



SEMINÁRIO TÉCNICO
ECONOMIA CIRCULAR

6 - 7
OUTUBRO

AUDITÓRIO DO RAMO GRANDE - PRAIA DA VITÓRIA

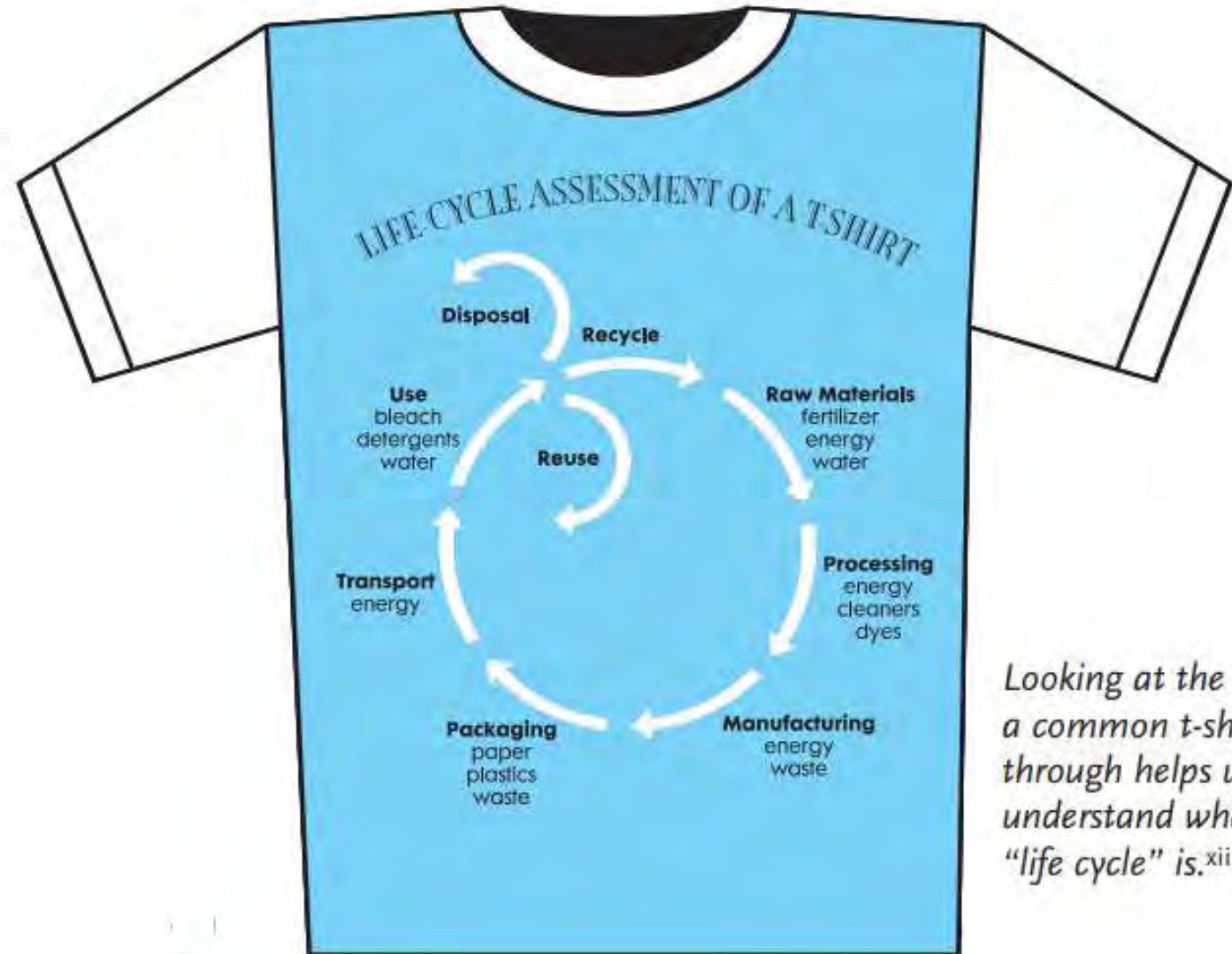
Avaliação do ciclo de vida

Cristina Sousa Rocha e Paula Cayolla Trindade | LNEG | Unidade de Economia de Recursos

Pensamento de ciclo de vida

Pensamento de ciclo de vida

- **Abordagem holística** que considera os **impactes ambientais, sociais e económicos** dos produtos além da fabricação, incluindo também a extração, a utilização e o fim da vida útil.
- Ferramenta que suporta uma **tomada de decisão informada**, considerando **todo o ciclo de vida** de um produto.

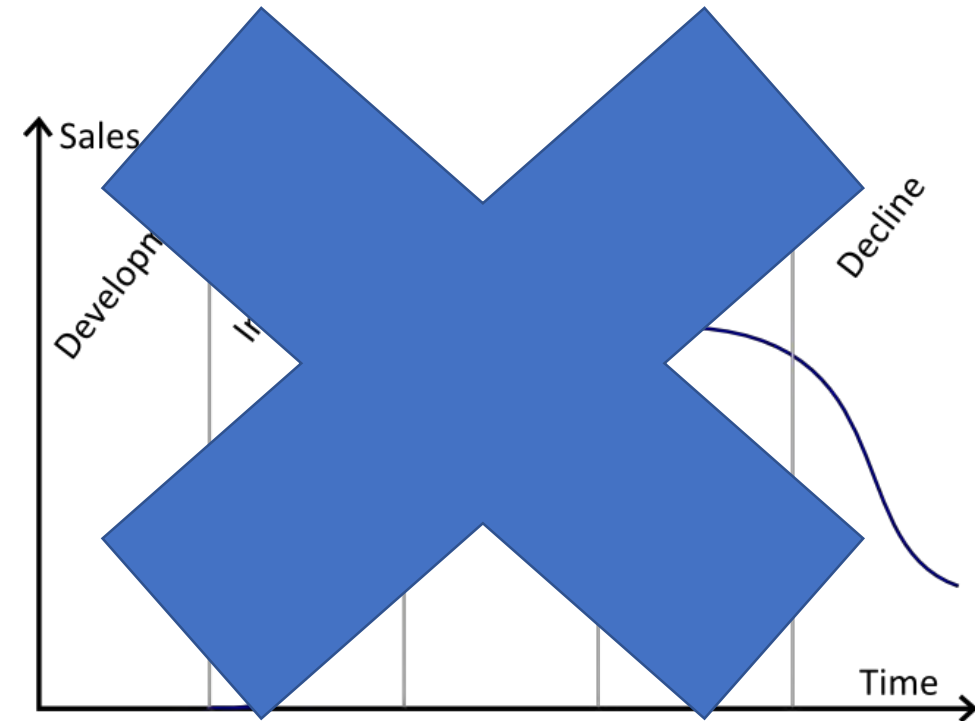
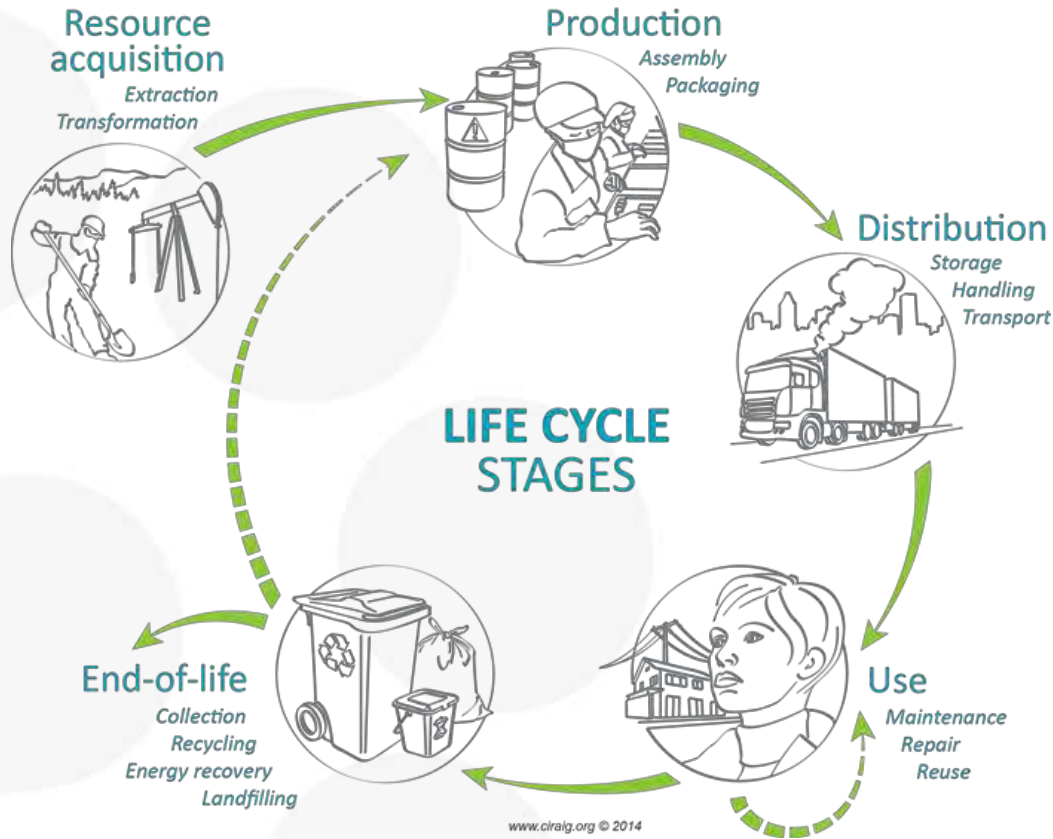


Looking at the stages a common t-shirt goes through helps us understand what a "life cycle" is.^{xii}

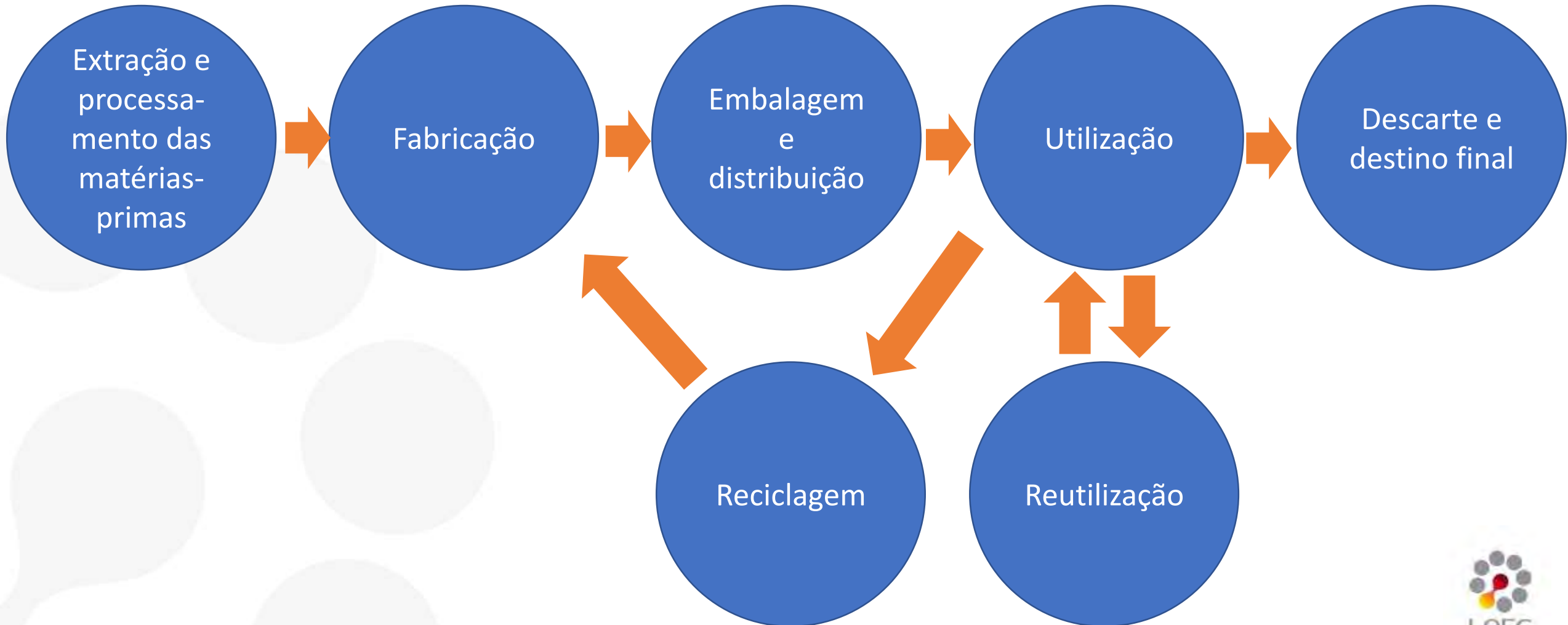
NP
EN ISO 14040
2008

3.1 ciclo de vida

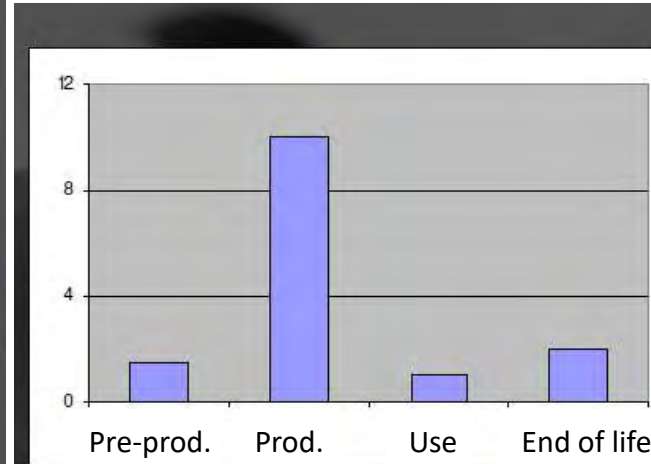
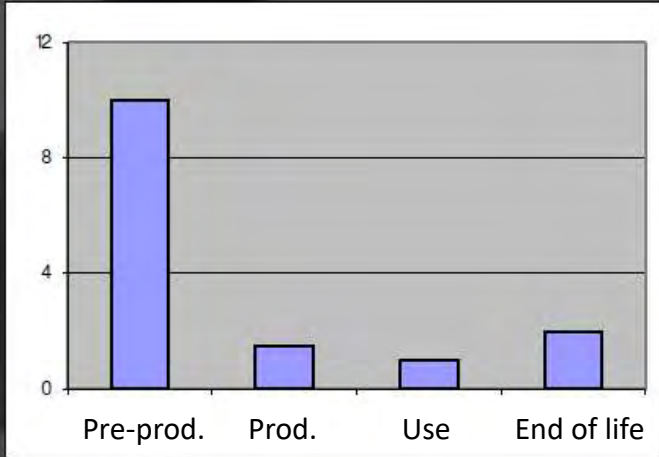
Etapas consecutivas e interligadas de um sistema de produto, desde a obtenção de matérias-primas ou sua produção a partir de recursos naturais até ao destino final.



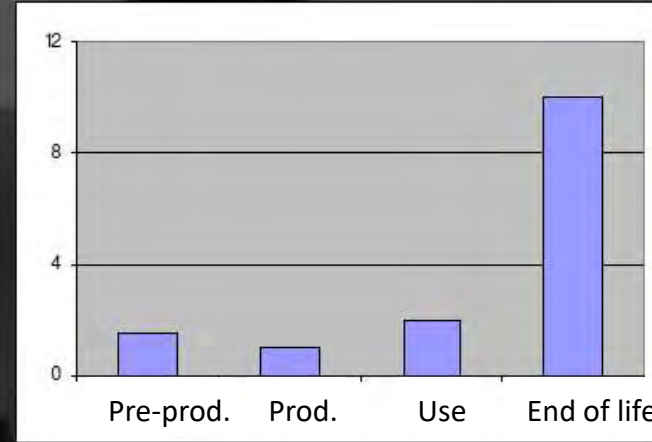
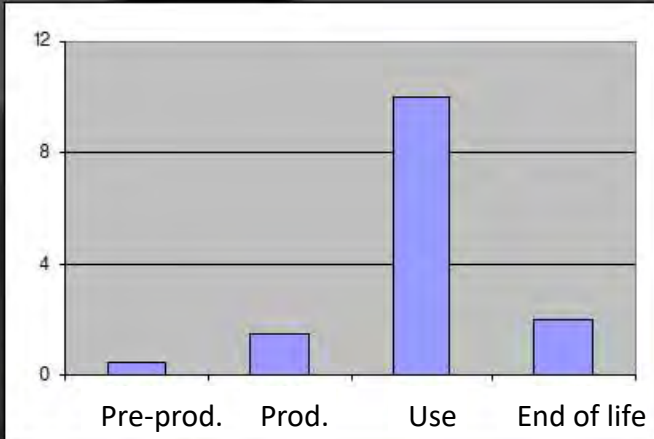
Etapas do ciclo de vida (simplificadas)



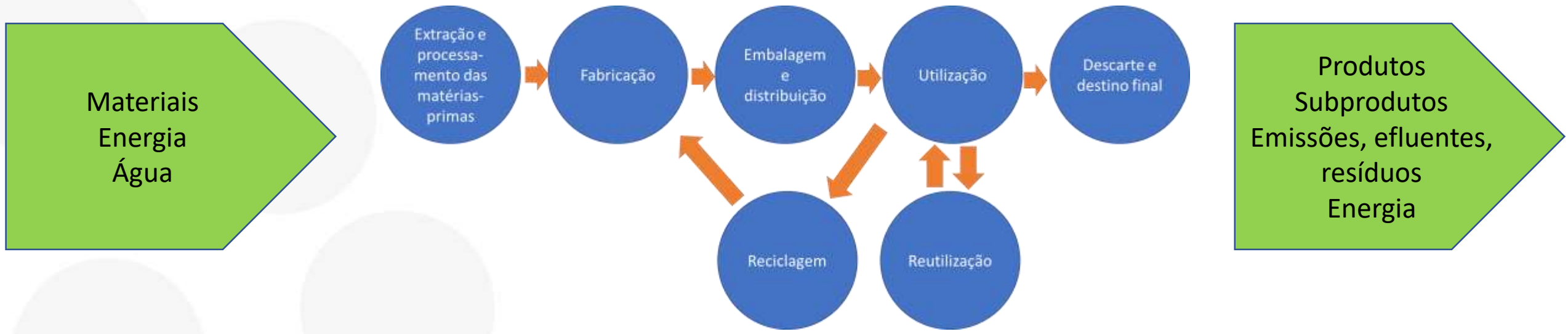
Pensamento de ciclo de vida



Pensamento de ciclo de vida

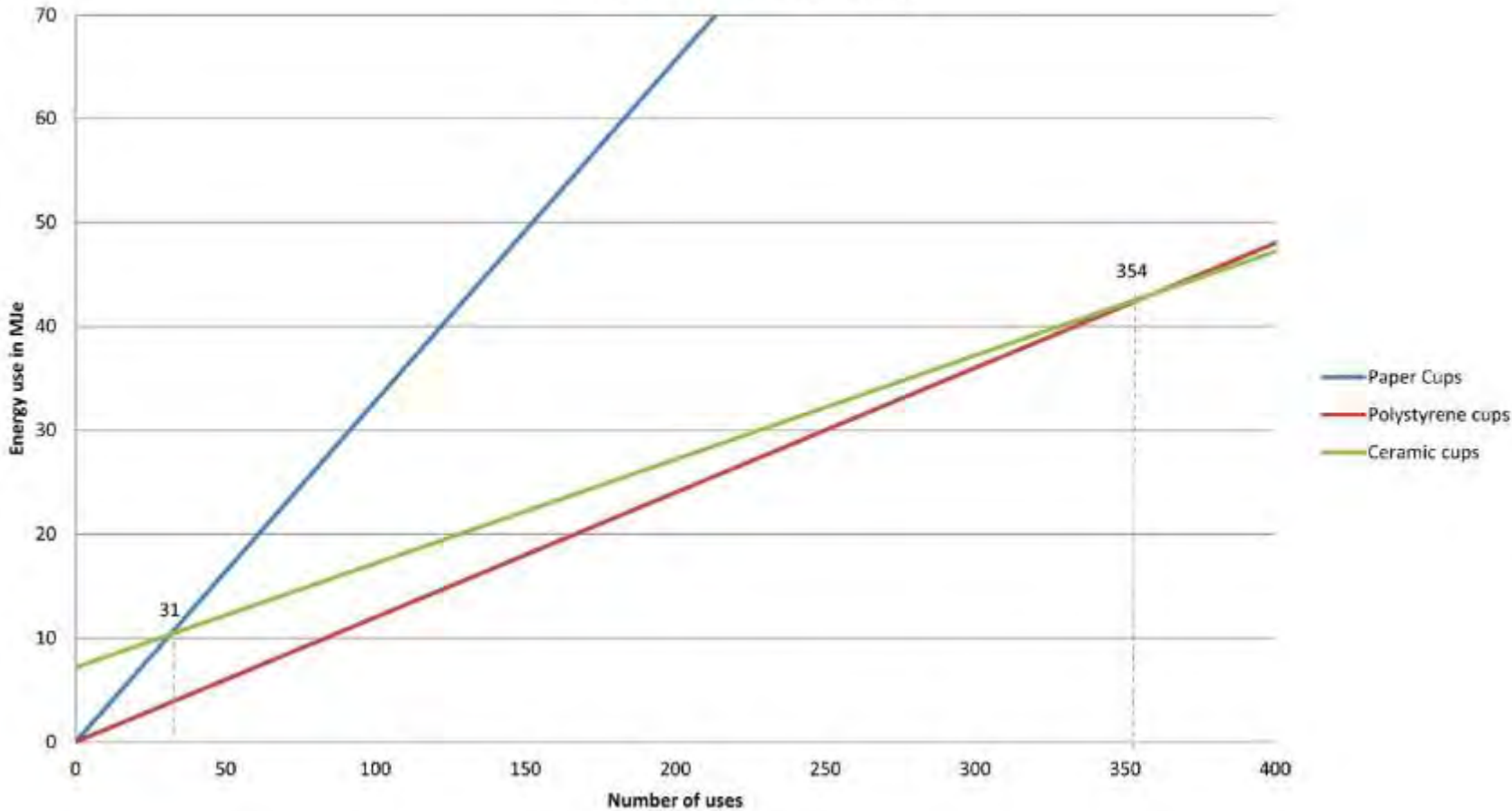


Entradas e saídas de cada etapa do ciclo de vida



Qual é mais sustentável?

Break even count for cups



Cerâmica



Poliestireno
(esferovite)



Papel

Consumo de **energia** na produção.

Ponto de equilíbrio: Em média, os copos de cerâmica devem ser utilizados:

- 31 vezes para justificar mudança de papel para cerâmica
- 354 vezes para justificar mudança de poliestireno para cerâmica

Qual é mais sustentável?



Análise Ambiental (2000 utilizações)

	Paper Cups	Polystyrene Cups	Ceramic Cups
Emissions from energy use during 2000 servings ^{vii}	1.1 TCO _{2e}	0.43 TCO _{2e}	0.35 TCO _{2e}
Emissions from Landfill (per 2000 servings) ^{viii}	38kg CO _{2e}	Negligible	Negligible
Volume required in the landfill ^{ix} (per 2000 servings)	51,000 cm ³	100,000cm ³	133 cm ³

Análise financeira (2000 utilizações)

	Paper Cups	Polystyrene Cups	Ceramic Cups
Costs in £ (per2000 servings)	£ 30-40	£ 60-80	£ 3-5
Payback ^x (Switch from paper to ceramic)			2-3 months
Payback ^x (Switch from polystyrene to ceramic)			1-2 months

Fonte: Disposable Cups vs. Reusable Cups, Solving the carbon intensity question, Carbon Clear, www.carbon-clear.com

Avaliação do ciclo de vida

Avaliação do ciclo de vida

NP
EN ISO 14040
2008

3.2 avaliação do ciclo de vida

ACV

Compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida.



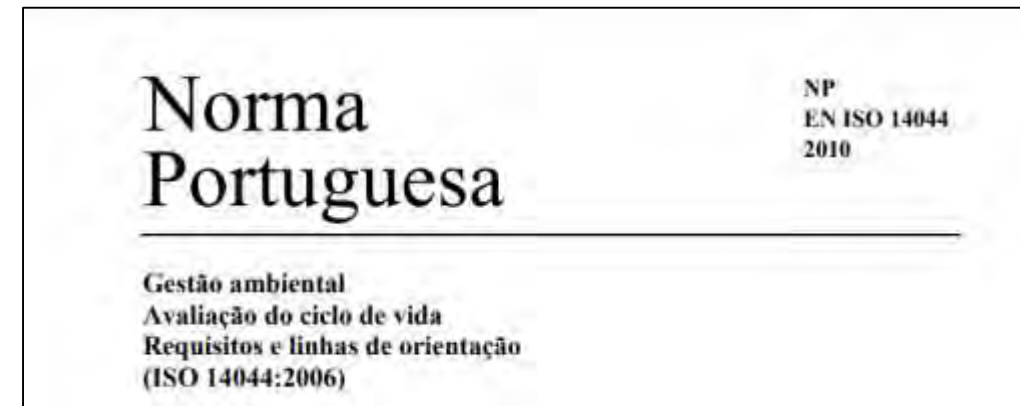
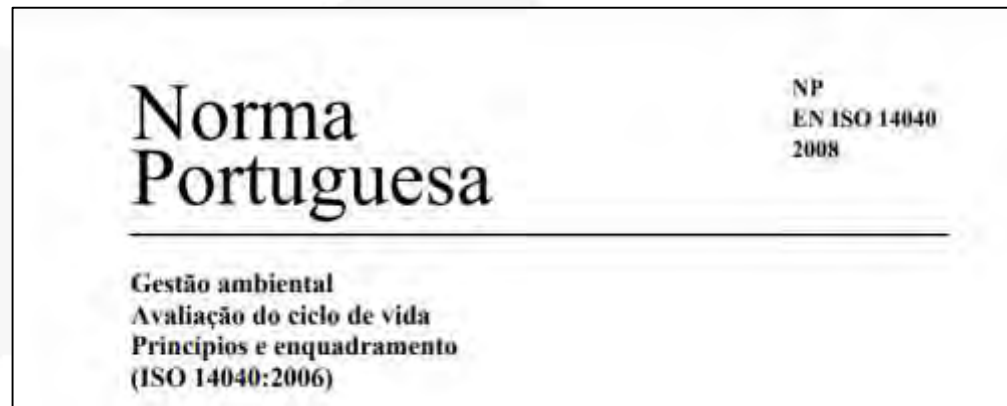
Impactes ambientais

A ACV

- É orientada para o **produto**
- É integradora e **evita transferências de impactes**
 - de um estágio do ciclo de vida para outro
 - de uma categoria de impacte para outra
 - de uma localização para outra
- É **quantitativa**
- Identifica **impactes ambientais potenciais**
- Está estruturada em torno de uma **unidade funcional**
- Pode envolver recursos humanos, técnicos e financeiros significativos

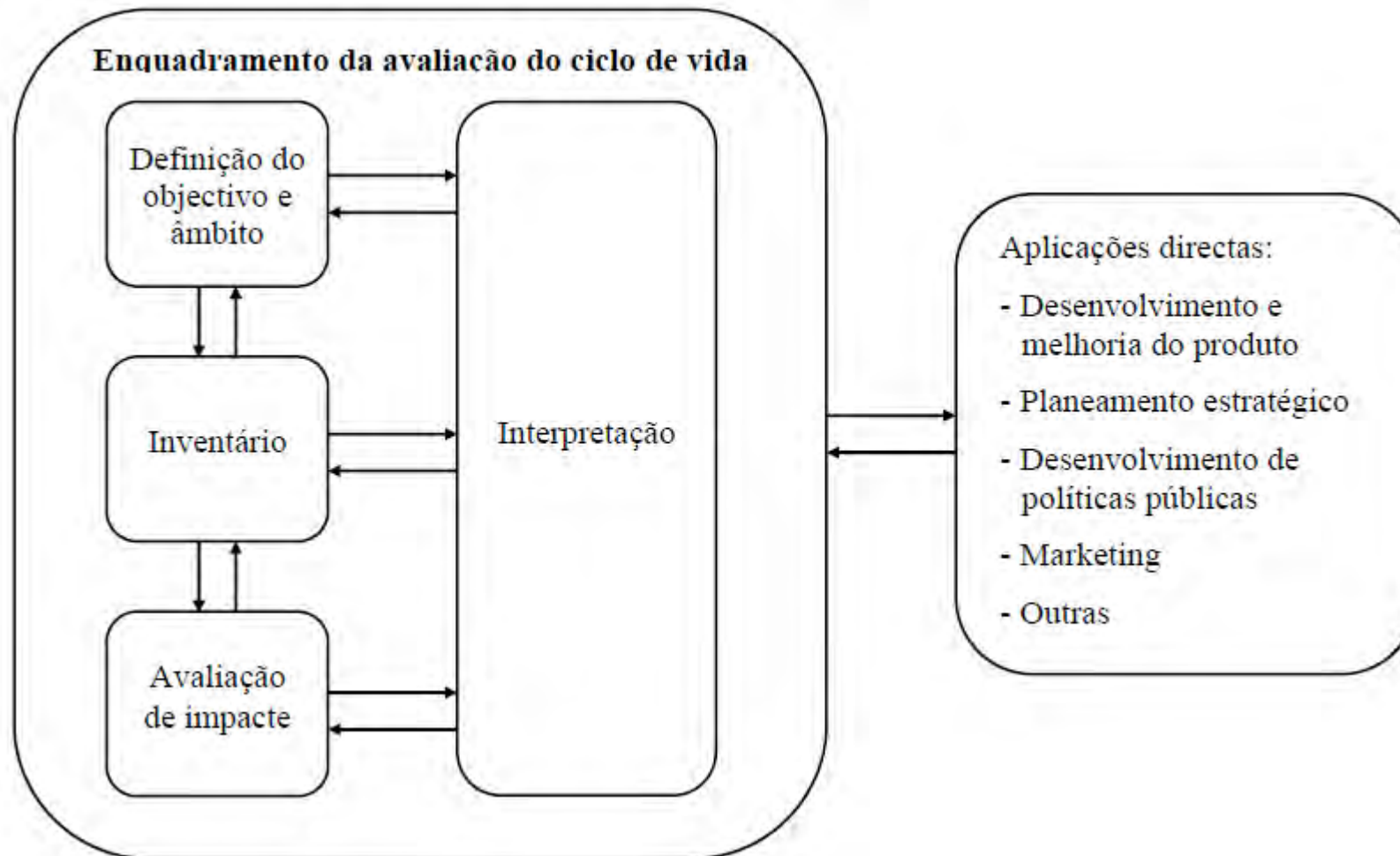
Metodologias de avaliação do ciclo de vida

- Anos 1970 - 80: ecobalanço (*ecobalance*), ecoperfil (*ecoprofile*), análise *cradle to grave*, análise do ciclo de vida (*life cycle analysis*) e avaliação do ciclo de vida (*life cycle assessment*).
- 1997-2000: ISO 14040, 41, 42, 43, normas internacionais da metodologia de ACV
- 2006: Revisão da série ISO 14040 (**ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006**)
- 2010: Publicação do ILCD handbook do EU JRC.



Fases da avaliação do ciclo de vida

A ACV é um processo de avaliação dinâmica e iterativa que consiste em 4 fases inter-relacionadas (NP EN ISO 14040):



Softwares de avaliação do ciclo de vida



Software para especialistas

- GaBi Software
- openLca
- umberto
- SimaPro S

Software para não especialistas

- GEMIS
- e-idea
- Siecocv
- hop
- bio Intelligence Service
- BILAN PRODUIT
- Quantis SUITE 2.0
- pwc
- Biloba web
- tudor

Software setorial

- e-LICCO
- elodie
- eco-bat
- FoodPrint
- spin it
- BEE
- Bureau Veritas CODDE
- Lesosai 7.2
- Instant LCA
- ECO

Exemplo de avaliação do ciclo de vida

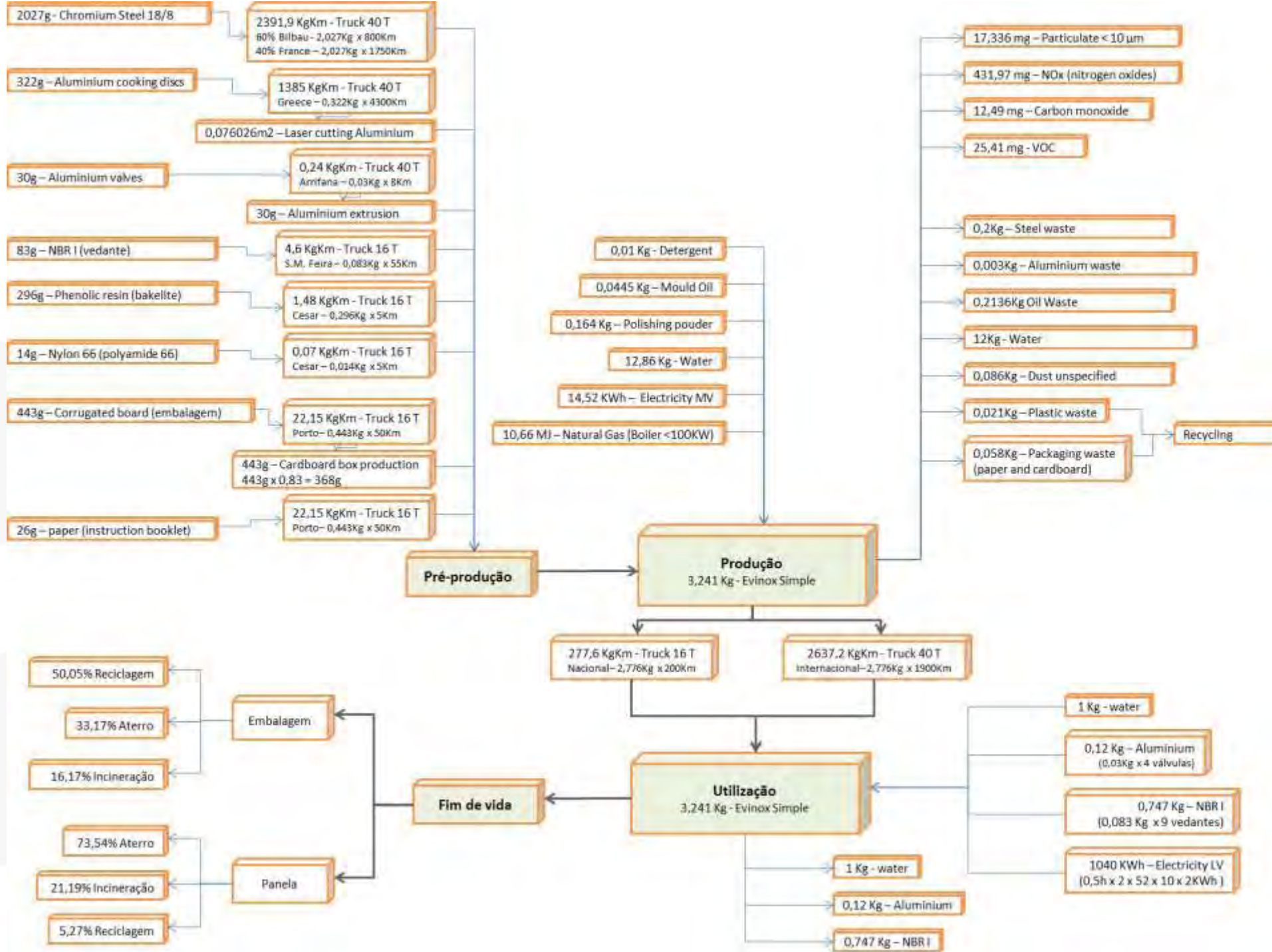
Função: iluminar uma área

Unidade funcional: 5000 horas de iluminação numa área iluminada por 500 lâmpadas fluorescentes ou incandescentes.

N.B.: Tempo de vida das lâmpadas incandescentes é 5x menor (1000 horas) por isso são necessárias 5x500 lâmpadas para as 5000 horas.

Inventário	Lâmpada incandescente	Lâmpada Fluorescente
Emissões de CO2	800000 kg	50000 kg
Emissões de SO2	1000 kg	80 kg
Emissões de cobre em efluentes líquidos	3 g	20 g
Consumo de petróleo bruto	37000 kg	22000 kg
Etc.





Exemplo de avaliação do ciclo de vida



Categoria de impacte	Lâmpada incandescente	Lâmpada Fluorescente
Alterações climáticas	120.000 kg CO ₂ -eq	40.000 kg CO ₂ -eq
Ecotoxicidade	320 kg DCB-eq	440 kg DCB-eq
Acidificação	45 kg SO ₂ -eq	21 kg SO ₂ -eq
Depleção de recursos	0.8 kg antimónio-eq	0.3 kg antimónio-eq

“IMPACT 2002+” LCIA methodology / Univ. of Michigan
<http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/impact2002+.htm>

Exemplo de avaliação do ciclo de vida



Processo	Lâmpada incandescente	Lâmpada Fluorescente
Eletricidade	88%	60%
Cobre	5%	15%
Resíduos	2%	10%
Outros	5%	15%
Total alterações climáticas	120.000 kg CO ₂ eq	40.000 kg CO ₂ eq

Exemplo de avaliação do ciclo de vida

Normalização:



Categoria de impacte	Lâmpada incandescente	Lâmpada Fluorescente
Alterações climáticas	1.2×10^{-11}	4×10^{-12}
Ecotoxicidade	1.6×10^{-10}	2.2×10^{-10}
Acidificação	9×10^{-11}	4.2×10^{-11}
Depleção de recursos	24×10^{-12}	9×10^{-13}

Normalização: cálculo da magnitude dos resultados do indicador de categoria relativa a alguma informação de referência. O propósito é entender melhor a magnitude relativa de cada resultado do indicador do sistema de produto em estudo.

Ponderação: multiplicar os resultados normalizados de cada uma das categorias de impacte por um fator de ponderação que expressa a importância relativa da categoria de impacte.

Limitações da avaliação do ciclo de vida

- Disponibilidade de dados
- Capacidade dos modelos de avaliação de impactes
- Categorias de impacte não incluídas, como impactes na paisagem, ruído, odores, toxicidade dos produtos e tempo
- Escolhas e pressupostos podem ser subjetivos (fronteiras do sistema, fontes de dados e informação, categorias de impacte)
- Dados obtidos a nível global ou regional podem não ser adequados a aplicações locais



Declarações ambientais de produto

Declarações ambientais de produto

- O principal propósito de uma Declaração Ambiental de Produto (DAP) é demonstrar o desempenho ambiental de um produto ou serviço, baseando-se em estudos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).
- Um aspeto importante desta ferramenta de comunicação é a possibilidade de se tornar numa base sólida de comparação de produtos e serviços através do desempenho ambiental demonstrado.
- As DAP são realizadas segundo requisitos de normalização internacional e europeia, que refletem as exigências dos mercados.



Declarações ambientais de produto



The image shows a screenshot of the DAPHABITAT website. At the top left is the 'dap habitat' logo. The navigation menu includes 'DAPHABITAT', 'DAP', 'RCP', 'COOPERAÇÃO', 'NOTÍCIAS E EVENTOS', and 'CONTACTOS'. The main heading is 'DAPHABITAT'. Below it, there are two paragraphs of text explaining the program and its objectives. The first paragraph describes the system as a registration program for environmental declarations of products and services in the building sector, aligned with ISO 14025 and EN 15804. The second paragraph explains that the registration allows for the availability of information on the environmental performance of products/services through verified documents, which can stimulate continuous improvement and help reduce negative environmental impacts. Below the text is a section titled 'Principais objetivos deste programa de registo:' followed by a bulleted list of two objectives: promoting the elaboration and registration of DAPs, and creating a dynamic of information availability on the environmental performance of construction products.

dap habitat

DAPHABITAT DAP RCP COOPERAÇÃO NOTÍCIAS E EVENTOS CONTACTOS

DAPHABITAT

O Sistema DAPHabitat é um programa de registo de Declarações Ambientais de Produto para produtos e serviços da fileira do habitat, alinhado com a ISO 14025 e a EN 15804. Este programa de registo português permite que qualquer empresa ou entidade interessada solicite o desenvolvimento de RCP ou registe DAPs, independentemente do seu país de origem.

O registo das DAP permite disponibilizar informação sobre o desempenho ambiental dos produtos/serviços através de documentos verificados por uma terceira parte independente. Ao desenvolver-se uma DAP veicula-se através desta, informação exata e verificada que pode estimular a melhoria contínua dos produtos do mercado. Por um lado os fabricantes conhecerão melhor o desempenho dos seus produtos, podendo identificar oportunidades de melhoria a fim de reduzir o impacte ambiental negativo dos mesmos. Por outro lado, no momento da aquisição destes produtos, os clientes (empresas ou consumidores finais) poderão considerar a sua escolha através de informações fidedignas.

Principais objetivos deste programa de registo:

- Promover a elaboração e o registo de DAPs para produtos da fileira do habitat;
- Criar uma dinâmica de disponibilização de informação sobre o desempenho ambiental de produtos de construção.

Declarações ambientais de produto

Regras de categorias de produto do sistema DAP Habitat

GRUPO DE PRODUTOS	CATEGORIA DE PRODUTO	RCP
PRODUTOS E SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO	<u>Produtos e Serviços de Construção</u>	RCP: Modelo Base_Versão 2.2
REVESTIMENTOS	<u>Revestimento de pavimentos</u>	Revestimentos de Pavimento
REVESTIMENTOS	<u>Revestimento de paredes</u>	Revestimentos de Paredes
REVESTIMENTOS	<u>Revestimento de coberturas inclinadas</u>	Revestimentos de Coberturas Inclinadas
ISOLAMENTOS	<u>Isolamento Térmico</u>	Isolamento Térmico
SANITÁRIOS E AFINS	<u>Louça Sanitária</u>	Louça Sanitária [Instalações sanitárias e cozinhas]
ALVENARIAS	<u>Unidades de Alvenaria</u>	Unidades de Alvenaria

Declarações ambientais de produto

Sistema DAPHabitat Declaração Ambiental de Produto

www.daphabitat.pt

Declarado em conformidade com o Regulamento (UE) 2015/1004



Número de registo: DAP 005/2019



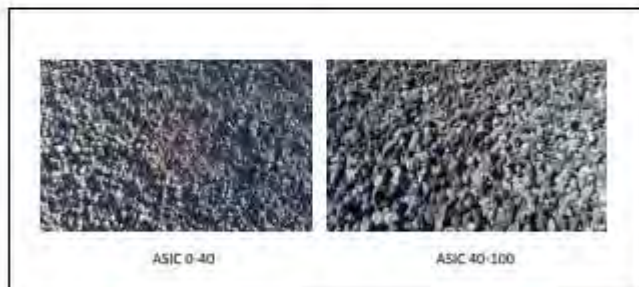
ECO EPD número de registo: 00000954

ASIC – AGREGADO SIDERÚRGICO INERTE PARA A CONSTRUÇÃO

Data de emissão: 2019-04-24

Data de validade: 2024-04-23

MEGASA – SIDERURGIA NACIONAL – EPL, S.A.



Rotulagem Ambiental

ISO 1420:1998

O objetivo de um **rótulo ambiental** é encorajar a procura e a oferta de produtos que causam menores pressões no ambiente **ao longo do seu ciclo de vida**, através da comunicação da informação verificável e fiável, não enganosa, acerca dos aspetos ambientais de produtos e serviços.

Os rótulos ambientais comunicam o desempenho do **produto ou serviço** e diferenciam-se dos sistemas de certificação de empresas (EMAS, ISO 14001) cujo objetivo é a comunicação do **desempenho da empresa**.

Rotulagem ambiental

Tipos de rotulagem ambiental segundo a ISO



Tipo I – Rótulos ecológicos certificados

Programa independente e voluntário, baseado em múltiplos critérios, que atribui rótulos a produtos e permite a diferenciação entre produtos pertencentes a uma mesma categoria, com base no seu desempenho ambiental e em considerações de ciclo de vida. Uma organização independente define um conjunto diversificado de critérios e a transparência e credibilidade destes é assegurada por meio de certificação por uma terceira parte independente.

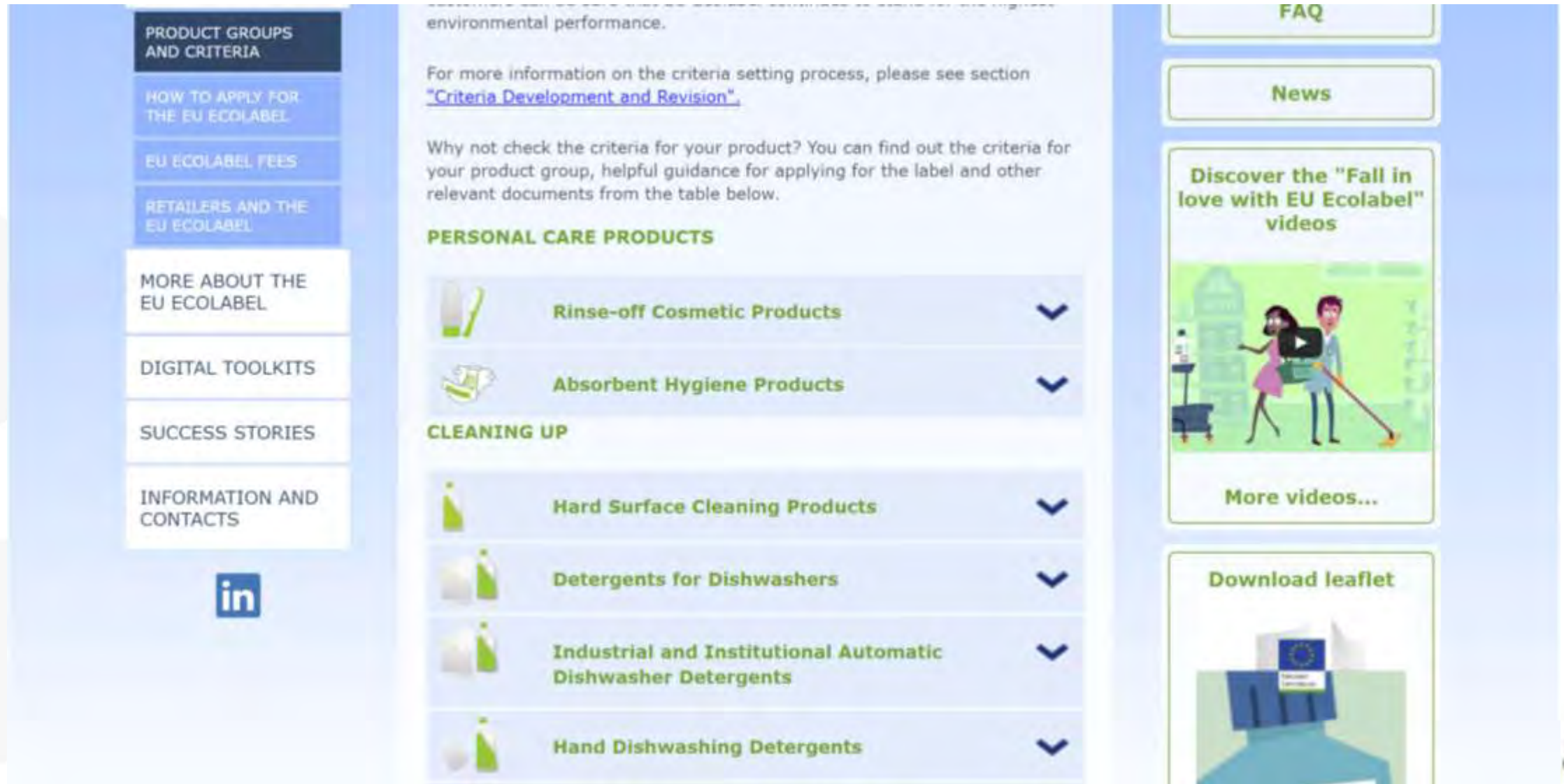
Tipo II – Auto-declarações ambientais

São declarações desenvolvidas pelos fabricantes, importadores ou distribuidores de modo a comunicar informação sobre os aspectos ambientais dos seus produtos ou serviços.

Tipo III – Declarações ambientais de produto (EPD)

Disponibilizam informação normalizada de ACV sobre um produto ou serviço, através de diagramas que apresentam um conjunto de indicadores ambientais relevantes (aquecimento global, consumo de recursos, produção de resíduos, entre outros), acompanhado de uma interpretação da informação.





The screenshot shows the EU Ecolabel website interface. On the left is a navigation menu with categories like 'PRODUCT GROUPS AND CRITERIA', 'HOW TO APPLY FOR THE EU ECOLABEL', 'EU ECOLABEL FEES', 'RETAILERS AND THE EU ECOLABEL', 'MORE ABOUT THE EU ECOLABEL', 'DIGITAL TOOLKITS', 'SUCCESS STORIES', and 'INFORMATION AND CONTACTS'. Below the menu is an 'in' logo. The main content area features a paragraph on environmental performance, a link to 'Criteria Development and Revision', and a section for 'PERSONAL CARE PRODUCTS' with sub-categories: 'Rinse-off Cosmetic Products', 'Absorbent Hygiene Products', and 'CLEANING UP' with sub-categories: 'Hard Surface Cleaning Products', 'Detergents for Dishwashers', 'Industrial and Institutional Automatic Dishwasher Detergents', and 'Hand Dishwashing Detergents'. On the right, there are buttons for 'FAQ', 'News', a video section titled 'Discover the "Fall in love with EU Ecolabel" videos' with a 'More videos...' link, and a 'Download leaflet' button with an illustration of a leaflet.

Rótulos ecológicos nacionais

Rótulo ecológico Holandês – Milieukeur



Marca espanhola AENOR



Rótulo ecológico Nordic Swan



Rótulo ecológico Blue Angel



Rótulos energéticos

O programa de certificação de equipamento de escritório **Energy Star** visa reduzir o consumo de energia de computadores pessoais, de impressoras, de máquinas de fax, de copadoras e de scanners.

Nos EUA o Energy Star constitui um esquema de rotulagem voluntário e o seu uso é controlado por intermédio de um acordo entre os EUA e a Comunidade Europeia



O **rótulo energético da UE** é um **rótulo obrigatório** (directiva 92/75/EEC da UE), que deve ser colocado (pelos produtores e pelos retalhistas) em todos os produtos de linha branca, nomeadamente, frigoríficos, arcas congeladoras, máquinas de lavar, iluminação, sistemas de ar condicionado, entre outros.



Rótulos específicos

Rótulo TCO para produtos de tecnologias de informação

Estes rótulos abordam todo o ciclo de vida dos processos de fabricação, onde proíbem a utilização de alguns químicos, nomeadamente clorofluorcarbonetos e alguns solventes clorados. Também limitam as emissões de radiação eléctrica e magnética de baixa frequência.



Forest Stewardship Council- FSC acredita e fiscaliza as organizações certificadoras que atribuem o rótulo ao produto e matérias-primas (madeira) proveniente de florestas geridas de forma sustentável.



Auto-declarações ambientais

- Uma auto-declaração ambiental de Tipo II é desenvolvida pelos fabricantes, importadores ou distribuidores de modo a **comunicar informação sobre os aspectos ambientais dos seus produtos ou serviços**.
- As auto-declarações ambientais podem ser **certificadas** por uma terceira parte independente.



Compras Sustentáveis

ACV na contratação produtos/serviços

As organizações compram uma enorme gama de bens e serviços

Computadores

Serviços de fornecimento de refeições

Renovação de edifícios

Construção de estradas

Veículos

Material de escritório

Serviços de transporte público

Eletricidade

Mobiliário

Serviços de limpeza

Quota de mercado do setor público tipicamente de 5–15 %
— por vezes muito superior

Compras Sustentáveis: o que são?

Os CPS são... «um processo mediante o qual as organizações adquirem bens, serviços e obras com um impacto ambiental reduzido em todo o seu ciclo de vida quando comparado com bens, serviços e obras com a mesma função primária que seriam de outro modo adquiridos»

Os CPS podem afetar o impacto ambiental:

- **Diretamente** — através do melhor desempenho ambiental dos bens, serviços e obras adquiridos
- **Indiretamente** — através da utilização desta força de mercado para incentivar as empresas a investirem em produtos e serviços mais ecológicos

Rotulagem ambiental e compras sustentáveis

- **As formas de verificação** dos aspetos de sustentabilidade são importantes
- Podem ser pedidas na qualificação dos candidatos, especificações técnicas, critérios de adjudicação e cláusulas do contrato
- Se necessário devem ser verificadas por **entidades externas**



Custos de ciclo de vida

Custos de ciclo de vida (CCV)

Custos internos: puramente económicos e assumidos diretamente pela autoridade pública

Custos externos: custos gerados pelos impactes do produto/serviço no ambiente (externalidades ambientais), que podem ser diretamente assegurados pela autoridade pública mas por vezes serão assegurados pela comunidade ou pelos cidadãos em geral

Custos externos: quantificação por **Avaliação Ciclo de Vida**, que consiste numa metodologia para avaliar impactes ambientais de produtos, serviços ou empreitadas, em conjunto com a monetização desses impactes, isto é a atribuição de um custo aos impactes ambientais

Metodologia muito exigente em termos de recursos (tempo, dados e pessoal técnico especializado) e está **apenas acessível para os impactes cujo valor económico já foi determinado** (e.g. aquecimento global, acidificação, eutrofização, uso do solo, entre outros)



Custos de ciclo de vida (CCV)

Durante a propriedade de um **produto/serviço** está associada um conjunto de custos em cada fase do seu ciclo de vida, como sejam:

- ✓ **Custos de aquisição** e todos os **custos associados** (entrega, instalação, colocação em funcionamento, etc.);
- ✓ **Custos de operação**, incluindo consumo de energia e água, peças sobresselentes e manutenção;
- ✓ **Custos de fim de vida**, como o desmantelamento e eliminação.

Estes custos podem ser determinados e avaliados com recurso à metodologia de **Custo de Ciclo de Vida (LCC)**



Custos de ciclo de vida (CCV)

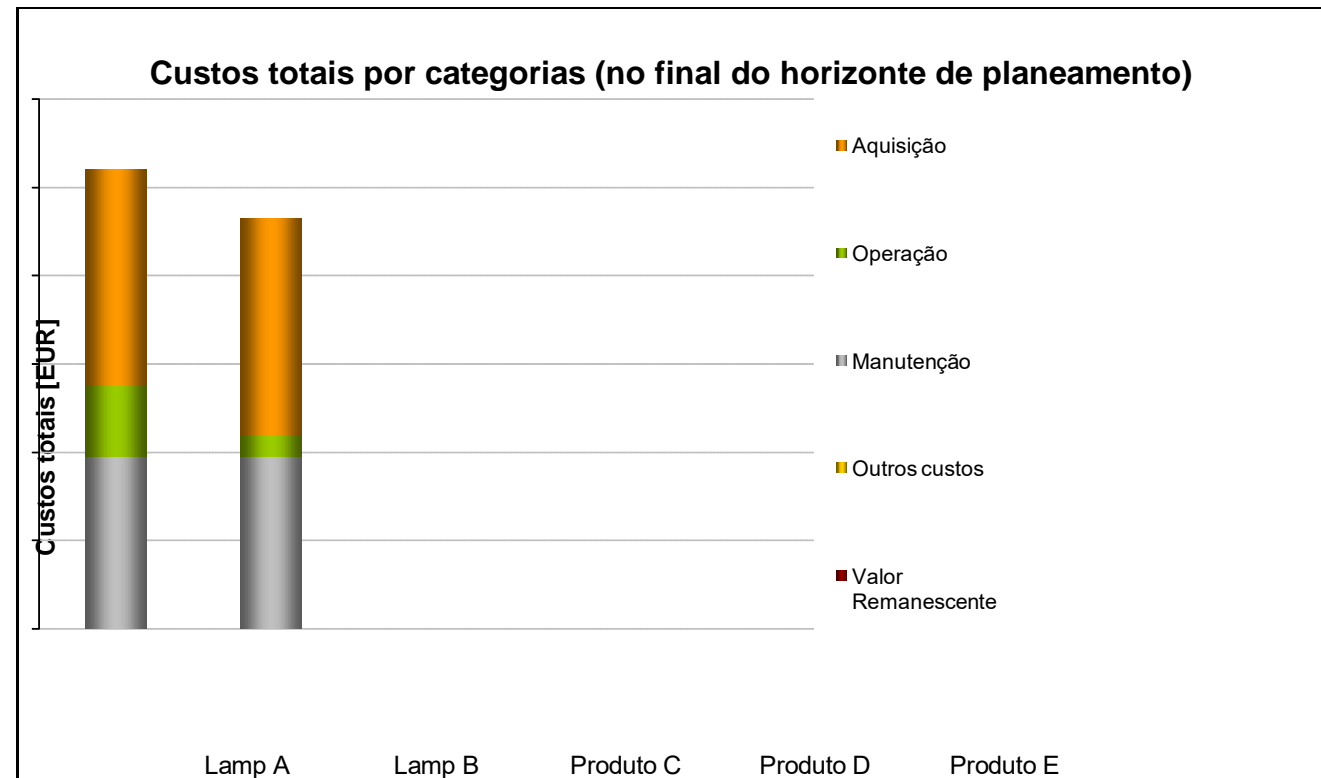
Resultados dos LCC, em valor líquido actual

Custo total em valor líquido actual [depois de 23 anos] por proposta	[EUR]	104023,24	92865,06	0,00	0,00	0,00
custos médios anuais da proposta	[EUR/ano]	3619,52	3134,38	0,00	0,00	0,00

<< Clique no botão de expansão [+] à esquerda para mostrar mais resultados

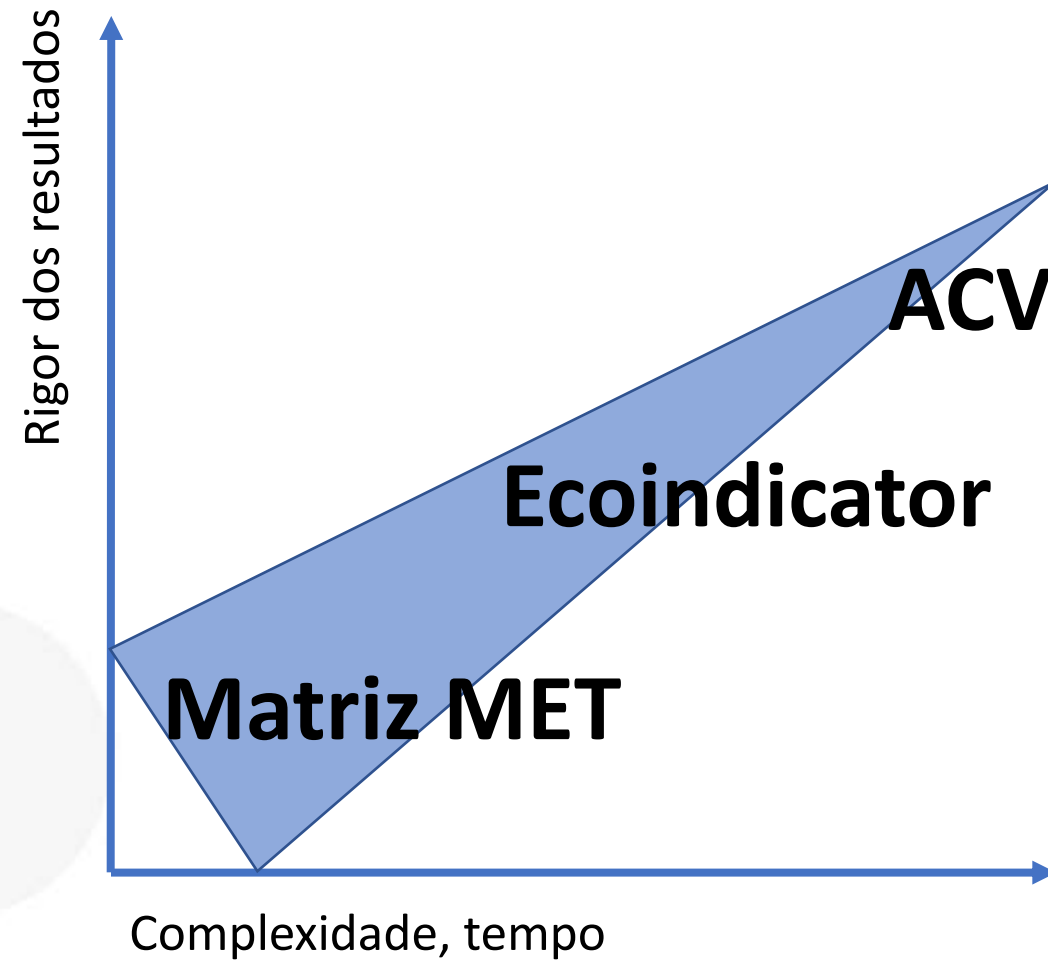
Novo sistema de iluminação pública

- 20 postes de iluminação
- 2 propostas diferentes



Exercício interativo

Exercício - Ciclo de vida do Produto (ACV)



Exercício - Ciclo de vida do Produto (ACV)

Comparar dois cenários relativos a garrafas de bebidas produzidas localmente:

- Reciclagem
- Reutilização



Exercício – Matriz MET modificada

	Materiais	Energia	Toxicidade	Emissões e resíduos
Pré-produção	😊	😊	😊	😊
	😊	😊	😊	😊
	😞	😞	😞	😞
	😞	😞	😞	😞
Produção	😊	😊	😊	😊
	😊	😊	😊	😊
	😞	😞	😞	😞
	😞	😞	😞	😞
Utilização	😊	😊	😊	😊
	😊	😊	😊	😊
	😞	😞	😞	😞
	😞	😞	😞	😞
Pós-utilização	😊	😊	😊	😊
	😊	😊	😊	😊
	😞	😞	😞	😞
	😞	😞	😞	😞

Situação de referência: as garrafas são recolhidas separadamente e enviadas para o continente para reciclagem.

Cenário mais circular: as garrafas são recolhidas, lavadas e enchidas de novo para serem colocadas no mercado. Tecnicamente é possível 4 a 5 reutilizações, ao fim das quais o fabricante envia as garrafas para reciclagem.

Exercício: comparar o cenário mais circular com a situação de referência, utilizando a matriz MET modificada. (😊) indica o que melhorou e (😞) o que piorou.

Laboratório Nacional de Energia e Geologia

RH de Excelência em
Investigação



ECONOMIA DE RECURSOS

ÁREAS DE ATIVIDADE



Obrigada pela atenção

cristina.rocha@lneg.pt

paula.trindade@lneg.pt

