

# Análise de Ciclo de Vida

## Parte I- Principais conceitos

### Mahsa Mapar



Mahsa Mapar, LCA 2025



Princípios de Política d Ambiente de Mahsa Mapar é disponibilizado sob a Licença Creative Commons-Atribuição - NãoComercial-Compartilhaqual 4.0 Internacional

## Índice

1. Principais conceitos
2. Os modelos Linear vs. Circular
3. ACV, Circularidade, e Sustentabilidade
4. ACV e Design
5. Normas

# 1. Principais conceitos

3

## ACV | Definição e Conceitos



- A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), também conhecida como Análise do Ciclo de Vida, é uma ferramenta para avaliar os potenciais impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um produto, ou seja, desde a aquisição de recursos naturais, passando pela produção e fase de utilização, até à gestão de resíduos (incluindo eliminação e reciclagem).
- O termo "**produto**" inclui **bens, tecnologias, e serviços**.

## ACV | Definição e Conceito

A ACV é uma avaliação abrangente que adopta uma perspectiva do ciclo de vida do produto e abrange uma variedade de impactos ambientais.

Estas características únicas da ACV permitem evitar a transferência de problemas de uma fase do ciclo de vida para outra, ou de um impacto ambiental para outro (Finnveden e Potting, 2014).



Fonte: Vexillum, Qualidade e Gestão Empresarial: <https://vexillum.pt/ciclo-de-vida-iso-140012015/>

## ACV | Definição e Conceito

Por outras palavras, uma ACV é uma ferramenta para identificar ou comparar os impactos ambientais de um produto ou atividade através da quantificação de todos os fluxos de materiais e da avaliação da forma como interagem com o ambiente natural (RTI, 2020).

**Ciclo de vida:** Etapas consecutivas e interligadas, desde a obtenção de matérias-primas ou sua produção a partir de recursos naturais até ao destino final (Lico, 2023).

# Pensamento do ciclo de vida



- Compreender o que é uma ACV e como funciona significa pensar nos produtos e atividades industriais em termos de um ciclo de vida.
- Pode parecer estranho pensar em objetos inanimados como uma torradeira ou na forma como uma fábrica utiliza a água como tendo um ciclo de vida, mas é exatamente isso que a ACV nos obriga a fazer.
- Cada produto, quer seja algo tão simples como um copo de plástico ou um carro elétrico altamente concebido, “**nasce**”, vive uma “**vida**” e, quando deixa de ser útil, a sua vida **termina**.

# Vantagens

A realização de uma ACV de um produto ou de um design proporciona informações valiosas sobre o seu desempenho ambiental e os fatores que o influenciam, como a escolha de materiais e fontes de energia. Os principais benefícios dependem de diferentes perspetivas, mas aqui estão alguns dos mais frequentemente citados:

**1. Uma visão holística do impacto:** Uma ACV permite ver o panorama geral ao analisar o ciclo de vida do produto/design, desde a produção até à eliminação. Ajuda a identificar formas de fazer melhorias, avaliar a necessidade de mudanças nas operações ou cadeias de abastecimento e estabelecer e otimizar objetivos de sustentabilidade, como a redução da pegada ecológica e a eficiência energética.

**2. Conhecimento aprofundado:** A ACV oferece enormes benefícios no que toca à inovação em produtos e materiais. Saber quais os elementos da cadeia de abastecimento que têm maior potencial para impactar positivamente o ambiente pode ajudar a tomar decisões mais informadas sobre a melhor forma de avançar. Além disso, a ACV proporciona um meio de comparar e testar diferentes alternativas, particularmente para produtos compostos por uma combinação de vários materiais.

Fonte: (UGREEN. 2022).

## Vantagens

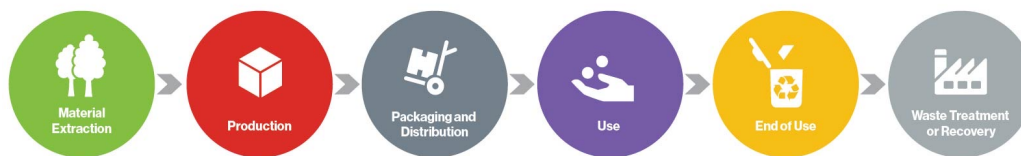
- 3. Preservação de recursos:** A ACV pode ajudar a identificar oportunidades para a preservação de recursos, detetando áreas onde os recursos estão a ser utilizados de forma ineficiente ou onde materiais ou processos alternativos podem ser mais sustentáveis.
- 4. Identificação de oportunidades de melhoria:** Identificação de oportunidades para melhorar os aspetos ambientais de produtos em diversos pontos do seu ciclo de vida;
- 5. Apoio à tomada de decisões:** Tomada de decisões de decisões na indústria, em organizações governamentais ou não governamentais (planeamento estratégico, estabelecimento de prioridades, conceção ou reformulação de produtos ou processos);
- 6. Seleção de Indicadores de Desempenho:** A seleção de indicadores de desempenho ambiental relevantes, incluindo técnicas de medição;
- 7. Marketing Sustentável:** Marketing (Rótulo Ecológico ou Declaração Ambiental de um produto).

Fonte: ([Lico, 2023](#))

## 2. Os modelos Linear vs. Circular

## Os modelos Linear vs. Circular

O ciclo de vida que descreve a maioria dos processos de fabrico atualmente é ilustrado na figura abaixo, como o modelo de produção **linear**.



O modelo de produção linear (Fonte: RIT, 2020: <https://www.rit.edu/sustainabilityinstitute/blog/what-life-cycle-assessment-lca>)

Neste modelo, os produtos e materiais geralmente não são usados em todo o seu potencial em uma economia linear – e, como o nome sugere, sempre se movem em uma direção: da matéria-prima para o descarte. É um sistema poluente, que degrada os sistemas naturais e alimenta uma série de desafios globais, incluindo as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade (Fonte: Ellen MacArthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear>)

## Os modelos Linear vs. Circular

O ciclo de vida de um produto não é muito diferente do de um ser vivo: recursos naturais (energia, materiais e água) são utilizados, enquanto resíduos de materiais, energia desperdiçada e emissões são gerados. Isto ocorre em diferentes momentos ao longo de todo o ciclo de vida, resultando em impactos ambientais de diferentes intensidades.

O ciclo de vida no slide 11, reflecte um modelo linear de produção, também conhecido como ciclo de vida do **berço ao túmulo**. Uma ACV pode também ter em conta outros modelos de ciclos de vida, como o do **berço ao berço**. Este modelo descreve uma **economia circular**, na qual a fase de fim de vida do produto alimenta diretamente um novo ciclo de vida (ver figura seguinte), frequentemente através de um processo de retenção de valor, como a remanufatura (Rochester Institute of Technology, 2020).

## Os modelos Linear vs. Circular

Uma ACV pode considerar outros modelos de ciclo de vida, como o **cradle-to-cradle**. Este modelo descreve uma **economia circular**, na qual a fase de fim de vida do produto alimenta diretamente um novo ciclo de vida (ver figura deste slide), frequentemente através de um processo de retenção de valor, como a remanufatura (Rochester Institute of Technology-RIT, 2020).

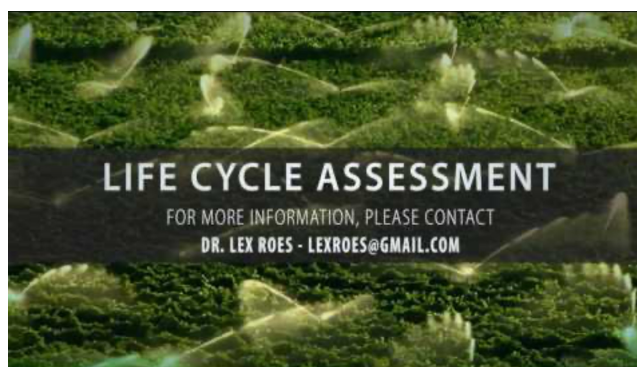


O modelo de produção circular (Fonte: RIT, 2020:

<https://www.rit.edu/sustainabilityinstitute/blog/what-life-cycle-assessment-lca>)

## Os modelos Linear vs. Circular

A ACV modela as implicações ambientais dos muitos sistemas interligados que compõem a produção. Quando realizada com precisão, pode fornecer dados valiosos que os decisores podem utilizar para apoiar **iniciativas de sustentabilidade**. Funciona como uma ponte entre o ambiente "cinzento" (indústria, mundo humano) e o ambiente "verde" (natureza). Veja o vídeo seguinte para aprofundar o conceito de ACV.

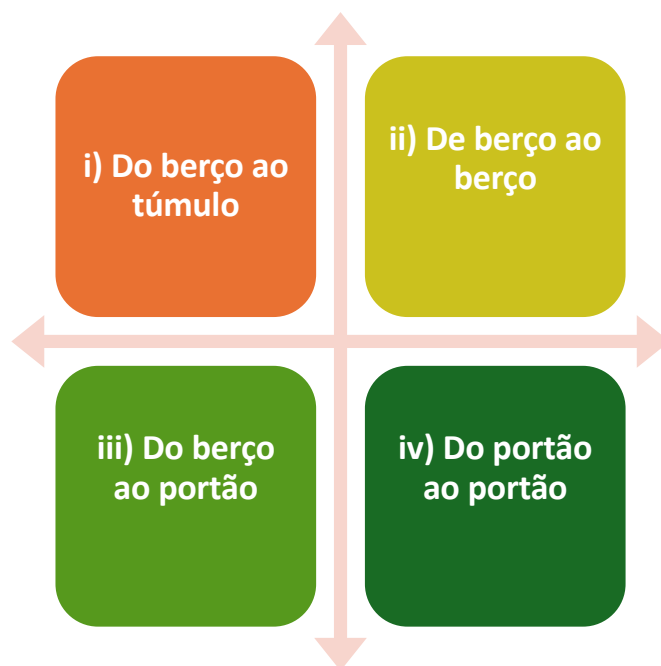


Pode seleccionar a legenda em português.

Fonte: Spark-sx. 2017. The principles of Life Cycle Assessment (LCA). <https://www.youtube.com/watch?v=r0ucT1KRiO4>

# Os modelos Linear vs. Circular

## 4 conceitos relevantes



# Os modelos Linear vs. Circular

## 4 conceitos relevantes

### i) Do berço ao túmulo

Do berço ao túmulo é a avaliação completa do ciclo de vida da extração de recursos (berço) até à sua eliminação (túmulo).

Exemplo, as árvores produzem papel, que pode ser reciclado em celulose de produção de baixa energia (papel fibroso) e depois usado como dispositivo de economia de energia no teto de uma casa por 40 anos, economizando 2 mil vezes a energia usada pelos combustíveis fósseis, na sua produção. Após 40 anos, as fibras de celulose são substituídas e as fibras antigas são descartadas, possivelmente incineradas. Todas as entradas e saídas são consideradas para todas as fases do ciclo de vida (Lico, 2023).

# Os modelos Linear vs. Circular

## 4 conceitos relevantes

---

### ii) De berço ao berço

O conceito de "berço ao berço" é uma abordagem específica dentro da ACV que se diferencia por considerar a etapa final do ciclo como um processo de **reciclagem**. Este método visa reduzir o impacto ambiental dos produtos por meio da adoção de práticas sustentáveis em sua produção, operação e descarte, além de promover a responsabilidade social no desenvolvimento de novos produtos.

O processo de reciclagem pode resultar na criação de **produtos semelhantes** (por exemplo, reutilizar asfalto retirado para pavimentação ou fabricar garrafas de vidro a partir de vidro reciclado) ou em **produtos diferentes** (como a produção de isolamento de lã de vidro a partir de garrafas de vidro recicladas).

# Os modelos Linear vs. Circular

## 4 conceitos relevantes

---

### iii) Do berço ao portão

O termo "do berço ao portão" refere-se a uma análise parcial do ciclo de vida de um produto, abrangendo desde a extração de recursos (berço) até a saída da fábrica (ou seja, **antes da der transportado para o consumidor**).

Neste tipo de avaliação, as fases de uso e descarte do produto não são consideradas. Este tipo de análise é frequentemente utilizado como base para as **declarações ambientais de produtos (DAP)**. A avaliação inclui todas as etapas desde a extração e o processamento das matérias-primas até a produção do produto final, levando em conta o transporte (*Lico, 2023*).

## Os modelos Linear vs. Circular

### 4 conceitos relevantes

---

# GlobalEPD

A VERIFIED ENVIRONMENTAL DECLARATION

**Nota:** A **Declaração Ambiental de Produto (DAP)**, conhecida como *Environmental Product Declaration (EPD)* em inglês, é um documento normatizado que apresenta informações abrangentes sobre os impactos ambientais de um produto durante todo o seu ciclo de vida. A análise do ciclo de vida abrange os efeitos ambientais que vão desde a extração de matérias-primas, passando pela fabricação, transporte e instalação, até a reparação, manutenção e, por fim, a gestão de resíduos ao término da sua vida útil.

## Os modelos Linear vs. Circular

### 4 conceitos relevantes

---

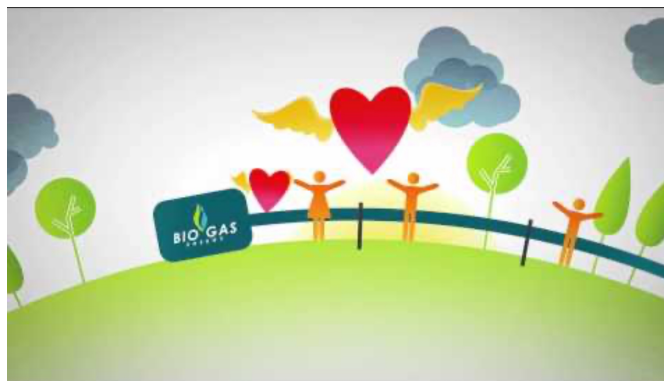
#### iv) Do portão ao portão

Este é uma ACV **parcial** que foca exclusivamente em um processo de **valor agregado dentro da cadeia de produção**.

Os módulos de avaliação "do portão ao portão" podem ser posteriormente conectados à cadeia de produção correspondente para criar uma análise completa que abrange desde a extração de recursos até a entrega do produto final (*Lico, 2023*).

## Um exemplo | A pequena pegada ambiental do Cascades

A pequena pegada ambiental do “Cascades” é impressionante. Gostaria de saber como é que eles a alcançaram? Veja o seguinte vídeo que descreve como a sua LCA foi concebida para calcular a pegada ambiental do Rowland e do Viral 100 e do papel em opaco 50 e compará-los com a média da indústria norte-americana para papéis virgens e 100% reciclados.



*Pode seleccionar a legenda em português.*

Fonte: CascadesFinePapers (2011). Life Cycle Assessment. Video available on: <https://www.youtube.com/watch?v=KrJUpSiCOoU>

## 3. ACV, Circularidade, e Sustentabilidade

# Conceito de Economia Circular (EC)

O conceito de Economia Circular (EC) é uma abordagem cada vez mais atraente para enfrentar os atuais desafios de sustentabilidade e facilitar uma mudança do modelo linear de “extrair-fazer-usar-descartar” de produção e consumo (Kelein, 2019).

A economia circular é uma estrutura de solução baseada em sistemas que aborda desafios globais como a mudança climática, a perda de biodiversidade, os resíduos e a poluição. A economia circular baseia-se em três princípios, impulsionados pelo design:

- Eliminar resíduos e poluição
- Circular produtos e materiais (com o seu maior valor)
- Regenerar a natureza

É sustentada por uma transição para energias e materiais renováveis. Uma economia circular desacopla a atividade económica do consumo de recursos finitos. Trata-se de um sistema resiliente que é benéfico para os negócios, as pessoas e o meio ambiente (Fundação Ellen MacArthur).

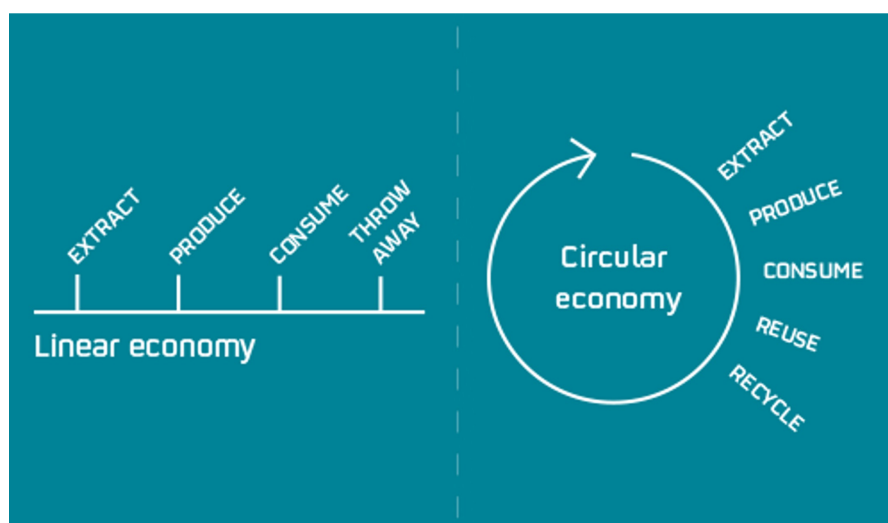
# Os princípios dos 7R's da EC

- 1. Redesign:** Pensar e projetar produtos de forma que o seu processo de fabrico consuma menos matérias-primas, prolongue o seu ciclo de vida e gere menos resíduos (ou, pelo menos, resíduos que sejam mais fáceis de reciclar). Isso aumenta a proteção ambiental.
- 2. Reduce:** Alterar os nossos hábitos de consumo em direção a um modelo mais sustentável. Se reduzirmos o consumo, evitamos a geração de resíduos, o uso de matérias-primas e, portanto, reduzimos o impacto no meio ambiente.
- 3. Reuse:** Reutilizar ou reaproveitar produtos para prolongar o seu ciclo de vida.
- 4. Repair:** Até agora, quando um produto avariava, tendíamos a substituí-lo. No entanto, repará-lo não só é mais barato, como também evita o uso de novas matérias-primas, poupa energia e não gera resíduos ambientais.
- 5. Renovate:** Atualizar objetos antigos para que possam ser reutilizados como vintage, por exemplo, móveis.
- 6. Recycle:** Promover as melhores práticas na gestão de resíduos e utilizar o que for possível como matéria-prima para fabricar novos produtos.
- 7. Recover:** Dar novos usos a produtos que estão prestes a ser descartados, como, por exemplo, usar garrafas de plástico para criar sistemas de rega, vasos de flores ou alimentadores para pássaros.



Figura 2- Os princípios dos 7R's da economia circular  
(Fonte: Source: Repsol Company, available at:  
<https://www.repsol.com/en/sustainability/circular-economy/index.cshhtml>)

# Economia Linear vs Economia Circular



Fonte: Repsol Company, available at: <https://www.repsol.com/en/sustainability/circular-economy/index.cshhtml>

# Circularidade e Sustentabilidade

O objetivo final da EC é alcançar o **desenvolvimento sustentável...**



Criar uma qualidade ambiental, prosperidade económica e equidade social em benefício das gerações actuais e futuras

(Kirchherr, Reike, and Hekkert 2017)

Image Source: Markus Spiske. <https://unsplash.com/photos/ZS26wzNU12Q>

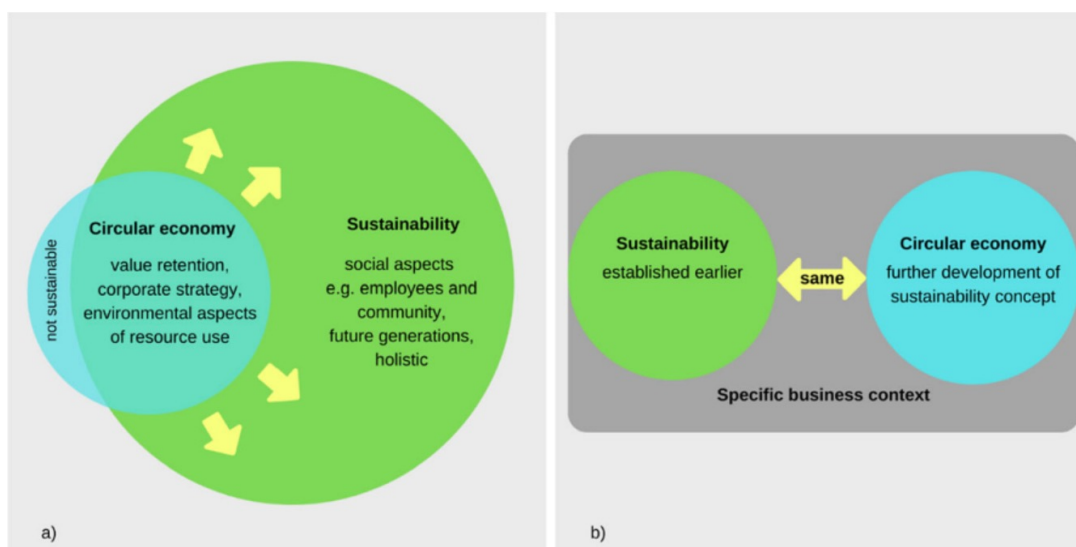
# Circularidade e Sustentabilidade

"Devem as nossas prioridades ser a Sustentabilidade, a Circularidade, ou Ambas?"

Walker et al. (2021) responderam a esta pergunta:

"A perspetiva dominante é que a Economia Circular (EC) e a sustentabilidade são conceitos diferentes que estão intimamente ligados: a EC é implementada como um caminho para alcançar a sustentabilidade. Empresas de todos os tamanhos e setores indicaram que a EC pode contribuir positivamente para os impactos na sustentabilidade. Em particular, a EC foi vista pela maioria dos inquiridos da pesquisa e das entrevistas como uma forma importante de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mas não a única. Embora tenham sido encontradas visões diferentes, de um modo geral, as empresas utilizam a EC para alcançar a sustentabilidade, sem ter a circularidade como objetivo final. Isto está de acordo com Schroeder et al. (2019), que veem a EC como um "meio para um fim" ou uma "caixa de ferramentas", em vez de um fim em si mesma, como indicado pelas setas amarelas que direcionam a EC para a sustentabilidade na Figura seguinte.

# Circularidade e Sustentabilidade



Perspectivas dos inquiridos: a A EC é implementada para alcançar a sustentabilidade (esquerda). b A diferença entre a EC e a sustentabilidade não é importante (direita) (Walker et al. 2021)

## A integração da EC com a ACV

A integração da Economia Circular (EC) com a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) apresenta uma estratégia abrangente para alcançar a sustentabilidade. A EC enfatiza a utilização prolongada de produtos, materiais e recursos, enquanto a ACV oferece uma análise detalhada dos impactos ambientais em cada etapa do ciclo de vida de um produto. Juntas, estas metodologias facilitam a identificação e implementação de estratégias eficazes com o objetivo de minimizar os efeitos ambientais, melhorar a eficiência dos recursos e promover a inovação sustentável.



## A integração da EC com a ACV

A ACV apoia a EC através de vários mecanismos-chave:

1. **Identificação do impacto ambiental:** A ACV avalia as implicações ambientais de cada etapa do ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até à eliminação, apontando os pontos críticos onde são necessárias intervenções para mitigar os impactos negativos.
2. **Tomada de decisões informada:** Ao fornecer dados quantitativos sobre os efeitos ambientais, a ACV ajuda as empresas a tomarem decisões baseadas em evidências sobre práticas de produção, escolhas de materiais e designs de produtos que estão alinhados com os objetivos de sustentabilidade.
3. **Desenvolvimento de produtos sustentáveis:** A ACV avalia várias opções de design e produção, orientando a criação de produtos que sejam mais fáceis de reutilizar, reparar e reciclar, de acordo com os princípios da EC.
4. **Monitorização e melhoria contínua:** A ACV facilita a monitorização contínua dos impactos ambientais, permitindo a identificação de áreas para melhoria e a avaliação da eficácia das iniciativas da Economia Circular ao longo do tempo.

# ACV e os ODS

A ACV é regida por várias normas que fornecem uma abordagem estruturada para avaliar os impactos ambientais de produtos e serviços. Entre estas, as normas **ISO 14040 (Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e enquadramento)** e **ISO 14044 (Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e diretrizes)** são as mais amplamente reconhecidas. Estas normas delineiam uma estrutura abrangente para a realização de uma ACV, composta por quatro etapas principais:

- Definição do Objetivo e do Âmbito
- Análise do Inventário
- Avaliação de Impacto
- Interpretação

A implementação destas normas não só melhora a credibilidade e fiabilidade dos estudos de ACV, como também se alinha com os **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**, particularmente o **ODS 12** (Consumo e Produção Responsáveis) e o **ODS 13** (Ação Climática).

Ao seguir as diretrizes estabelecidas nas normas ISO 14040 e ISO 14044, as organizações podem contribuir efetivamente para práticas sustentáveis e minimizar a sua pegada ambiental, apoiando os esforços globais para um futuro mais sustentável.



31

## 4. ACV e Design

# ACV e Design

Os designers utilizam a ACV para obter informações sobre o impacto ambiental do seu design. Ao realizar uma ACV, os designers podem:

- Identificar os inputs energéticos relevantes (energia incorporada) que entram na produção, utilização e eliminação do produto.
- Identificar os inputs de materiais relevantes que entram na fabricação e utilização do produto (materiais em bruto, materiais consumíveis utilizados na utilização do produto — filtros de café usados numa máquina de café, por exemplo).
- Identificar a libertação de produtos químicos e substâncias nocivas no ambiente (emissões de CO<sub>2</sub>, gases com efeito de estufa, etc.).
- Avaliar o impacto do seu design no ambiente.

Fontes: *Design and inquiry*. LCA: Life-Cycle-Analysis. <https://sites.google.com/view/designandinquiry/dp-sl-design/topic-2-resource-management-and-sustainable-production/2-6-eco-design/lca-resources>.

# ACV e Design

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta poderosa que desempenha um papel crucial na orientação das decisões de eco-design. Através da realização de uma ACV, os designers de produtos podem identificar os pontos críticos e as áreas de maior impacto ambiental ao longo do ciclo de vida do produto.

- **Identificação de pontos críticos:** A ACV fornece informações detalhadas sobre os impactos ambientais em cada fase do ciclo de vida, permitindo que os designers tomem decisões informadas. Esta análise possibilita a priorização de estratégias que abordem as preocupações ambientais mais significativas, garantindo que as escolhas de design não apenas minimizem os impactos, mas também atendam aos requisitos funcionais e económicos do produto.
- **Avaliação de trade-offs:** A ACV permite ainda que os designers avaliem os trade-offs entre diferentes opções de design. Esta avaliação é fundamental para assegurar que a solução escolhida otimize o desempenho ambiental sem comprometer a eficácia e a viabilidade económica do produto. Assim, a ACV atua como um guia que ajuda a equilibrar as necessidades ambientais e comerciais.
- **Benefícios do Eco-design:** Além disso, a ACV oferece insights valiosos sobre os potenciais benefícios da implementação de princípios de eco-design, como a desmaterialização, a redução de materiais e a otimização para o final da vida útil. Essas informações são essenciais para que as organizações construam um forte argumento de negócio a favor do investimento em desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Fonte: *Environmental Impacts Academy*. <https://www.environmentalacademy.org/lcablog/the-principles-of-eco-design-linking-lca-to-sustainable-product-development>.

## Um exemplo | ACV e Design

ACV de uma máquina de café

Utilizando a base de dados Ecolizer, o design é avaliado da seguinte forma:

Production	Packaging	Transport	Usage	Recycling
4 components	2 components	2 transportsteps	2 entries	
870.8	83.84	101.38	7183.2	85.32

A partir da análise, podemos ver que 86% do impacto provém da utilização do design. Ao olhar mais atentamente, verificamos que a utilização foi dividida em dois componentes: a **eletricidade** utilizada para aquecer a jarra de café e o **uso de filtros de café** descartáveis.

Component	Material or process	Amount	Indicator	Result
Coffee filter	paper: wood-containing, light weight coated (LWC)	0 kg	268	978.2
Energy	low voltage Belgium	200 watt 0.5 hours/day	34	6205
Total				7183.2

Mahsa Mapar, LCA 2025

35

## Um exemplo | ACV e Design

Esta informação pode então ser utilizada pelos designers para melhorar o design **de forma inovadora**. Por exemplo, a utilização de um filtro de café reutilizável reduziria significativamente o impacto dos descartáveis.

Além disso, o designer poderia examinar formas alternativas de melhorar a eficiência térmica do design — talvez a inclusão de materiais isolantes na jarra de café pudesse reduzir a perda de calor e manter o café quente por períodos mais longos.

Fontes: Design and inquiry. LCA: Life-Cycle-Analysis. <https://sites.google.com/view/designandinquiry/dp-sl-design/topic-2-resource-management-and-sustainable-production/2-6-eco-design/lca-resources>.

Mahsa Mapar, LCA 2025

36

# 4. Normas

37

## Normas | ACV



As normas de ACV são desenvolvidas no âmbito do seguinte comité

**ISO/TC 207/SC 5 | Avaliação do Ciclo de Vida**



### SC5 | Âmbito

Normalização no domínio da avaliação do ciclo de vida e dos sistemas e ferramentas de gestão relacionados para produtos\* e para a carteira de produtos das organizações, incluindo os aspetos ambientais, sociais e económicos relacionados, em apoio ao desenvolvimento sustentável. Inclui avaliações ambientais, sociais, económicas e técnicas baseadas no ciclo de vida. Estas avaliações podem aplicar-se, por exemplo, à circularidade dos recursos e à ecoeficiência. O resultado da avaliação fornece dados para a tomada de decisões com vista a minimizar ou evitar potenciais impactos adversos.

\*O termo “produtos” inclui tanto bens como serviços.

(Fonte: <https://www.iso.org/committee/54854.html>)

## SC5 | Estrutura

18

Normas ISO  
publicadas

2

Normas ISO em  
desenvolvimento

60

Membros  
participantes

22

Membros  
observadores

Reference ↑	Title
ISO/TC 207/SC 5/JWG 14 ⓘ	Joint ISO/TC 207/SC 5 - ISO/TC 323 WG: Secondary materials
ISO/TC 207/SC 5/TG 2 ⓘ	Circular economy coordination
ISO/TC 207/SC 5/TG 3 ⓘ	Strategic Business Plan
ISO/TC 207/SC 5/WG 12 ⓘ	Life cycle assessment -- Requirements and guidelines
ISO/TC 207/SC 5/WG 15 ⓘ	Social life cycle assessments
ISO/TC 207/SC 5/WG 16 ⓘ	Eco-Technoeconomic Analyses

# Normas | ACV (Publicadas)

- **ISO 14040:2006 (Amd 1:2020)** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Princípios e estrutura
- **ISO 14044:2006 (Amd 1:2017, Amd 2:2020)** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Requisitos e diretrizes
- **ISO 14045:2012** | Gestão ambiental — Avaliação da ecoeficiência de sistemas de produtos — Princípios, requisitos e diretrizes
- **ISO 14046:2014** | Gestão ambiental — Pegada hídrica — Princípios, requisitos e diretrizes
- **ISO/TR 14047:2012** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Exemplos ilustrativos sobre como aplicar a ISO 14044 a situações de avaliação de impactos
- **ISO/TS 14048:2002** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Formato de documentação de dados
- **ISO/TR 14049:2012** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Exemplos ilustrativos sobre como aplicar a ISO 14044 à definição de objetivos e âmbito e à análise de inventário

## Normas | ACV (Publicadas)

- **ISO 14071: 2014 (Amd 1: 2024)** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Processos de revisão crítica e competências dos revisores
- **ISO 14072: 2014 (Amd 1: 2024)** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Requisitos e orientações para a avaliação do ciclo de vida organizacional
- **ISO/TR 14073:2017** | Gestão ambiental — Pegada hídrica — Exemplos ilustrativos sobre como aplicar a ISO 14046
- **ISO/TS 14074:2022** | Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Princípios, requisitos e diretrizes para normalização, ponderação e interpretação
- **ISO 14075:2024** | Gestão ambiental — Princípios e estrutura para a avaliação do **ciclo de vida social**
- **ISO 59014:2024** | Gestão ambiental e **economia circular** — Sustentabilidade e rastreabilidade da recuperação de materiais secundários — Princípios, requisitos e orientações

## Normas | ACV (em desenvolvimento)

**ISO/DTS 14076** | **Em desenvolvimento:** Gestão ambiental - Avaliações técnico-económicas ambientais - Princípios, requisitos e orientações

**ISO/WD 14077** | **Em desenvolvimento:** Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e diretrizes para a aplicação das abordagens da *Chain of Custody (CoC)* na avaliação do ciclo de vida.

# Normas | ACV (em Portuguese)

- ❖ **NP EN ISO 14040:2008 (A1:2022)** - Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida – Princípios e enquadramento
  
- ❖ **NP EN ISO 14044:2010 (A1:2019; A2, 2022)**- Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e linhas de orientação
  
- ❖ **NP EN ISO 14046:2017** - Gestão ambiental - Pegada da água - Princípios, requisitos e linhas de orientação
  
- ❖ **NP EN ISO 14046:2017** - Gestão ambiental - Pegada da água - Princípios, requisitos e linhas de orientação

# References

1. Ellen MacArthur Foundation. What is a circular economy? <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>.
2. Finnveden, G., and Potting, J. (2014). Life Cycle Assessment. Encyclopedia of Toxicology (Third Edition). Reference Module in Biomedical Sciences. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00627-8>.
3. International Organization for Standardization (ISO). ISO/TC 207/SC 5. <https://www.iso.org/committee/54854.html>.
4. Kaizen Institute. Circular Economy and Life Cycle Assessment: Concepts and Applications. <https://kaizen.com/insights/circular-economy-life-cycle-assessment/>.
5. Klein, N., Ramos, T. B., Deutz, P. (2020). Circular economy practices and strategies in public sector organizations: An integrative review. Sustainability (Switzerland), 12(10), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su12104181>.
6. Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling. 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
7. Lico, I. (2023). SC5 – Avaliação do Ciclo de Vida. APA- Agência Portuguesa do Ambiente. [https://apambiente.pt/sites/default/files/Avaliacao\\_Gestao\\_Ambiental/Qualif\\_Certif\\_Normal/Normaliza%C3%A7%C3%A3o/Workshop%20CT150\\_2023/SC%205%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20ciclo%20de%20vida%20.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/Avaliacao_Gestao_Ambiental/Qualif_Certif_Normal/Normaliza%C3%A7%C3%A3o/Workshop%20CT150_2023/SC%205%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20ciclo%20de%20vida%20.pdf).
8. Mapar, M., Bacelar-Nicolau, P., Caiiro, S., Bidarra, J., Alves da Veiga, P. (2023). ARDES Teaching Module 1, Lesson 3. Topic 2. Life Cycle Assessment. 27 slides. <http://hdl.handle.net/10400.2/15161>.
9. Mapar, M., Bacelar-Nicolau, P., Sandra Caiiro, S., Bidarra, J., Alves da Veiga, P. (2023). ARDES Teaching Module 1, Lesson 1. Topic 1. Sustainability Concepts and Circular Economy. 38 slides. <http://hdl.handle.net/10400.2/15166>.
10. Repsol Company website. <https://www.repsol.com/en/sustainability/circular-economy/index.cshml>.
11. UGREEN. (2022). 5 Benefits of Conducting a Life Cycle Assessment. Available at: <https://ugreen.io/5-benefits-of-conducting-a-life-cycle-assessment/>.
12. Vexillum, Qualidade e Gestão Empresarial. Ciclo de vida (ISO 14001:2015). <https://vexillum.pt/ciclo-de-vida-iso-140012015/>.
13. Walker, A.M., Opferkuch, K., Roos Lindgreen, E. et al. (2022). What Is the Relation between Circular Economy and Sustainability? Answers from Frontrunner Companies Engaged with Circular Economy Practices. Circ.Econ.Sust. 2, 731–758. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00064-7>.
14. Rochester Institute of Technology. (2020). What is life cycle assessment (LCA)? <https://www.rit.edu/sustainabilityinstitute/blog/what-life-cycle-assessment-lca>.
15. Design and inquiry. LCA: Life-Cycle-Analysis. Available at: <https://sites.google.com/view/designandinquiry/dp-sl-design/topic-2-resource-management-and-sustainable-production/2-6-eco-design/lca-resources>.