

# Avaliação do Ciclo de Vida e Economia Circular

Cristina Sousa Rocha, LNEG  
[cristina.rocha@lneg.pt](mailto:cristina.rocha@lneg.pt)

**PONTO DE ENCONTRO, 15 de janeiro de 2018**

# Pressão nos recursos naturais – Século XX

Extração de  
biomassa: **X 3,6**



Fonte: UNEP, 2011



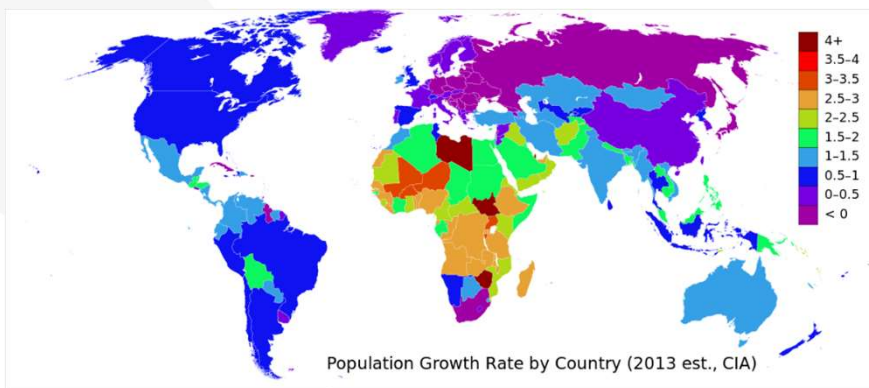
Extração de  
combustíveis  
fósseis: **X 12**

Extração de  
minérios e  
minerais: **X 27**



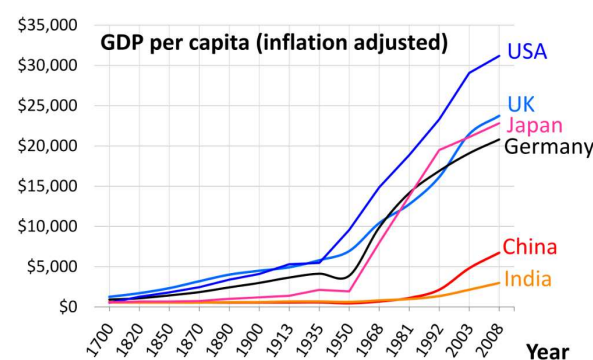
Extração de  
materiais de  
construção: **X 34**

O aumento do desenvolvimento industrial num número crescente de países, trouxe um aumento sem precedentes no consumo de recursos naturais



[https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Population\\_growth\\_rate\\_world\\_2013.svg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Population_growth_rate_world_2013.svg)

Durante os próximos 40 anos, a população mundial deverá aumentar de 7 para 10 mil milhões de pessoas

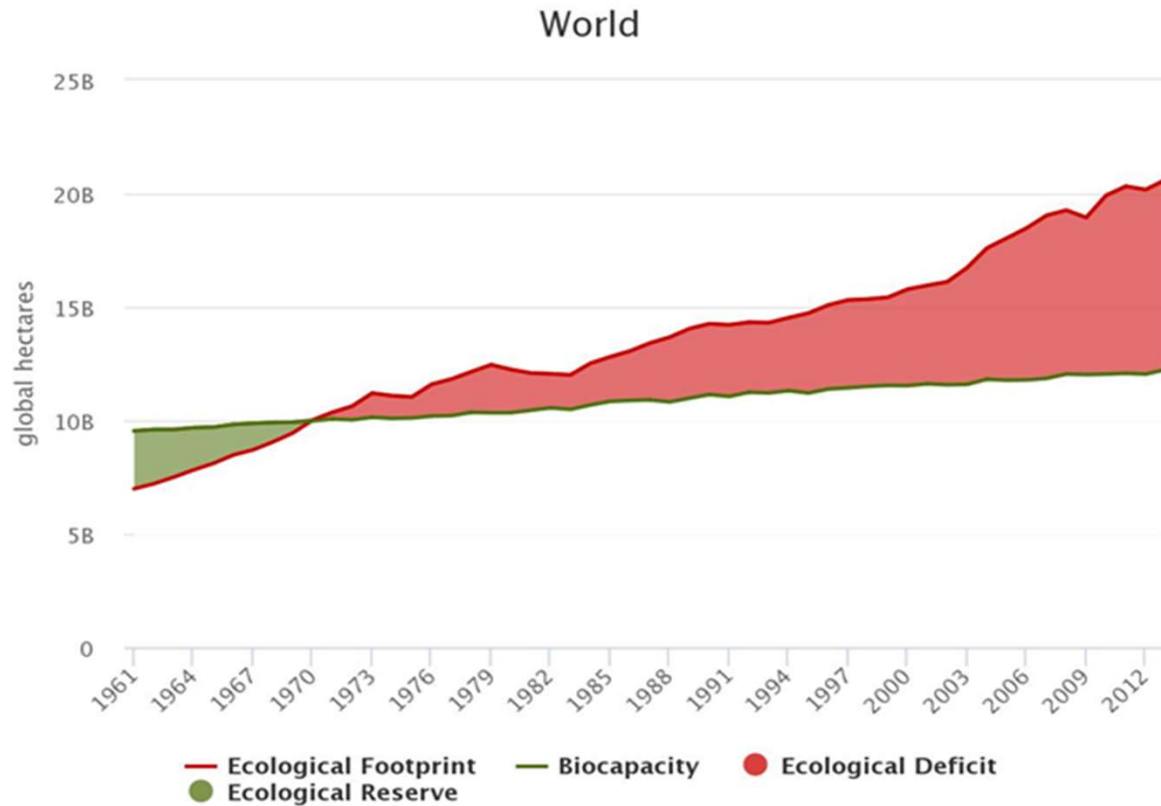


[https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:1700\\_AD\\_throug\\_2008\\_AD\\_per\\_capita\\_GDP\\_of\\_China\\_Germany\\_India\\_Japan\\_UK\\_USA\\_per\\_Angus\\_Maddison.png](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:1700_AD_throug_2008_AD_per_capita_GDP_of_China_Germany_India_Japan_UK_USA_per_Angus_Maddison.png)

O produto interno bruto (PIB) mundial aumentou 25 vezes desde 1900, elevando em 10 vezes a extração global de recursos (EEA, 2016)



# Biocapacidade e pegada ecológica

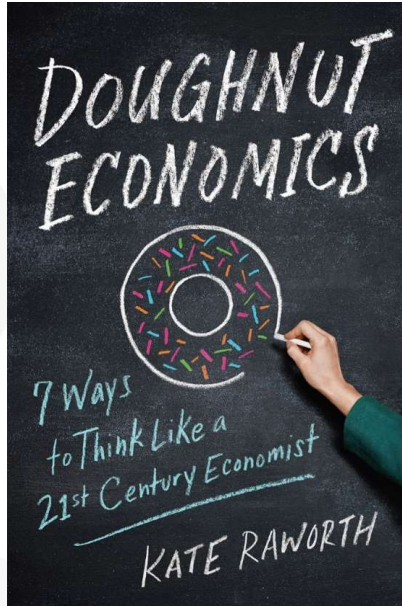


Global Footprint Network, 2017 National Footprint Accounts

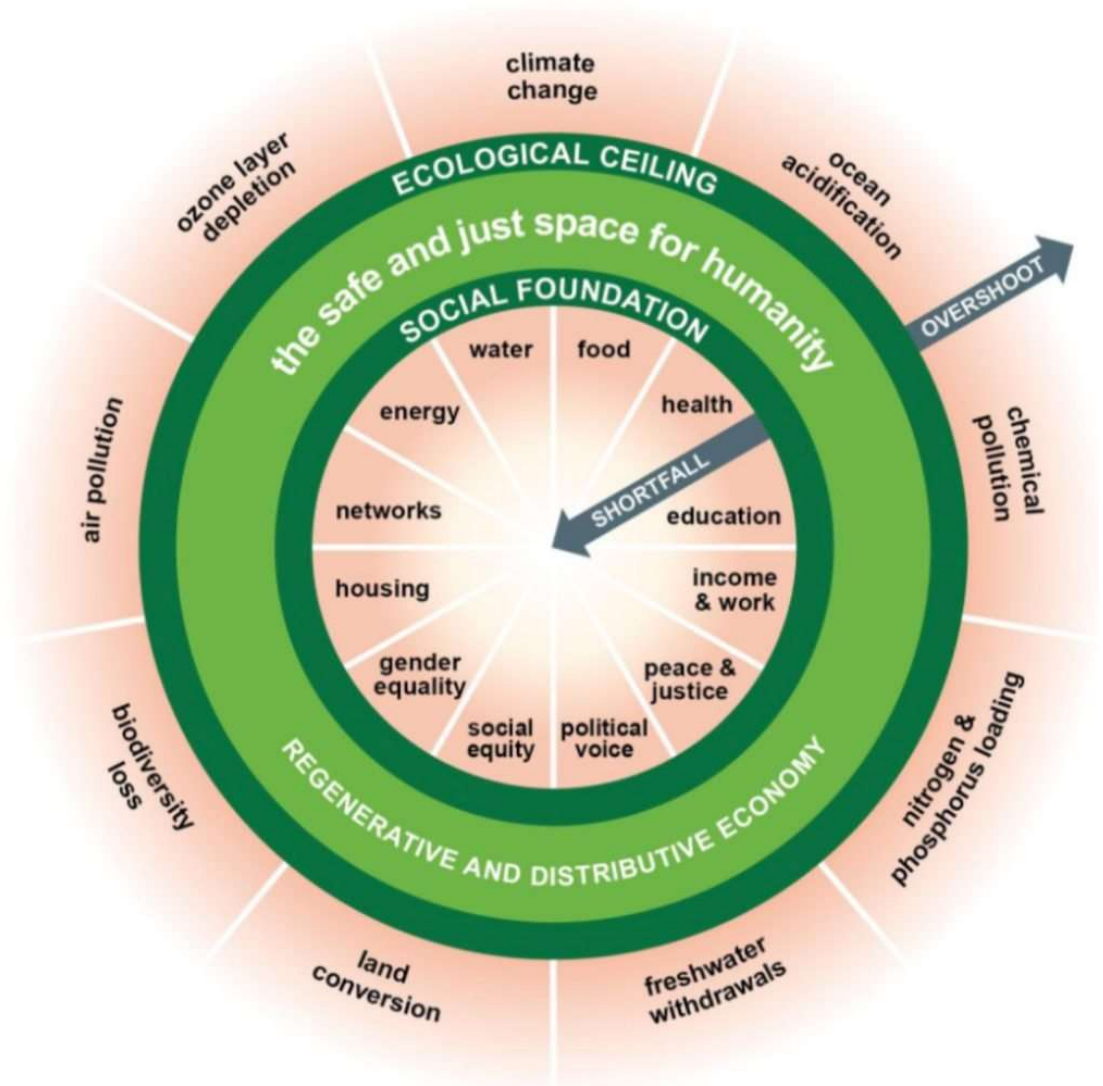


Défice ecológico em 2013: necessários 1,68 planetas para produzir todos os recursos consumidos e absorver todos os resíduos gerados

# “Economia do donut”



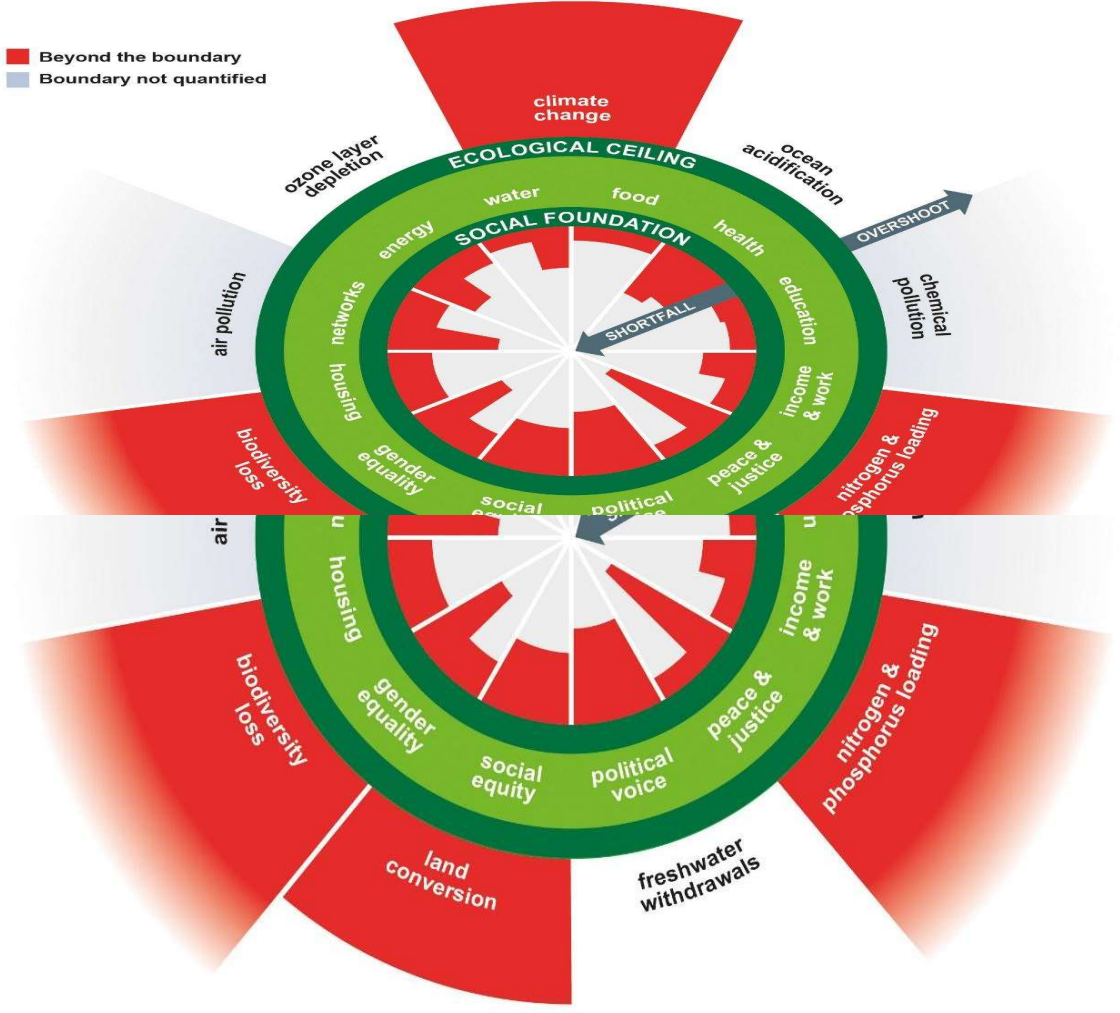
Temos de garantir que ninguém fica aquém nos aspectos essenciais da vida, enquanto garantimos coletivamente que não ultrapassamos a nossa pressão sobre os sistemas de suporte da Terra, dos quais fundamentalmente dependemos (Raworth, 2017, tradução livre)





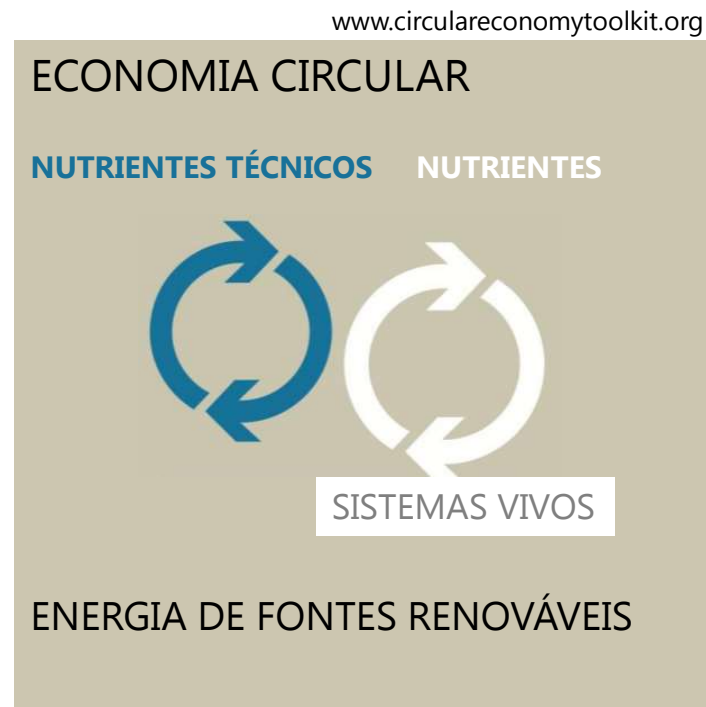
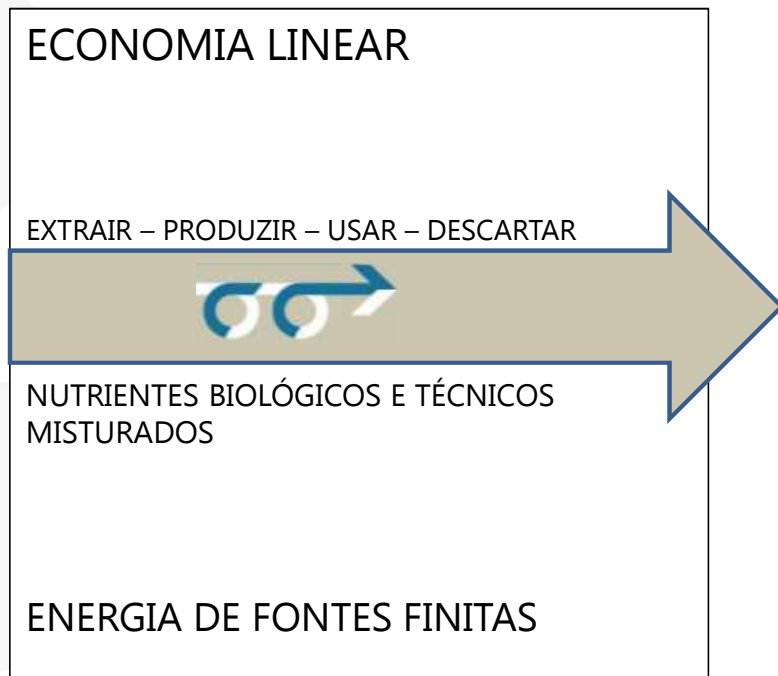
# Situação atual à escala global:

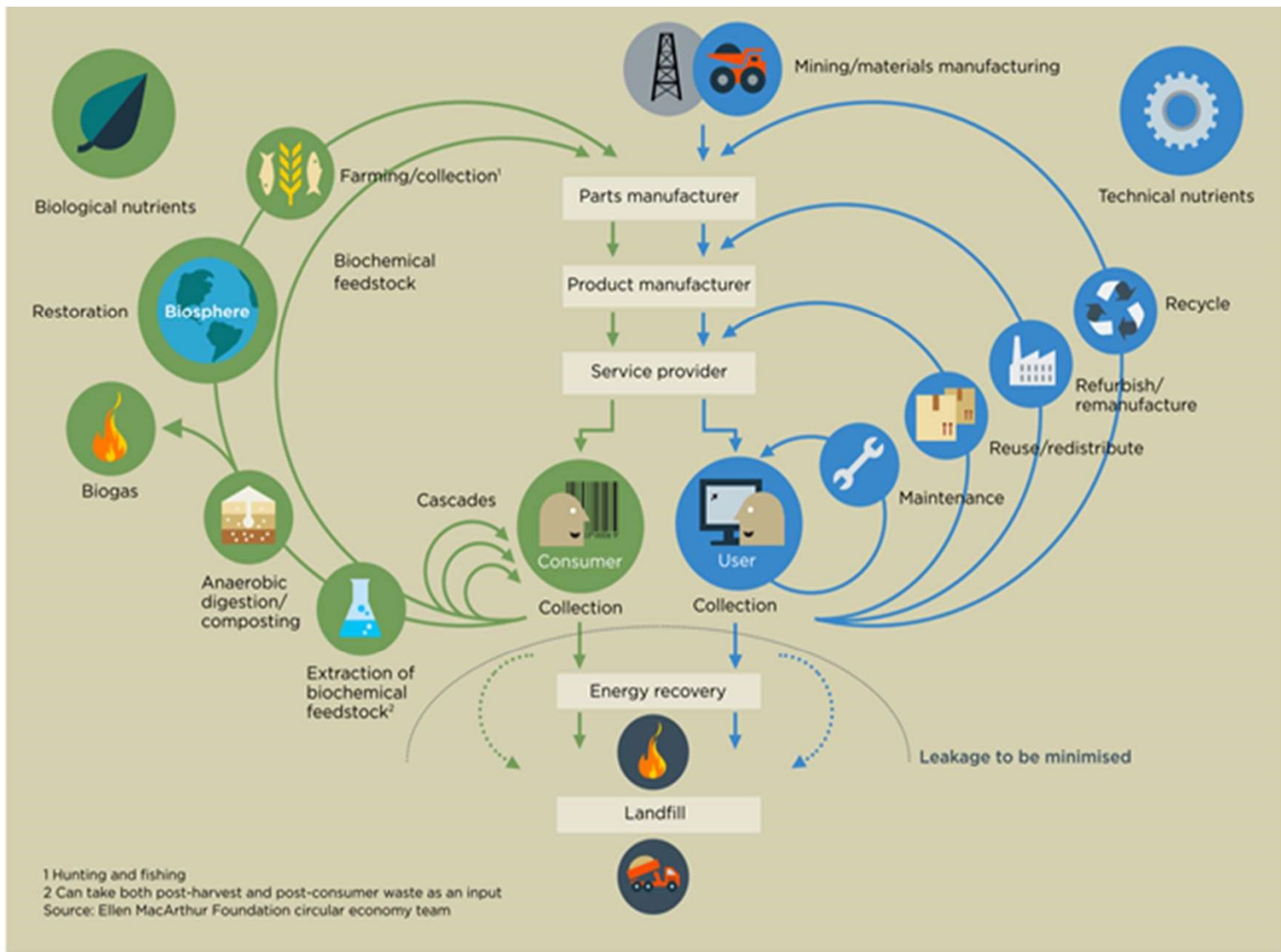
- 4/9 fronteiras planetárias já foram ultrapassadas (2 por quantificar)
- Défice em todas as dimensões sociais



fonte: Raworth (2017)

# Um novo modelo económico





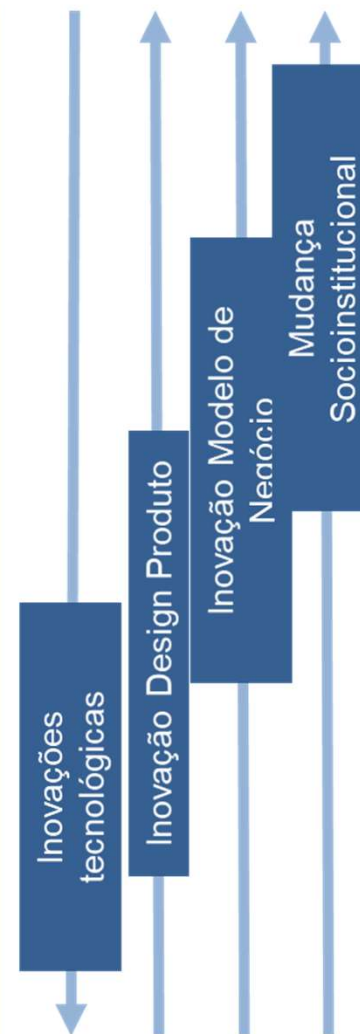


## Economia Circular

Quanto mais circular, menos recursos naturais usados e menor pressão ambiental

## Economia Linear

Produção e utilização <i>smart</i>	Recusar (p.e. digitalizar)	Tornar o produto redundante. Abandonando a sua função com um produto radicalmente diferente
	Repensar	Tornar o uso do produto mais intensivo (p.e. através da partilha, ou produtos multifuncionais)
	Reduzir	Aumentar a eficiência na produção ou utilização, consumindo menos recursos e materiais naturais
Estender a vida útil do produtos e componentes	Reutilizar	Reutilização por outro consumidor ou utilizador do produto descartado que ainda está em boas condições e pode cumprir a sua função original
	Reparar	Reparação e manutenção de um produto com defeito de modo a poder ser utilizado na sua função original
	Recondicionar	Restaurar um produto antigo e atualizá-lo
	Remanufaturar	Utilizar partes/componentes de um produto descartado num novo produto com a mesma função
	Realocar	Utilizar o produto descartado (ou partes/componentes de) num novo produto, com diferente função
Aplicações de materiais	Reciclar	Processar materiais para obter o mesmo material com a mesma qualidade ou inferior
	Valorizar	Incineração de materiais para recuperação de energia



# Fluxos de recursos

## **reduzir fluxos de recursos**

máximo de utilidade com o mínimo recursos | eco-eficiência

## **fechar fluxos de recursos**

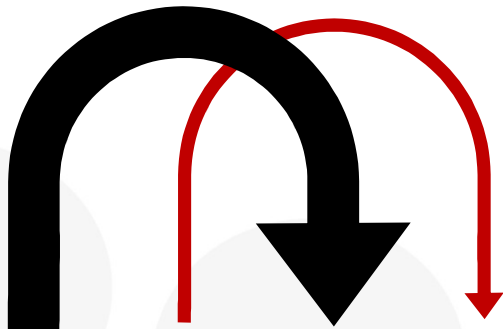
reciclar, refabricar, upcycling

## **desacelerar fluxos de recursos**

reutilizar, reparar, partilhar, produto como serviço

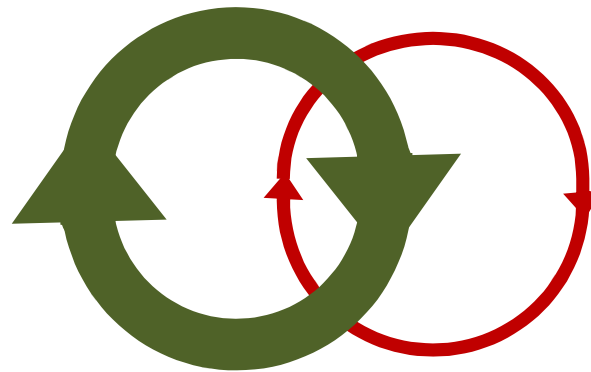
**“eliminar” a fase de destino final = zero resíduos**

## Fluxo linear

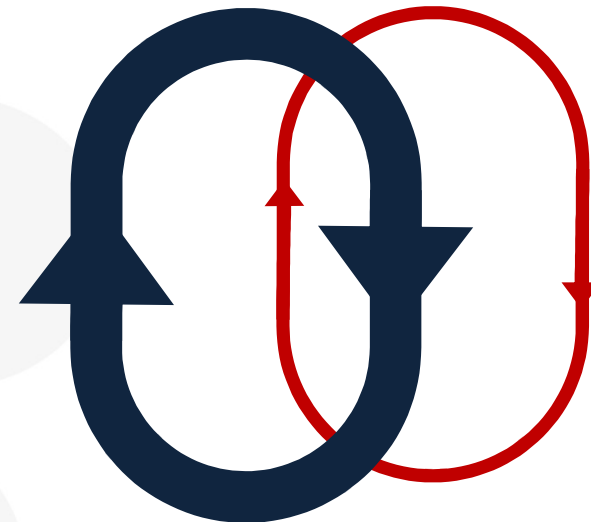
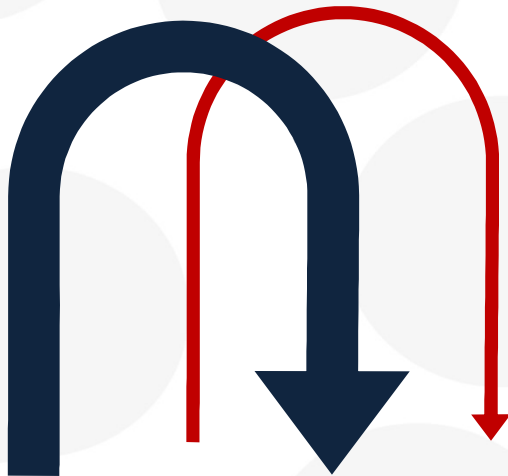


Extensão de vida - linear

## Fluxo circular



Extensão de vida - circular



**Design para a reciclagem/upcycling**  
Fornecimentos circulares  
Simbiose industrial

**Design intemporal**  
**Aumento da fiabilidade**  
**Design para a reparação, atualização, refabrição**  
Serviços de reparação, manutenção...  
Leasing, renting, sharing, pooling  
Venda de resultados  
Venda de produtos refabricados  
Venda de peças e componentes  
Venda produtos 2ª mão

Fonte: Bocken, Bakker, & Pauw, 2016

Painel de isolamento térmico  
"Ecovative" (mycellium)



*Ecovative Design*



Alcatifa de redes de pesca recuperadas  
*Interface*

Frentes de móveis  
de cozinha em PET  
reciclado  
*Kungsbacka, IKEA*



**FECHAR FLUXOS DE RECURSOS**

Design  
intemporal



Facilitar a reutilização



*Revicomfort, Revigrés*

Repair café



[www.circulareconomy.pt](http://www.circulareconomy.pt)



Forte relação  
produto /  
utilizador



[www.koehl.com](http://www.koehl.com)



Design modular,  
facilitar a reparação  
e a actualização



Case study  
RAU Architects

Location  
Amsterdam, the Netherlands  
Philips Lighting Solutions

Pay per lux  
Philips

**DESACELERAR FLUXOS DE RECURSOS**







Champô sólido  
Redução da  
embalagem

Materiais de menor  
impacte ambiental



*Suntaste, SunOK*

Reduzir a utilização de materiais



**REDUZIR FLUXOS DE RECURSOS**



*MADREMAX ®, Constática*



# Pensamento de ciclo de vida

---

Pensamento de ciclo de vida é o ir **para além do foco tradicional, do local e processo de produção**, para incluir impactes ambientais, económicos e sociais do produto ao longo de todo o seu ciclo de vida.

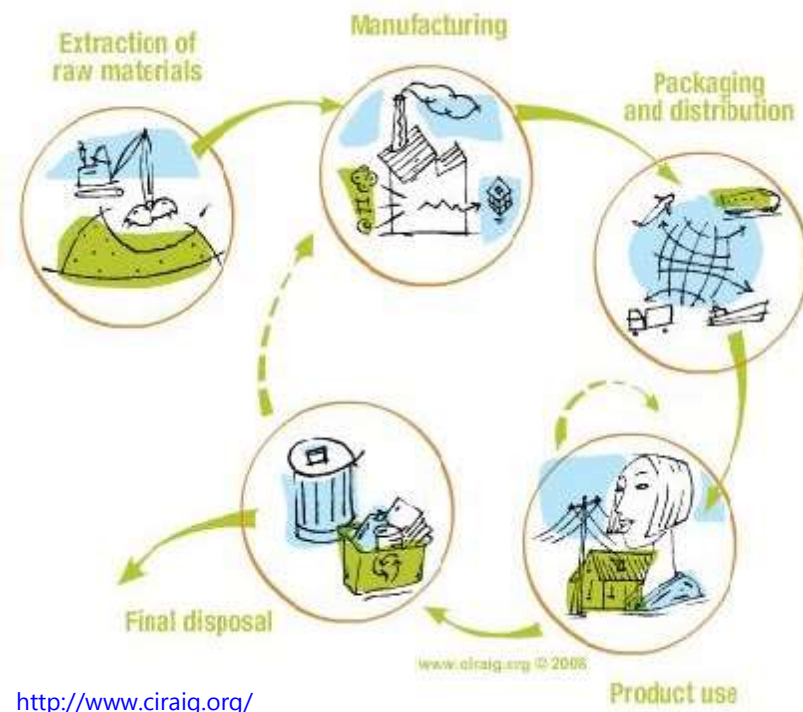
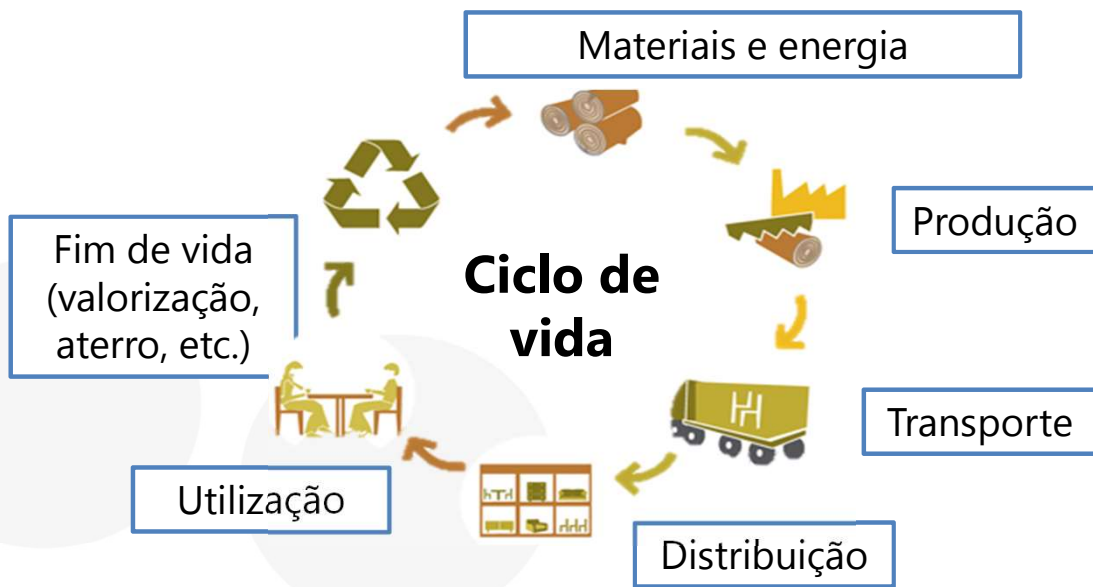
O pensamento de ciclo de vida suporta uma **tomada de decisão informada**



# Pensamento de ciclo de vida

---

**Ciclo de vida:** Fases consecutivas e interligadas de um sistema de produto, desde a aquisição da **matéria-prima** ou à sua extração a partir de recursos naturais **até à deposição final** (ISO 14040:2006)



# Pensamento de ciclo de vida

---

Qual é mais sustentável?



Cerâmica

---



Poliestireno  
(esferovite)

---



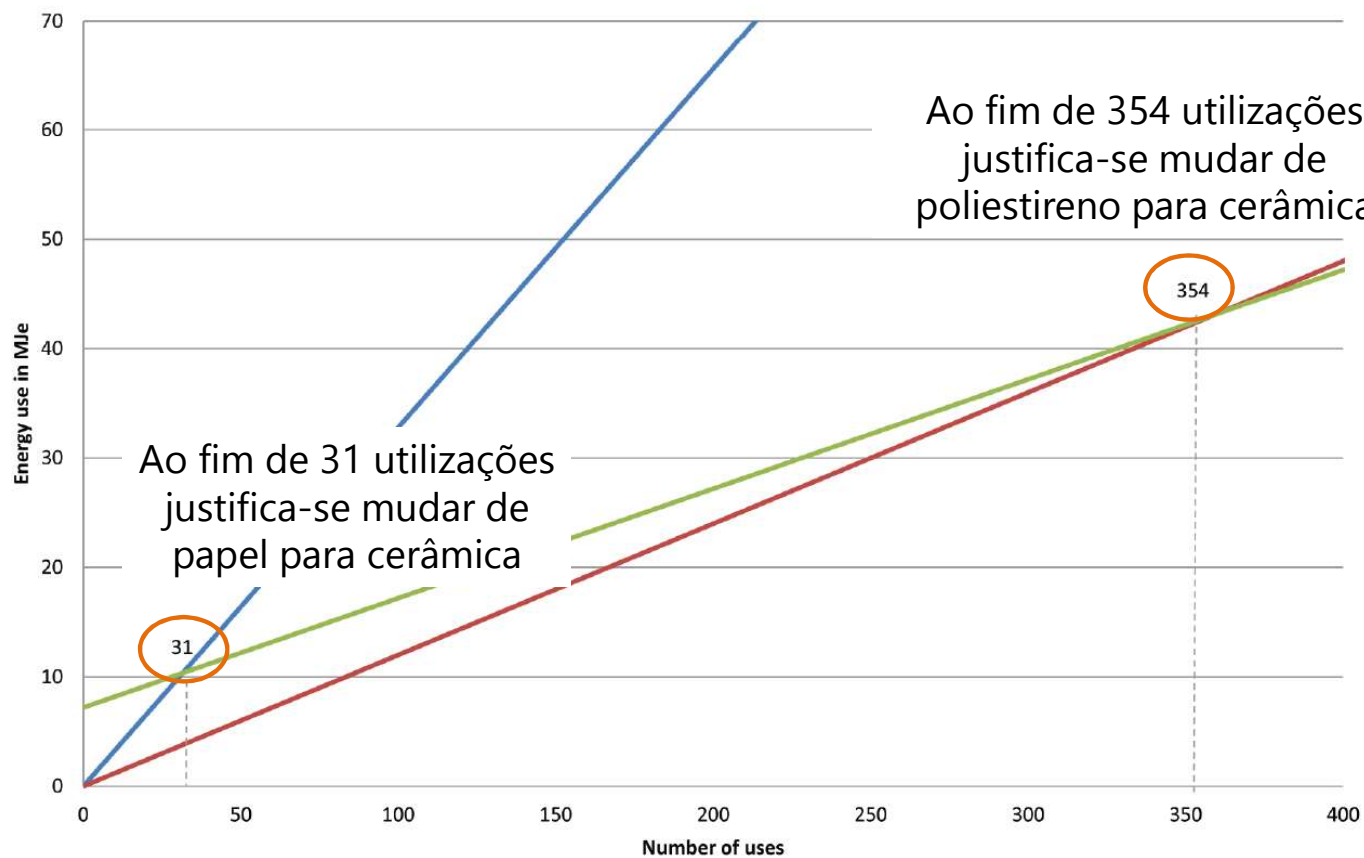
Papel

---



# Pensamento de ciclo de vida

Break even count for cups



Ao fim de 31 utilizações  
justifica-se mudar de  
papel para cerâmica

Ao fim de 354 utilizações  
justifica-se mudar de  
poliestireno para cerâmica

— Paper Cups  
— Polystyrene cups  
— Ceramic cups



Fonte: Disposable Cups vs. Reusable Cups, Solving the carbon intensity question, Carbon Clear, [www.carbon-clear.com](http://www.carbon-clear.com)



# Pensamento de ciclo de vida



## Benefícios ambientais

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

## Análise financeira

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

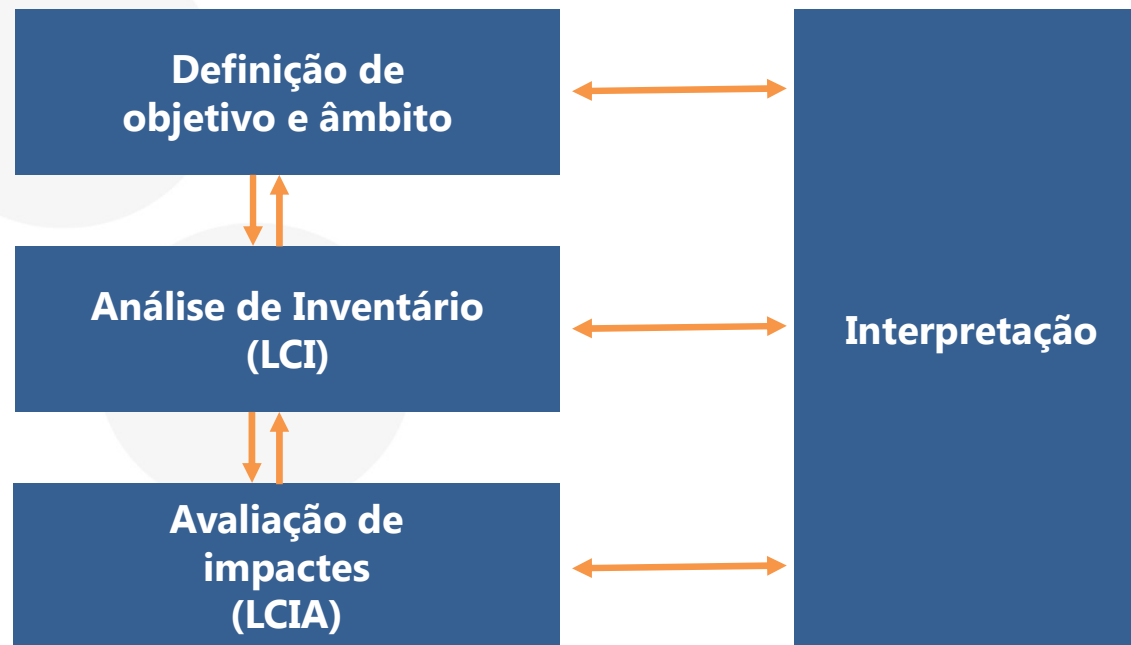
Fonte: Disposable Cups vs. Reusable Cups, Solving the carbon intensity question, Carbon Clear, [www.carbon-clear.com](http://www.carbon-clear.com)



# Avaliação de ciclo de vida

---

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



(ISO 14040:2006)

# Avaliação de ciclo de vida

---



**ACV aplicada a  
opções para  
telemóveis**

Valores face ao cenário de referência*		RMD	ED	GW	OD	AA	WE	HWP	
<b>Écran LCD 20 cm2</b>		9%	11%	12%	14%	10%	8%	13%	O processo de fabrico do écran LCD é muito poluente
<b>Telemóvel de abrir e fechar</b>		11%	14%	15%	17%	13%	11%	16%	Presença de um segundo écran na tampa
<b>GPS, FM ou vídeo</b>		0%	9%	9%	8%	8%	6%	9%	Elementos eletrónicos para essa função
<b>Carregador dínamo</b>		2%	-22%	-20%	-11%	-14%	-6%	-14%	Impactes nulos na fase de utilização
<b>Modo de carga</b>	<b>Cenário 2</b>	0%	13%	11%	6%	8%	1%	8%	
	<b>Cenário 3</b>	0%	-10%	-8%	-4%	-6%	0%	-6%	
<b>Fim de vida</b>	<b>Incineração</b>	0%	0%	1%	0%	0%	17%	0%	A reciclagem permite uma redução significativa dos impactes
	<b>Reciclagem</b>	-49%	-50%	-20%	0%	-55%	-95%	0%	
<b>Duração de vida de apenas 1 ano</b>		100%	80%	83%	91%	88%	97%	86%	Os impactes quase duplicam se o tempo de vida se reduzir para 1 ano
RMD: Raw materials depletion; ED: energy depletion; GW: global warming; OD: Ozone depletion; AA: air acidification									
WE: Water eutrophication; HWP: Hazardous waste production									
*Telefone de categoria média de 2ª geração com écran a cores de 15 cm2, sem funcionalidades GPS, video, fotos, distribuído e utilizado na Europa. Tempo de utilização: 2 anos.									

Fonte: <http://docplayer.fr/16401886-A-c-v-d-un-telephone-portable.html>





# O aumento da durabilidade dos produtos contraria o interesse das empresas?

- Mercado
- Modelo de negócio
- Horizonte temporal

## THE INERTIA PRINCIPLE

By Walter Stahel

**Do not repair**  
what is not broken

**Do not remanufacture**  
something that can be repaired

**Do not recycle**  
a product that can be remanufactured

**Replace or treat only the smallest possible part**  
in order to maintain the existing economic value

## GAULHOFER WINDOWS AND ENTRANCE DOORS ...

### ... PROVIDE UNBEATABLE HEATING COST SAVINGS.

GAULHOFER SYSTEMS are the correct choice for energy saving. All other window products have one common shortcoming: they provide heat loss. The patented frame to frame heating zone in the case of your GAULHOFER double

### ... ARE BOTH BEAUTIFUL AND BETTER INSULATING.

Energy conserving and modern wide glass and wood window frame. The 100% wood exterior is based on the experience of thermal insulation. The use of your double GAULHOFER low energy frame and GLAZING windows can even be used in passive houses. GAULHOFER SYSTEMS is a low-energy system that provides permanent insulation and also in p

### ... ARE LONG-LASTING QUALITY PRODUCTS.

GAULHOFER stands for high end products of excellent quality. Many production steps are carried out by hand in order to ensure long-term quality.

For single GAULHOFER windows and entrance doors stay beautiful longer and still look like new, even after many years of use.

### ... ARE SUSTAINABLY PRODUCED.

Climate and energy saving, the use of 100% responsibly grown products, care in selection of materials and with our 30 years guarantee GAULHOFER ensures that they are helping protect our planet. You will feel great living with GAULHOFER windows.

### ... ARE QUALITY MADE IN AUSTRIA.

Head and head of our team, windows and doors, followed in 1978 in the windows are manufactured in Vienna. The name GAULHOFER stands for quality demand and Austrian know-how in window manufacturing for more than 30 years.

### ... ARE ONLY INSTALLED BY EXPERTS.

GAULHOFER provides excellent on-site support through its extensive dealer network. A professional GAULHOFER partner will take your time and effort by preparing on-site help to your specific needs. He will then make sure that your windows are professionally and quickly installed and if needed, he will be available to advise and to assist.


# YOUR ADVANTAGE

Janelas Gaulhofer – 30 anos de garantia  
[www.gaulhoferwindows.com](http://www.gaulhoferwindows.com)



# DISOWNERSHIP IS THE NEW NORMAL

More than  
**1 in 2**   
Americans has rented,  
leased or borrowed  
traditionally-owned  
items in the last two  
years (52%).

Nearly  
**1 in 4**   
Americans is more  
likely to engage in  
disownership now  
than they were five  
years ago (24%).



**49%**   
of U.S. adults plans  
to rent, lease, or  
borrow these types  
of items in the next  
two years.

**What's prompting this shift?**  
Top reasons why people are more likely to rent,  
lease or borrow traditionally-owned items are:

 **53%**  
Saving Money

 **39%**  
Cutting Down on Maintenance  
and/or Storage

I do not need a drill.  
I need a hole in the wall



<http://www.resilience.org/stories/2014-08-01/the-circular-economy-meets-the-access-economy>



# Pensamento de ciclo de vida

---



Leasing: um único utilizador



Sharing: utilizadores sequenciais

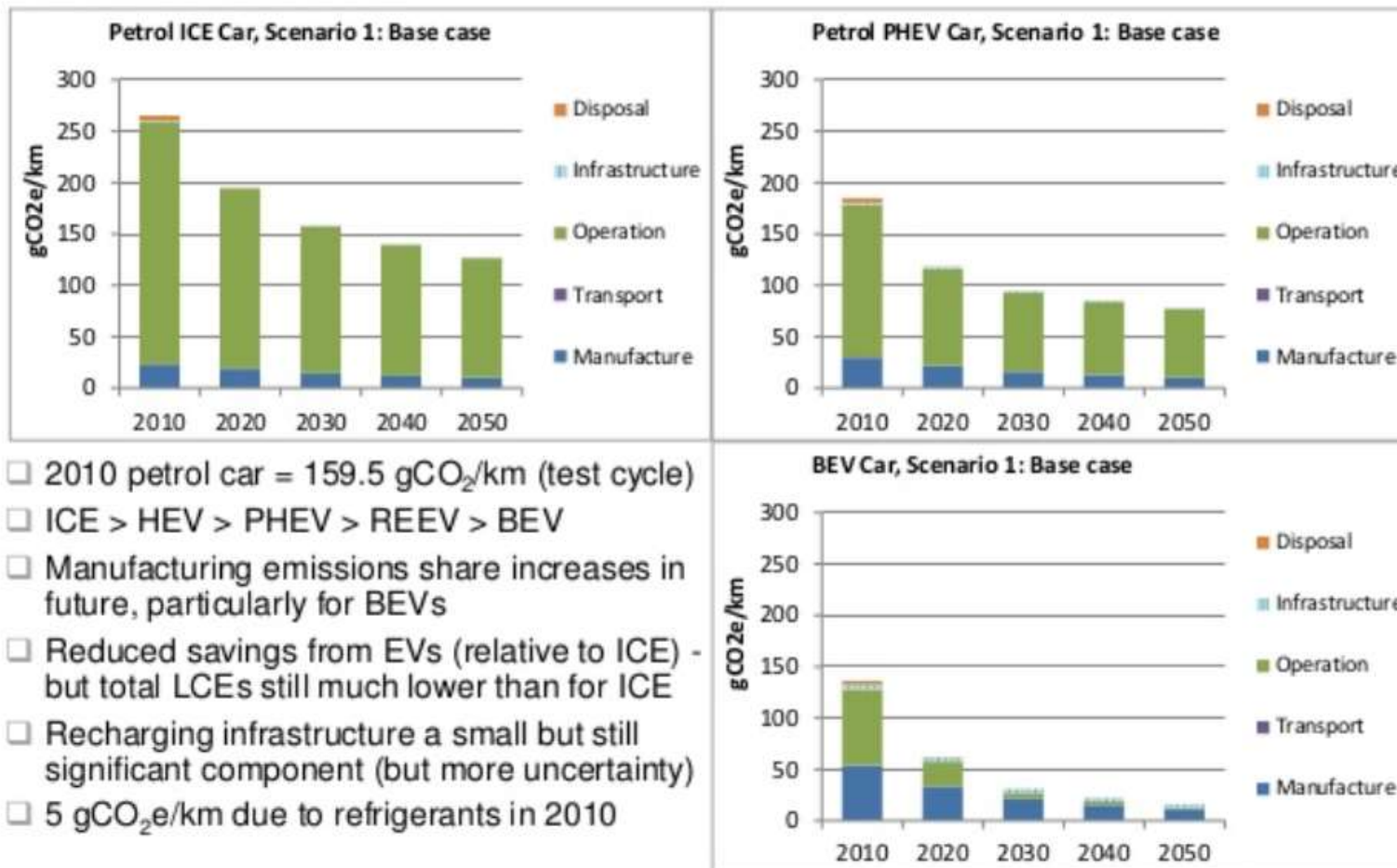


Pooling: utilizadores simultâneos

3 modelos de transição da oferta de produtos para serviços. Qual o mais interessante do p.v. ambiental?

## Base case scenario for cars: Breakdown by lifecycle stage

RICARDO-AEA



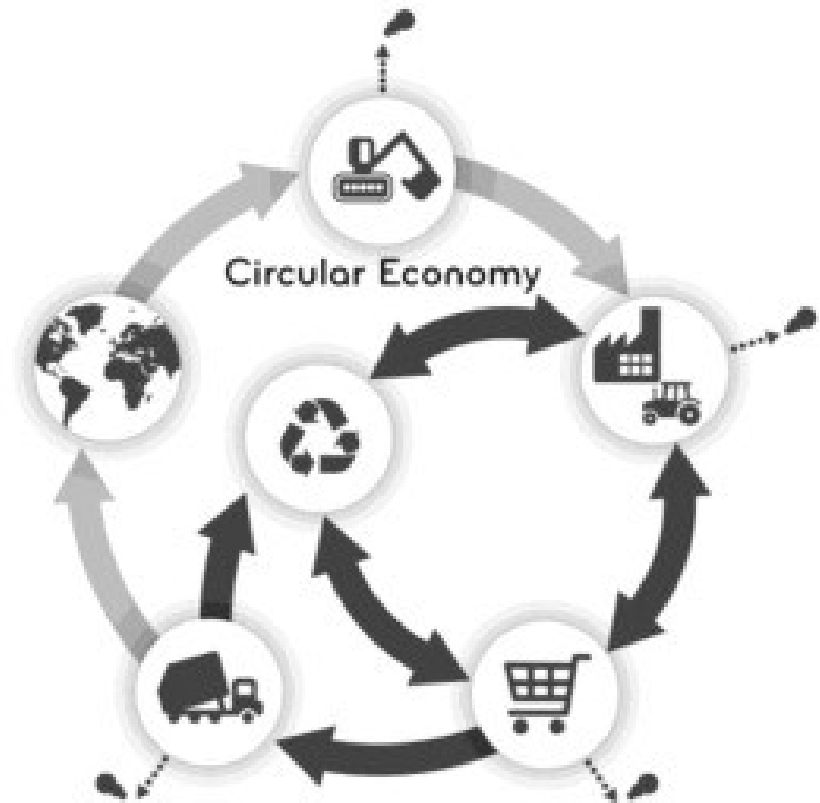
- 2010 petrol car = 159.5 gCO<sub>2</sub>/km (test cycle)
- ICE > HEV > PHEV > REEV > BEV
- Manufacturing emissions share increases in future, particularly for BEVs
- Reduced savings from EVs (relative to ICE) - but total LCEs still much lower than for ICE
- Recharging infrastructure a small but still significant component (but more uncertainty)
- 5 gCO<sub>2</sub>e/km due to refrigerants in 2010

Fonte: <https://www.slideshare.net/Ricardo-AEA/life-cycle-analysis-for-hybrid-and-electric-vehicles>

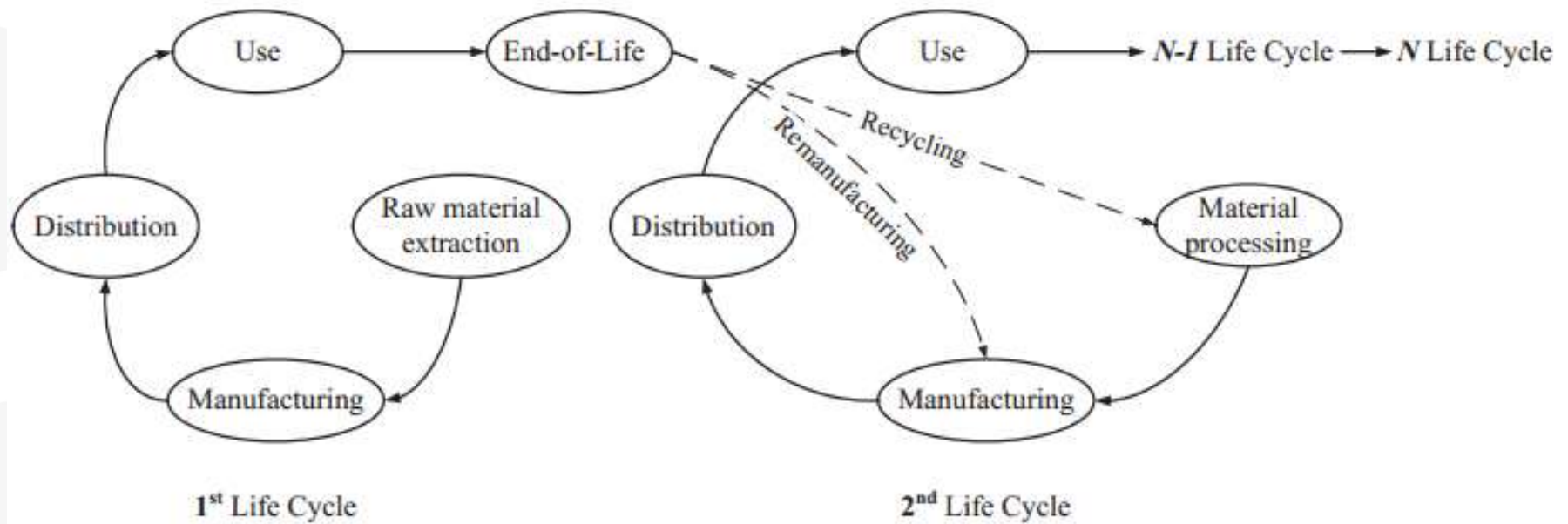




# Modelo de ciclo de vida numa economia circular



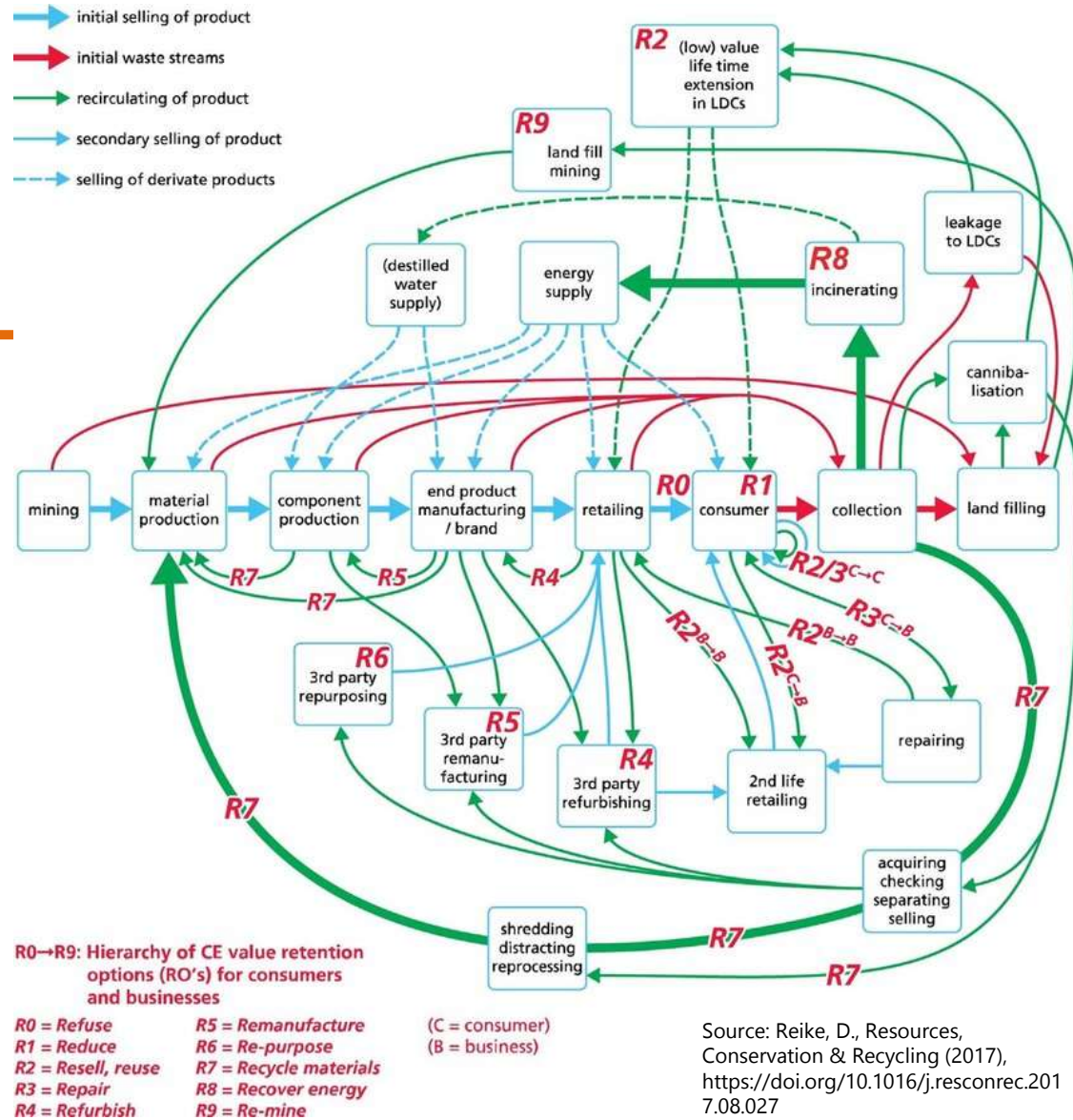
# Modelo de ciclo de vida numa economia circular



**Fig. 2.** Illustration of MLC products based on design innovation.

fonte: Suhariyanto et al. (2017)

# Modelo de ciclo de vida numa economia circular

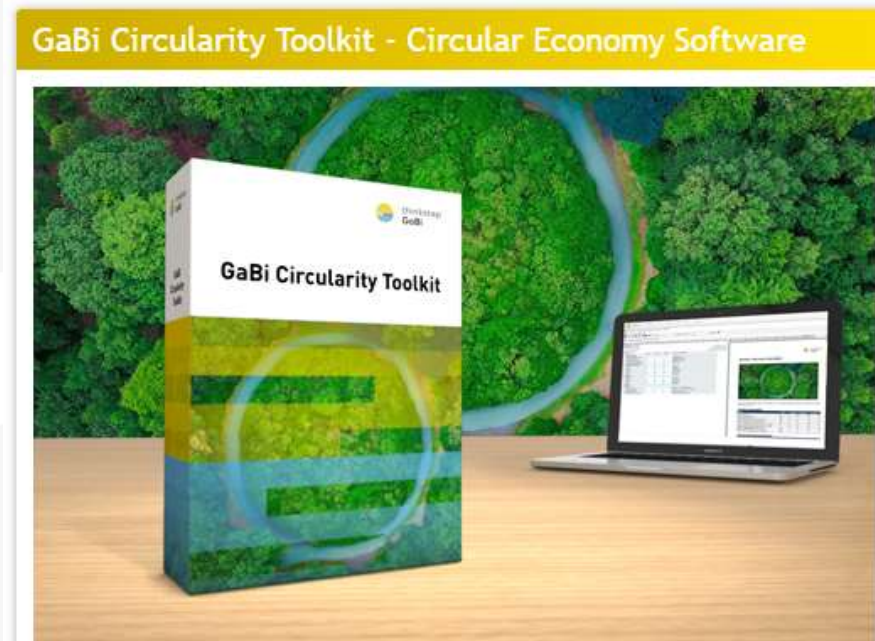


# Ferramentas de ACV



# Ferramentas de ACV e avaliação da circularidade

---



## **Calculate the MCI of products directly in GaBi!**

With the GaBi Circularity Toolkit you can determine the MCI\* (Material Circularity Indicator developed by EllenMacArthur foundation) of your products based on GaBi Life Cycle Models.

# MCI – Material Circularity Indicator (EMF e GRANTA)



AN APPROACH TO MEASURING CIRCULARITY

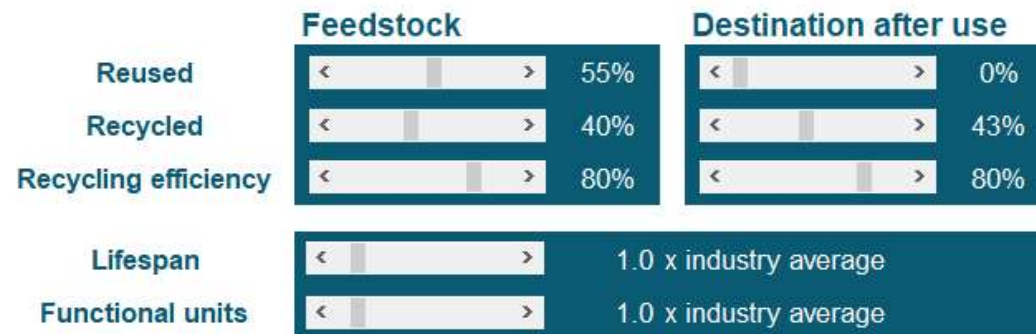


**MCI = 0.68**



## Material Circularity Indicator Dynamic Modelling Tool

*Drag the sliders to change input values and see how the MCI changes!*





# MCI – Material Circularity Indicator (EMF e GRANTA)

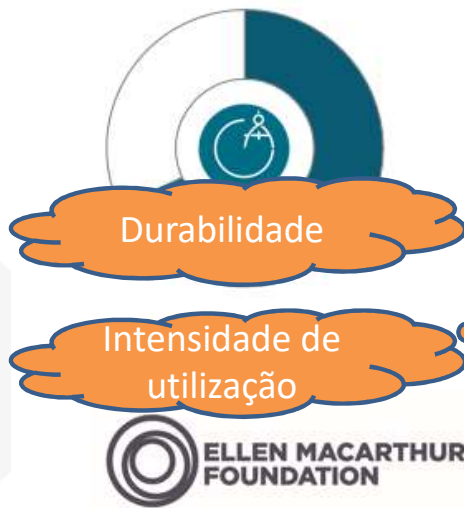


Fecho de ciclos – input de materiais, produtos e componentes

## Material Circularity Indicator Dynamic Modelling Tool

Fecho de ciclos – output de materiais, produtos e componentes

Drag the sliders to change input values and see how the MCI changes



Durabilidade

Intensidade de utilização

	Feedstock	Destination after use
Reused	<input type="range"/> 55%	<input type="range"/> 0%
Recycled	<input type="range"/> 40%	<input type="range"/> 43%
Recycling efficiency	<input type="range"/> 80%	<input type="range"/> 80%
Lifespan	<input type="range"/> 1.0 x industry average	
Functional units	<input type="range"/> 1.0 x industry average	



# Ferramentas de ACV e avaliação da circularidade

<https://simapro.com/2017/7-steps-to-a-combined-circular-economy-lca-study-in-simapro/>

[NEWS](#) [DISCLAIMER](#) [SIMAPRO HELP CENTER](#)



[About SimaPro](#) ▾

[SimaPro Customers](#)

[Products & Services](#)

[Global Partner Network](#)

[Contact](#) ▾

[My Requests](#)

[Try](#)

[HOME](#) » [NEWS](#) » [WHY CIRCULAR ECONOMY BUSINESS MODELS NEED LCA \(PART 2\): SEVEN STEPS TO CONDUCT A CIRCULAR ECONOMY AND LCA STUDY](#)

## Why circular economy business models need LCA (part 2): Seven steps to conduct a circular economy and LCA study

July 25, 2017

By Elsa Valencia, Analyst at PRÉ Sustainability

The circular economy (CE) is an inspiring strategy for *creating* value for the economy, society and business while minimising resource use and environmental impacts. Its tenets: reduce, re-use and recycle. In contrast, life cycle assessment (LCA) is a robust and science-based tool for *measuring* the environmental impacts of products, services and business models. Combining the robustness of LCA and the inspirational principles of CE gives you a holistic approach for business model innovation. In part 2 of our series on combining CE and LCA: how do you measure circular economy with LCA? A step-by-step guide to combining Circular Economy with LCA in SimaPro

Applying LCA to circular economy

As explained in the [first part](#) of this series, combining life cycle assessment (LCA) and circular economy (CE) is a great

### Contact us

We can help you with developing custom LCA tools, tailored sustainability training and creating an effective sustainability strategy. Contact us to discuss your needs.

[Contact](#)

### Categories

[All](#)



# Projeto KATCH\_e



Knowledge Alliance on  
Product-Service Development  
towards  
**Circular Economy**  
and Sustainability in Higher Education

[www.katche.eu](http://www.katche.eu)

<https://twitter.com/KATChE10>

<https://www.linkedin.com/groups/8597178>

<https://www.facebook.com/KATChE10/>

			<b>Portugal</b>
			<b>Espanha</b>
			<b>Áustria</b>
<b>CONSÓRCIO</b>			<b>Dinamarca</b>

