 princípios básicos** para que se alcance uma **construção sustentável**:

- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar os recursos;
- **Reciclar** materiais em fim de vida e usar recursos recicláveis;
- **Proteger** os sistemas naturais;
- **Eliminar** os materiais tóxicos;
- Fomentar a **qualidade**.



Objetivos da Construção Sustentável

Construção Sustentável



Desenvolvimento Sustentável

Regulamento dos Produtos de Construção (RPC)

Regulamento (UE) n.º 305/2011

Comunicado de Imprensa do Conselho, de 28 Fevereiro de 2011:

- Outros elementos importantes do Regulamento relacionam-se com os **aspetos ambientais** e de segurança dos produtos de construção **durante todo o seu ciclo de vida**, incluindo a identificação de substâncias perigosas nos produtos de construção.

Requisitos básicos das obras de construção (RPC - Anexo I):

1. Resistência mecânica e estabilidade
2. Segurança contra incêndio
3. Higiene, saúde e **ambiente** (*enunciado alterado*)
4. Segurança e acessibilidade na utilização
5. Protecção contra o ruído
6. Economia de energia e isolamento térmico
- 7. Utilização sustentável dos recursos naturais**

Regulamento dos Produtos de Construção (RPC)

Regulamento (UE) n.º 305/2011

Requisito básico n.º 7 - Utilização sustentável dos recursos naturais (RPC - Anexo I):

As obras de construção devem ser concebidas, realizadas e demolidas de modo a garantir uma **utilização sustentável dos recursos naturais** e, em particular, a assegurar:

- a) A **reutilização ou a reciclabilidade** das obras de construção, dos seus materiais e das suas partes após a demolição;
- b) A **durabilidade** das obras de construção;
- c) A utilização, nas obras de construção, de **matérias-primas e materiais secundários compatíveis com o ambiente**.

(...) Para a avaliação da utilização sustentável dos recursos e do impacto das obras de construção no ambiente, **deverão ser utilizadas declarações ambientais de produtos**, quando disponíveis.

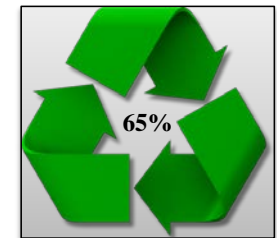
Existem 3 tipos de Rótulos/Declarações Ambientais:

(NP EN ISO 14020:2005 - Rótulos e declarações ambientais. Princípios gerais)

- Declarações ambientais do Tipo I - **Rótulos ambientais**



- Declarações ambientais do Tipo II - **Auto-declarações**



- Declarações ambientais do Tipo III - **Declarações Ambientais de Produto (DAP)**
(*Environmental Product Declaration - EPD*) - **baseadas em ACV/LCA**

Declaração Ambiental de Produto (tipo III)

As **Declarações Ambientais de Produto - DAP** (ou *Environmental Product Declaration - EPD*) são documentos emitidos pelas empresas para **divulgação dos impactes ambientais** gerados por um **produto(s)**, ao longo do seu ciclo de vida.

As DAPs são feitas com base em regras previamente desenvolvidas **RCP** (**Regras para Categoria de Produtos**), ou PCR (*Product Category Rules*), que são comuns para produtos com as mesmas **funções**.

A ISO desenvolveu as normas **ISO 14025** relativas às **declarações ambientais do tipo III** e a **ISO 21930** - regras para DAP para **produtos de construção**.

O CEN desenvolveu a **norma EN 15804** que define as **Regras para as Categorias de Produtos de construção**, para o desenvolvimento de EPDs para produtos de construção.

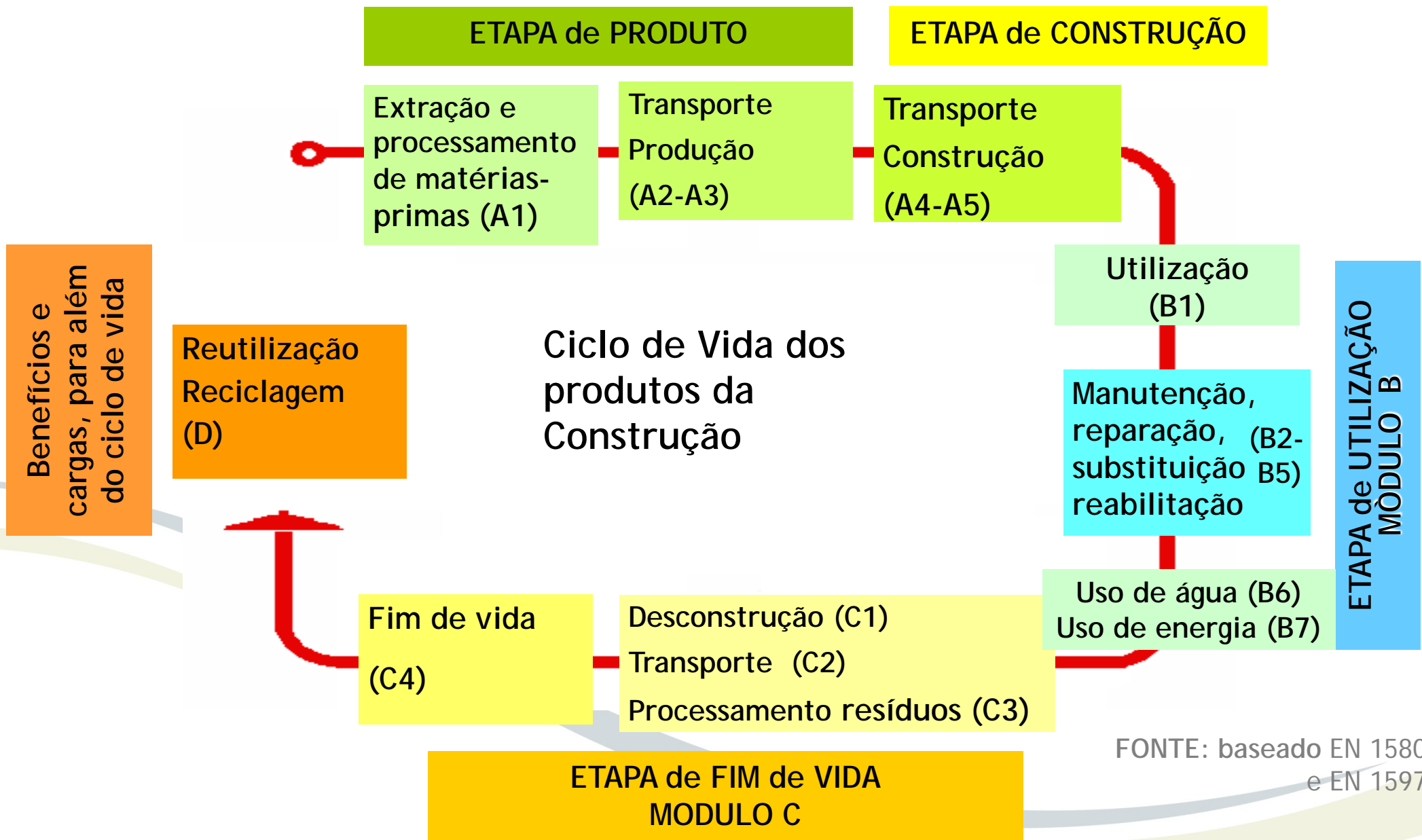
Consoante a informação disponibilizada pelo fabricante a DAP pode ser do tipo:

- **Do berço ao portão** (*cradle-to-gate*) - abrange a etapa de produto, desde a extração e processamento das matérias-primas até ao fabrico do produto final, considerando o transporte;
- **Do berço ao portão com opções** (*cradle-to-gate with options*) - abrange as etapas de produto e estágios do ciclo de vida seleccionados, como por exemplo, cenários de fim de vida;
- **Do berço ao túmulo** (*cradle-to-grave*) - abrange as etapas de produto, instalação no edifício, utilização e manutenção, reparações, demolição, processamento de resíduos para reutilização, reciclagem e fim de vida.

Conteúdo de uma DAP

- Declaração de **informação geral - empresa e produto**;
- Declaração dos **parâmetros ambientais** oriundos da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV):
 - Declaração da informação ACV por módulo;
 - Parâmetros de impactes ambientais;
 - Parâmetros de utilização de recursos;
 - Outra informação ambiental relativamente a diferentes categorias de resíduos e fluxos de saída.
- Cenários e **informação técnica adicional**:
 - Etapa de processo de construção;
 - Etapa de utilização;
 - Fim de vida.
- **Informação adicional** relativa a libertação de substâncias perigosas para o ar, solo e água durante a **etapa de utilização**;
- **Agregação da informação** dos módulos.

Ciclo de Vida dos Produtos de Construção (baseado na EN 15804; EN 15942 e EN 15978)



Indicadores ambientais de produtos

a) Indicadores de saída de **impactes ambientais**:

- Alterações climáticas;
- Destruição da camada de ozono;
- Acidificação da terra e dos aquíferos;
- Eutrofização;
- Oxidação fotoquímica;
- Depleção Abiótica (não fósseis).
- Depleção de recursos - combustíveis fósseis

b) Indicadores de **entrada de fluxos materiais e de energia**:

- Uso de materiais não renováveis;
- Uso de materiais renováveis;
- Uso de energia primária não renovável;
- Uso de energia primária renovável;
- Uso da água;

c) Indicadores de **saída de fluxos de materiais e energia**:

- Materiais para reciclagem;
- Materiais para aproveitamento de energia;
- Deposição em aterro de resíduos não perigosos;
- Deposição em aterro de materiais perigosos;
- Deposição em aterro de materiais radioactivos.

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

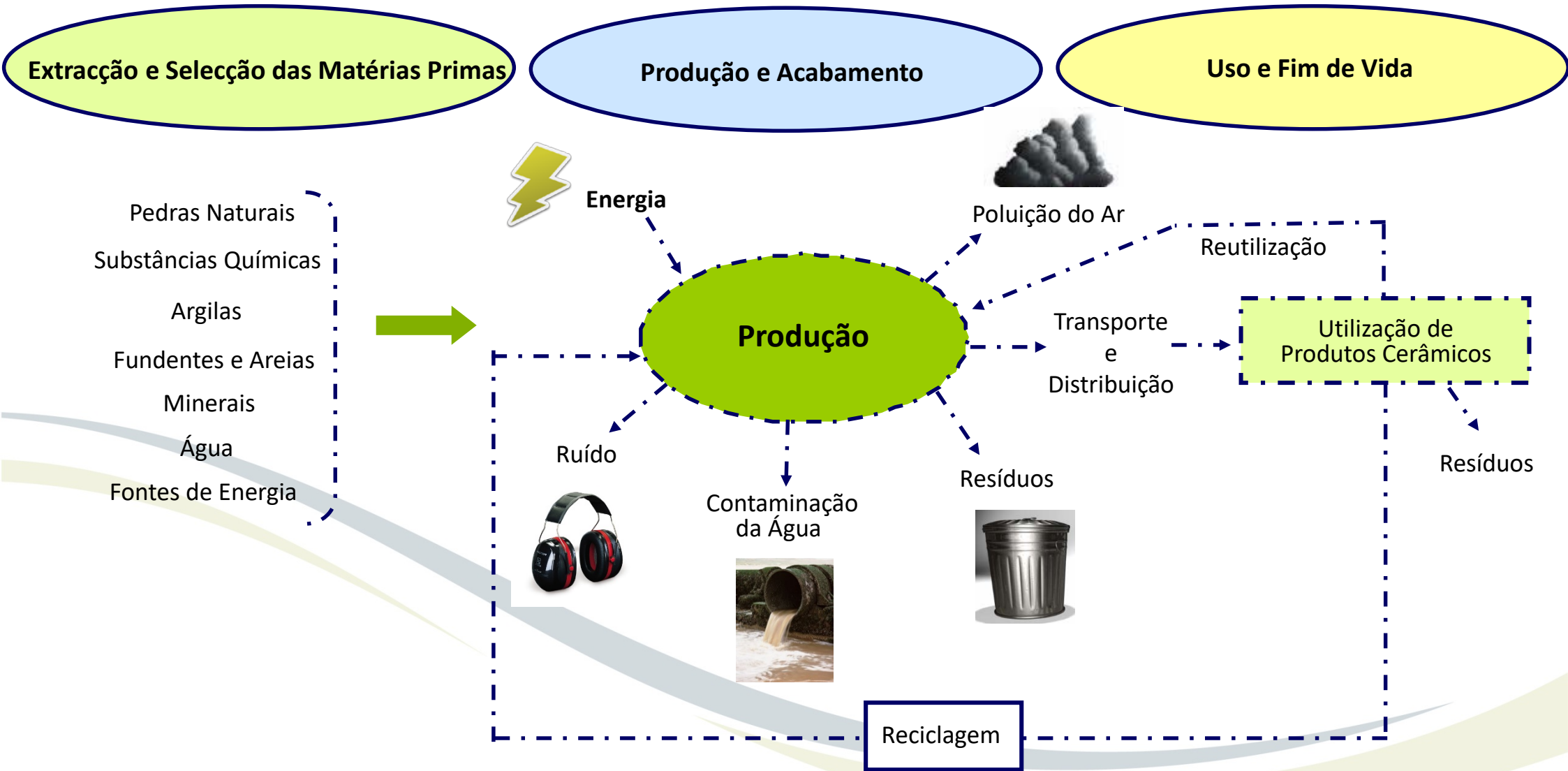
Ferramenta que permite **avaliar os potenciais impactes ambientais** associados a um produto ou serviço ao longo de **todo o seu ciclo de vida** (desde a extração das matérias-primas até ao fim de vida do produto), através da **compilação dos fluxos** mássicos e energéticos de entrada e saída (ISO 14040).

Os **impactes ambientais** distribuem-se por fases do ciclo de vida:

- **Pré-produção** (extração, transporte, processamento e armazenamento de matérias-primas);
- **Produção** (preparação de matérias-primas, conformação, secagem e cozedura, na instalação fabril);
- **Pós-produção** (distribuição, instalação, utilização e demolição).



Exemplo: Ciclo de Vida de um Produto Cerâmico



Principais utilizações da ACV

- Desenvolvimento e melhoria de **produtos, processos e serviços**;
- Eco-conceção (**Eco-design**);
- Análise/Gestão **Energética** e **Ambiental** de sistemas;
- **Identificação** de oportunidades de **melhoria** e de aspetos críticos do **desempenho ambiental** dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida;
- Planeamento estratégico e suporte de decisões e medidas públicas;
- Apoio à **decisão** na indústria, em organizações governamentais e não governamentais (por exemplo, no planeamento estratégico, definição de **prioridades, design** ou **redesign** de produtos ou processos);
- Desenvolvimento e **seleção** de **indicadores** relevantes de **desempenho ambiental**, incluindo técnicas de medição;
- **Marketing** (por exemplo, na implementação de esquemas de rotulagem ecológica, elaboração de uma alegação ambiental ou declaração ambiental de produto);
- **Declarações Ambientais de Produto (DAPs)**.

Limitações de um estudo de ACV

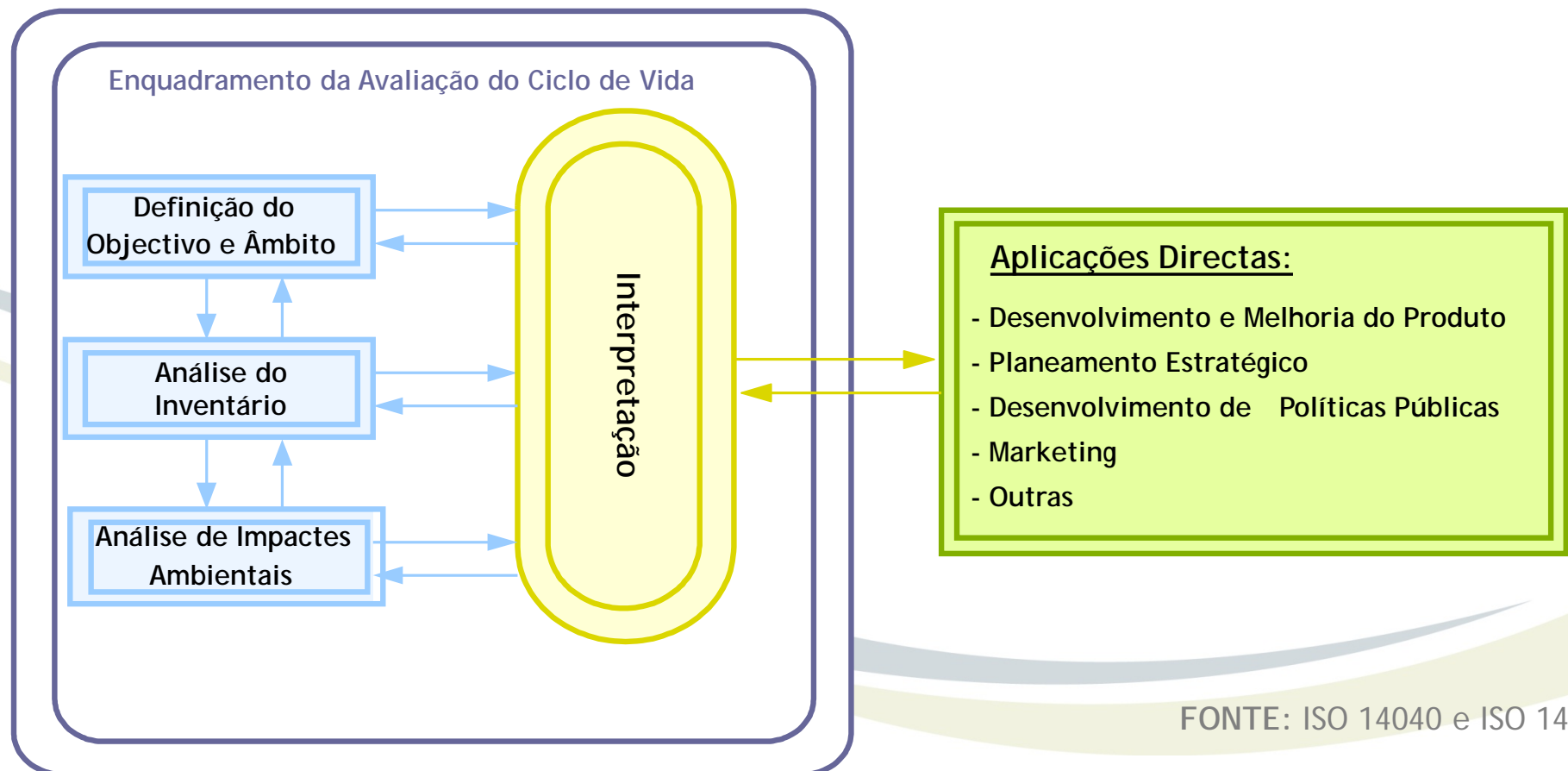
- A elaboração de um estudo ACV necessita normalmente de **muitos recursos** e arrasta-se por **muito tempo**;
- Em geral não é específico do local;
- Prevê os **potenciais efeitos**, não os reais;
- A análise é **estática**;
- Não inclui **mecanismos de mercado**;
- Considera todos os **processos como linear**, tanto na economia e no meio ambiente;
- É utilizado principalmente como uma **ferramenta comparativa**;
- **Concentrado nos aspetos ambientais**, os aspetos económicos e sociais não são considerados;
- **Não há graus de liberdade**;
- Depende da **disponibilidade e qualidade** dos dados;
- ACV é uma **ferramenta analítica**, que fornece informações para o processo de decisão mas não pode substituir o processo decisório em si.

FONTE: Freire, 2009 UC

Fases da Metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida

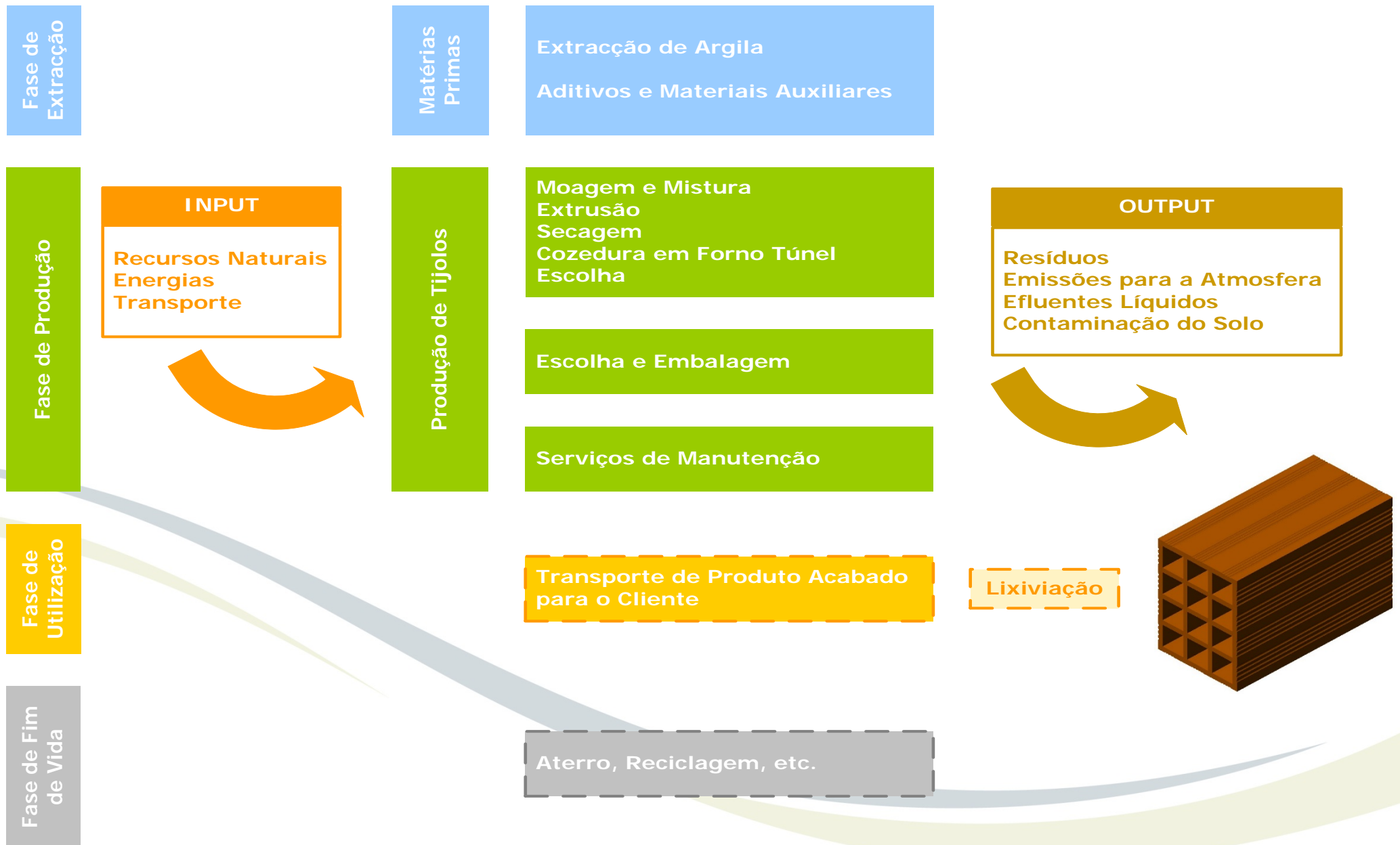
Um estudo de **ACV** tem **quatro fases**:

- 1) a fase de definição do **objetivo** e do **âmbito**;
- 2) a fase do **inventário**;
- 3) a fase de **avaliação** de impacte;
- 4) a fase de **interpretação**.



FONTE: ISO 14040 e ISO 14044

Fase de Definição do Objetivo e Âmbito - Fronteiras do Sistema



Fase de Análise de Inventário - LCI médio do Tijolo

ENTRADAS

ENERGIA

Electricidade	32,0 - 62,0	kWh
Gas Natural	0,0 - 2,0	GJ
Biomassa	0,0 - 85,2	kg
Coque	0,0 - 38,5	kg
Fuel Oleo	0,0 - 6,5	kg
Gasoleo	13,4 - 22,4	MJ

ÁGUA

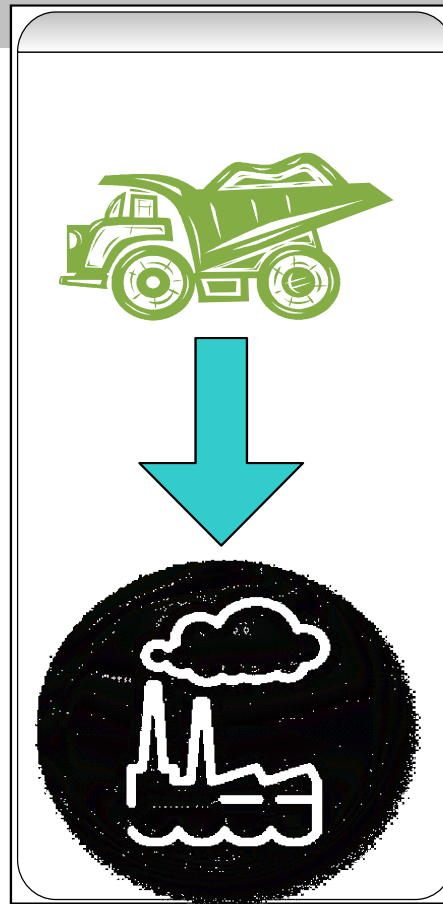
Água	0,05 - 0,17	m ³
------	-------------	----------------

MATERIAL DE EMBALAGEM

Paletes	0,00 - 4,73	kg
Cintas plasticas	0,00 - 0,32	kg
Filme	0,01 - 1,74	kg
Moldes	0,01 - 0,02	kg

Matérias-Primas

Argila	1200 - 1270	kg
Inertes	0 - 222	kg



EMISSÕES

EMISSÕES PARA A ATMOSFERA

CO	2,70E-01 - 1,51E+00	kg
CO2	6,50E+01 - 1,29E+02	kg
NMVOC	3,75E-03 - 1,05E-01	kg
NOx	4,35E-02 - 2,28E-01	kg
SO2	0,00E+00 - 3,20E-01	kg
Cloro	7,49E-04 - 2,54E-02	kg
Flúor	7,67E-04 - 2,24E-02	kg
PM10	1,93E-02 - 3,66E-01	kg
As	4,30E-07 - 1,55E-05	kg
Cd	7,20E-06 - 1,48E-05	kg
Cr	2,20E-05 - 6,54E-05	kg
Cu	4,21E-07 - 6,04E-05	kg
Ni	3,46E-05 - 4,11E-04	kg
Pb	7,20E-05 - 2,20E-04	kg
Hg	2,37E-06 - 3,75E-06	kg
Zn	0,00E+00 - 2,52E-05	kg
Benzeno	0,00E+00 - 2,80E-04	kg

EMISSÕES PARA A ÁGUA

CQO	5,31E-06 - 8,07E-06	kg
SST	5,01E-06 - 1,81E-05	kg
Oleo e gordu	4,17E-08 - 1,38E-05	kg

1 ton de tijolo



FONTE: ReI APICER, Dez 2009

Fase de Análise de Inventário - LCI médio da Telha

ENTRADAS

ENERGIA

Electricidade	69,7 - 107,5 kWh
Gas Natural	2,3 - 3,1 GJ
Gasoleo	34,2 - 84,9 MJ

ÁGUA

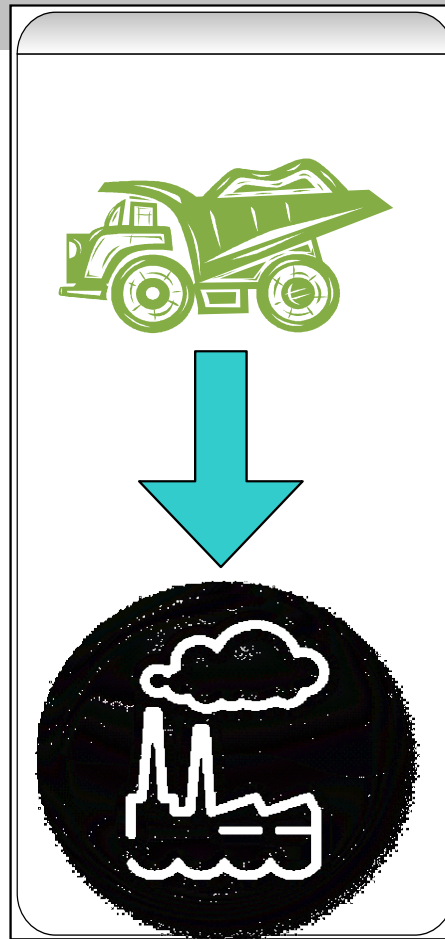
Água	0,16 - 0,16 m3
------	----------------

MATERIAL DE EMBALAGEM

Paletes	7,89 - 8,36 kg
Cintas plasticas	0,00 - 0,20 kg
Filme	0,00 - 0,08 kg

Matérias-Primas

Total	988 - 1278 kg
Areia	0 - 165 kg



1 ton de telha

EMISSÕES

EMISSÕES PARA A ATMOSFERA

CO	3,00E-02 - 6,00E-02	kg
CO2	1,29E+02 - 1,98E+02	kg
NMVOC	1,14E-02 - 1,20E-02	kg
NOx	9,00E-02 - 2,27E-01	kg
SO2	0,00E+00 - 3,00E-02	kg
Cloro	3,00E-02 - 8,50E-02	kg
Flúor	1,18E-01 - 1,80E-01	kg
PM10	1,20E-03 - 1,16E-01	kg
As	0,00E+00 - 1,55E-05	kg
Cd	7,50E-06 - 7,50E-06	kg
Cr	2,55E-05 - 2,55E-05	kg
Cu	8,19E-07 - 1,11E-06	kg
Ni	3,60E-05 - 1,40E-03	kg
Pb	7,50E-05 - 2,25E-04	kg
Hg	0,00E+00 - 3,75E-06	kg
Zn	2,79E-05 - 3,80E-05	kg
Benzeno	0,00E+00 - 0,00E+00	kg
CH4	0,00E+00 - 1,85E-02	kg

EMISSÕES PARA A ÁGUA

CQO	5,31E-06 - 5,31E-06	kg
SST	1,81E-05 - 1,81E-05	kg
Oleo e gordu	1,38E-05 - 1,38E-05	kg

FONTE: ReI APICER, Dez 2009

Fase de Análise de Inventário - LCI médio do Pavimento

ENTRADAS

ENERGIA

Electricidade	4,0 - 8,3	kWh
Gas Natural	0,09 - 0,15	GJ
Gasoleo	0,71 - 2,75	MJ

ÁGUA

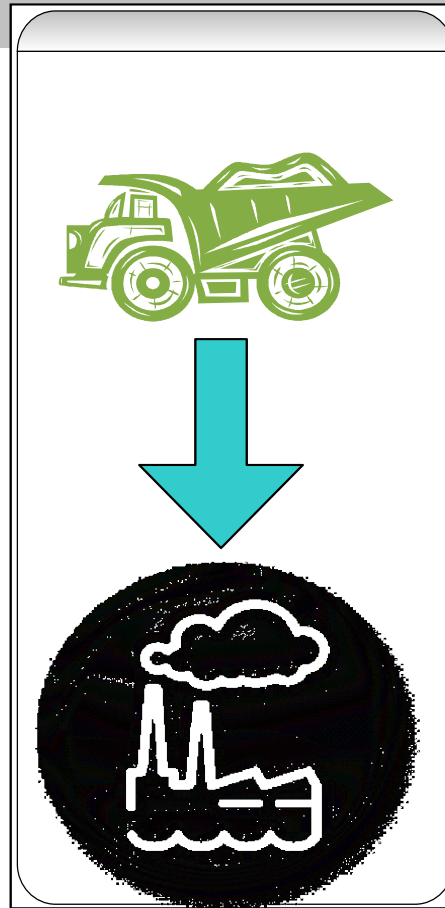
Água	0,004 - 0,048	m ³
------	---------------	----------------

MATERIAL DE EMBALAGEM

Paletes	0,231 - 0,253	kg
Cintas plasticas	0,023 - 0,025	kg
Filme	0,000 - 0,003	kg

Matérias-Primas

Argila	6,66 - 21,31	kg
Areia	0,00 - 0,21	kg
Vidrados	0,00 - 0,60	kg
Corantes	0,01 - 0,37	kg
Talco	0,00 - 0,37	kg
Aditivos	0,0001 - 1,58	kg



EMISSÕES

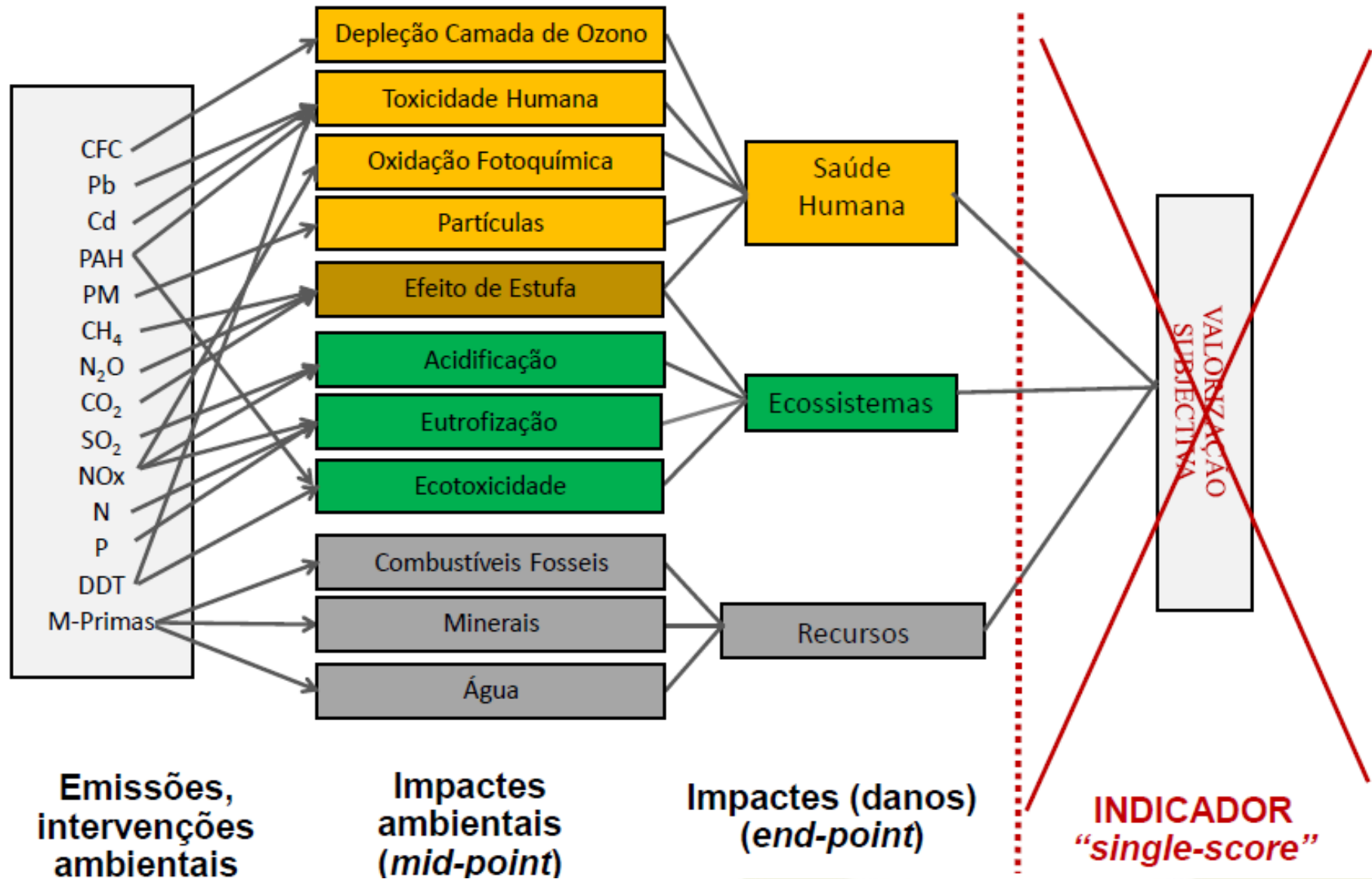
EMISSÕES PARA A ATMOSFERA

CO	7,12E-03 - 4,54E-02	kg
CO2	6,06E+00 - 9,92E+00	kg
NMVOC	3,82E-04 - 7,08E-03	kg
NOx	1,36E-03 - 9,84E-03	kg
SO2	0,00E+00 - 1,87E-03	kg
Cloro	0,00E+00 - 1,17E-03	kg
Flúor	8,56E-05 - 1,16E-03	kg
PM10	3,35E-03 - 1,17E-02	kg
As	0,00E+00 - 0,00E+00	kg
Cd	0,00E+00 - 1,28E-06	kg
Cr	0,00E+00 - 4,29E-06	kg
Cu	0,00E+00 - 2,14E-04	kg
Ni	0,00E+00 - 4,29E-04	kg
Pb	0,00E+00 - 3,00E-05	kg
Hg	0,00E+00 - 0,00E+00	kg
Zn	0,00E+00 - 2,56E-04	kg
Benzeno	0,00E+00 - 0,00E+00	kg

1 m² de pavimento

FONTE: ReI APICER, Dez 2009

Fase de Avaliação de Impactes Ambientais



Fase de Avaliação de Impactes Ambientais - Tijolo

- Valores por categorias de impacte no tijolo cerâmico (por m²), para 3 cenários (biomassa, coque de petróleo e gás natural).

Categoria de impacte	unidade	Cenário Bio	Cenário CP	Cenário GN
Abiotic depletion (AD)	kg Sb eq	4.47E-02	1.40E-01	9.07E-02
Acidification (A)	kg SO ₂ eq	4.89E-02	2.59E-01	4.77E-02
Eutrophication (E)	kg PO ₄ ³⁻ eq	7.48E-03	1.01E-02	5.08E-03
Global warming (GW)	kg CO ₂ eq	9.47E+00	2.17E+01	1.50E+01
Ozone layer depletion (OD)	kg CFC ₋₁₁ eq	7.20E-07	2.76E-06	1.44E-06
Photochemical oxidation (PO)	kg C ₂ H ₄ eq	4.37E-03	1.09E-02	2.90E-03
Non-renewable, fossil (NRE)	MJ eq	9.03E+01	3.07E+02	1.86E+02

FONTE: Almeida et al., 2014

Fase de Avaliação de Impactes Ambientais - Telha

- Valores por categorias de impacte na telha cerâmica (por m²), para os anos de 2007 e 2013.

Categoria de impacte	unidade	2007	2013
Abiotic depletion (AD)	kg Sb eq	4,50E-06	4,71E-06
Acidification (A)	kg SO ₂ eq	7,66E-02	5,73E-02
Eutrophication (E)	kg PO ₄ ³⁻ eq	1,37E-02	8,83E-03
Global warming (GW)	kg CO ₂ eq	1,07E+01	8,97E+00
Ozone layer depletion (OD)	kg CFC ₋₁₁ eq	1,33E-06	1,10E-06
Photochemical oxidation (PO)	kg C ₂ H ₄ eq	2,23E-03	1,85E-03
Non-renewable, fossil (NRE)	MJ eq	1,69E+02	1,42E+02

FONTE: Almeida et al, 2014

- Objetivo: identificar e avaliar os impactes ambientais ao longo do ciclo de vida do pavimento cerâmico em grés porcelânico produzido em Portugal
- Método: EN 15804+A1 - CML
- Unidade Funcional: 1 m² de pavimento cerâmico
- Foram consideradas duas opções tecnológicas de fabrico: o ciclo completo (CC) e o ciclo parcial (CP - a fase de preparação da pasta cerâmica praticada noutra unidade industrial)
- Apresenta-se os resultados do estudo de avaliação de ciclo de vida em duas perspetivas: *cradle-to-grave* e *cradle-to-gate*

Inventário - fluxos de entrada

Dados de entradas:	Unidade	Pavimento CC	Pavimento CP
Argilas e caulinos	kg	1,15E+01	0
Felspatos, talco e areia	kg	1,13E+01	0
Pó atomizado	kg	0	2,27E+01
Vidrados	kg	2,34E-01	5,47E-01
Aditivos e corantes	kg	2,04E-02	0
Caco cru	kg	1,20E+00	0
Água	l	1,29E+01	4,00E+00
Electricidade	kWh	7,10E+00	2,17E+00
Gas natural	GJ	1,24E-01	8,40E-02
Gasóleo	MJ	1,07E+00	1,51E+00
Embalagem: cartão	kg	2,39E-01	1,30E-01
Embalagem: plástico	kg	2,17E-02	2,79E-02

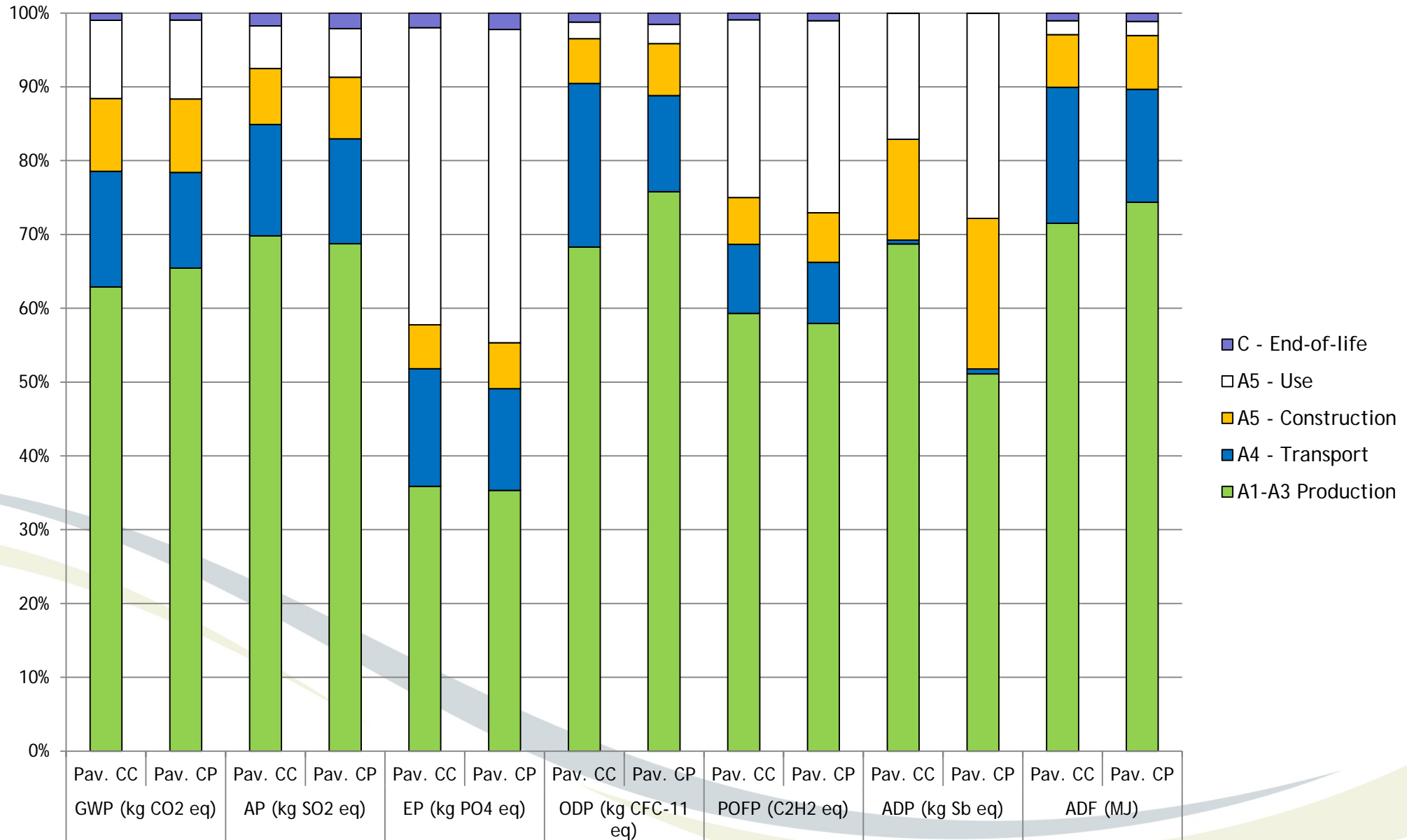
Inventário - fluxos de saída

Dados de saída:	Unidade	Pavimento CC	Pavimento CP
Resíduos	kg	3,80E+00	2,00E+00
Emissões para água: sólidos suspensos	kg	1,19E-04	1,49E-04
Emissões para água: CBO5	kg	3,21E-04	7,46E-05
Emissões para água: CQO	kg	7,14E-04	2,29E-04
Emissões para a atmosfera: partículas PM<10	kg	5,28E-03	2,22E-03
Emissões para a atmosfera: partículas PM>10	kg	9,31E-04	3,93E-04
Emissões para a atmosfera: CO2	kg	7,19E+00	5,70E+00
Emissões para a atmosfera: CO	kg	1,58E-02	1,17E-02
Emissões para a atmosfera: SOx	kg	2,00E-03	5,51E-03
Emissões para a atmosfera: NOx	kg	3,78E-03	6,02E-03
Emissões para a atmosfera: fluoretos	kg	5,30E-04	1,15E-05
Emissões para a atmosfera: cloretos	kg	4,29E-04	3,82E-05
Emissões para a atmosfera: COV NM	kg	5,67E-04	8,75E-04
Emissões para a atmosfera: Cd	kg	1,61E-07	3,21E-07
Emissões para a atmosfera: Cr	kg	5,61E-05	4,97E-07
Emissões para a atmosfera: Ni	kg	2,76E-05	1,15E-06
Emissões para a atmosfera: Pb	kg	3,50E-06	1,35E-05
Emissões para a atmosfera: Zn	kg	1,46E-06	7,57E-06
Emissões para a atmosfera: Cu	kg	4,71E-08	3,41E-06
Emissões para a atmosfera: As	kg	1,50E-08	5,68E-09

FONTE: Almeida, Dias & Arroja, CINCOS 2016

Categoria de impacte	unidade	Berço ao portão (A1-A3)		Berço ao túmulo (A1-C4)	
		CC	CP	CC	CP
Abiotic depletion - elements (ADe)	kg Sb eq	2.50E-06	1.14E-06	3.64E-06	2.24E-06
Acidification (A)	kg SO ₂ eq	6.08E-02	5.23E-02	8.72E-02	7.61E-02
Eutrophication (E)	kg PO ₄ ³⁻ eq	5.55E-03	5.18E-03	1.55E-02	1.47E-02
Global warming (GW)	kg CO ₂ eq	1.52E+01	1.57E+01	2.41E+01	2.39E+01
Ozone layer depletion (OD)	kg CFC ₋₁₁ eq	2.18E-06	2.05E-06	3.19E-06	2.71E-06
Photochemical oxidation (PO)	kg C ₂ H ₄ eq	3.09E-03	2.79E-03	5.21E-03	4.82E-03
Abiotic depletion - fossil fuels (ADf)	MJ eq	2.26E+02	2.32E+02	3.16E+02	3.12E+02

Resultados da ACV



FONTE: Almeida, Dias & Arroja, CINCOS 2016

- Na maioria das categorias de impacte ambiental não existem grandes diferenças (<10%) entre o pavimento de ciclo parcial e o pavimento de ciclo completo.
- Dentro da etapa de produção, o processo unitário com maiores impactes é a cozedura, seguindo-se a atomização e a secagem, por consumirem gás natural e emitirem uma série de poluentes.

O módulo cradle to gate (A1 to A3) apresenta **mais de 50%** da totalidade dos impactes do ciclo de vida completo do pavimento para a maioria das categorias de impacte, exceto para a **eutrofização**.

Desenvolver uma **DAP** no Sistema **DAPHabitat** requer o seguinte procedimento:

1. Verificar as **RCP** disponíveis/ iniciar o desenvolvimento do documento RCP adequado;
2. Efetuar a **recolha dos dados** e **ACV** a incluir numa DAP;
3. Compilar a **informação ambiental** a incluir na DAP no formato disponibilizado pelo Sistema;
4. Submeter a DAP ao procedimento de **verificação**;
5. Registrar a DAP no **Sistema - possibilidade de registo ECOPLATFORM**;
6. Regras de utilização do **logótipo** (ver site <http://www.daphabitat.pt>)



Súmula final

- As DAP irão **melhorar a competitividade** e o **desempenho ambiental** dos produtos, o que facilitará a sua exportação para mercados sensíveis ao desempenho ambiental dos produtos.
- O conteúdo das DAP poderá ser usado para **avaliação da sustentabilidade** da construção- **ambiente**;
- O CEN está a **desenvolver as ferramentas** para que se possa ter uma **base comum** em toda a Europa para a avaliação da **sustentabilidade dos edifícios**
- Necessidade de dados de base nacionais e comparabilidade entre materiais;
- Necessidade de abordagem de - **life cycle thinking** - desde a conceção do material, de forma a minimizar impactes ambientais e a evitar a “transferência” entre etapas ciclo de vida;
- **Projecto BIM Clay** - dotar o sector cerâmico de uma série de ferramentas que permitem uma identificação e melhoria do desempenho ambiental disponível para as partes interessadas.



Thank you!

Contacts: marisa@ctcv.pt