



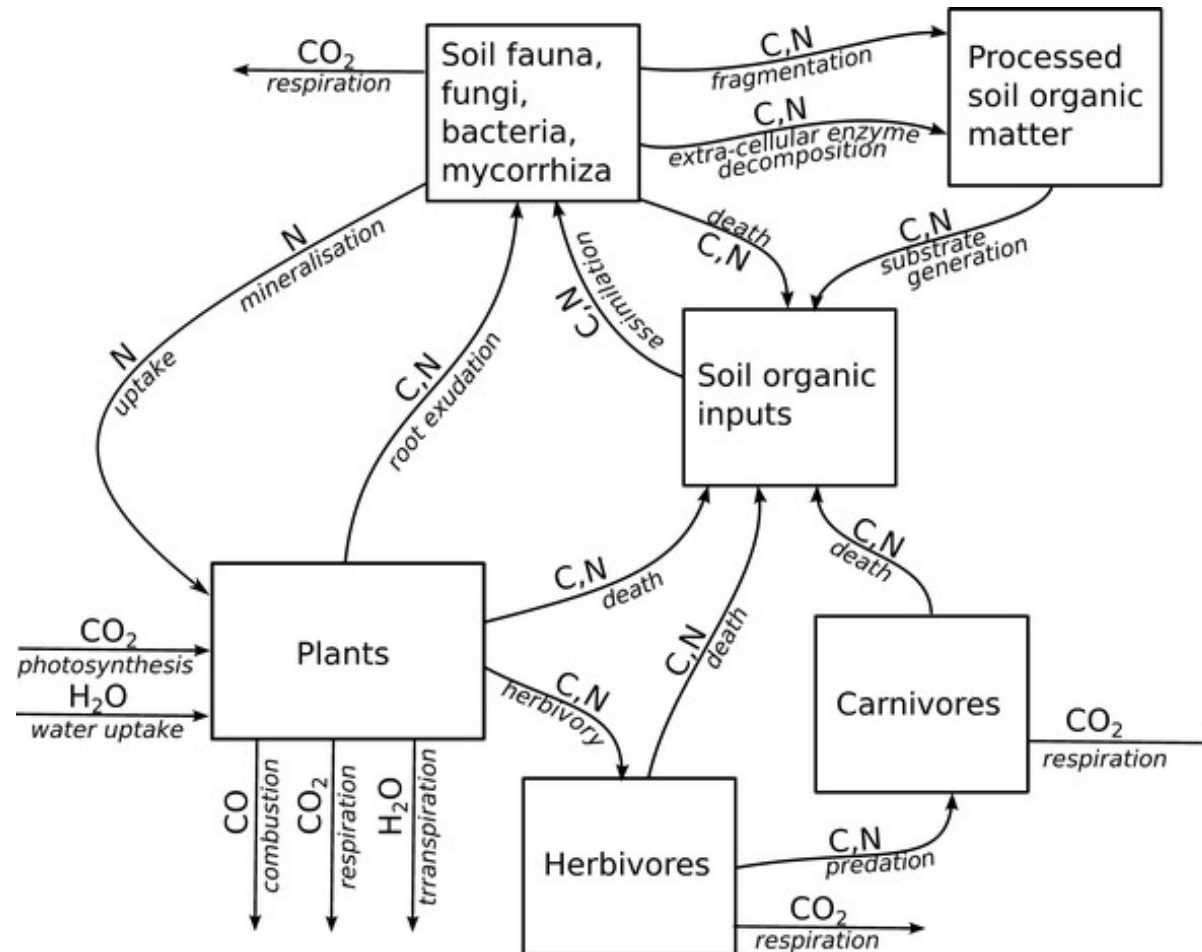
Avaliação do Ciclo de Vida
Aula 1 – Conceitos básicos
23 Novembro 2022



Alguns apontamentos sobre o Módulo II

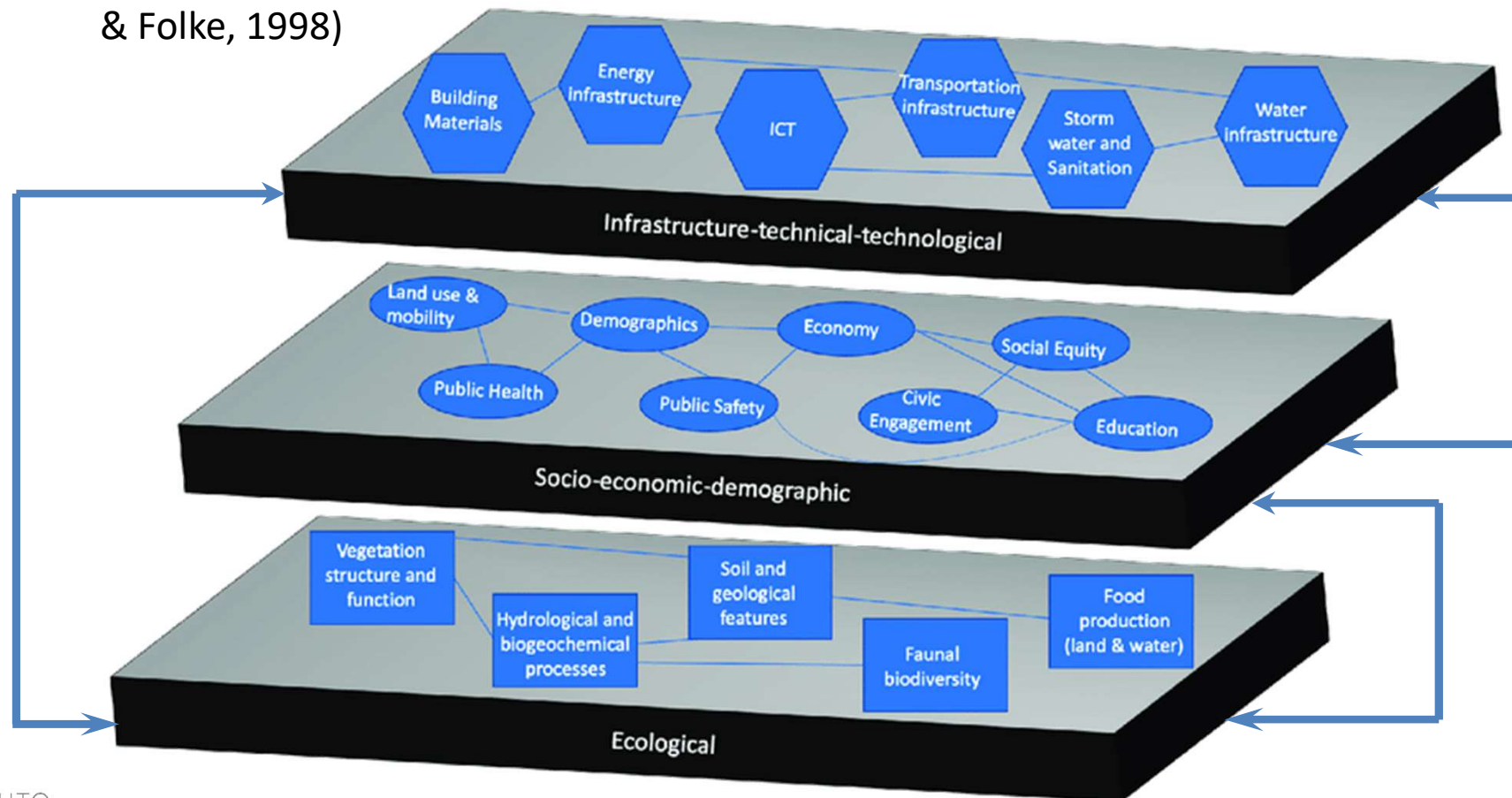
1. **Material** de apoio é colocado regularmente na área da disciplina no portal Fenix
2. **Fontes** de informação: Scopus e Web of Science; Semantic Scholar e Google Scholar; RCAAP - Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal
3. **Trabalhos**: Individual: “Peer review” de um estudo de ACV; Grupo: realização de um ACV utilizando uma versão demo do software SIMAPRO
4. **Avaliação** : Avaliação contínua (10%) + Trabalho individual (20%) + Trabalho de grupo (70%);
5. Se a nota obtida no Módulo II for < 10 , a **Nota Final** ao Módulo II corresponderá à nota obtida em exame (época normal ou de recurso)

(recordando) O conceito de ecossistema



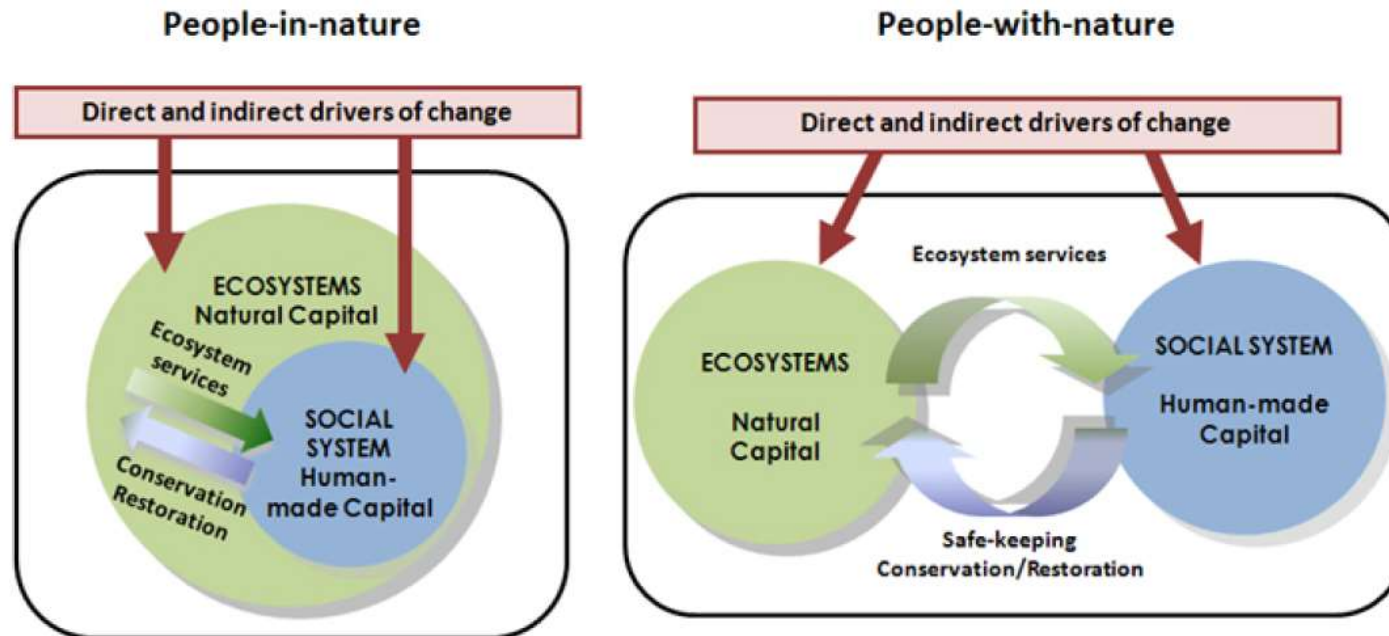
Sistemas socio-ecológicos

Os sistemas socio-ecológicos são **sistemas complexos**, com foco nas **interligações** entre **sociedade** (nas suas diversas componentes) e **ecossistemas** (e serviços de ecossistemas) de que os seres humanos dependem, direta ou indiretamente (Berkes & Folke, 1998)



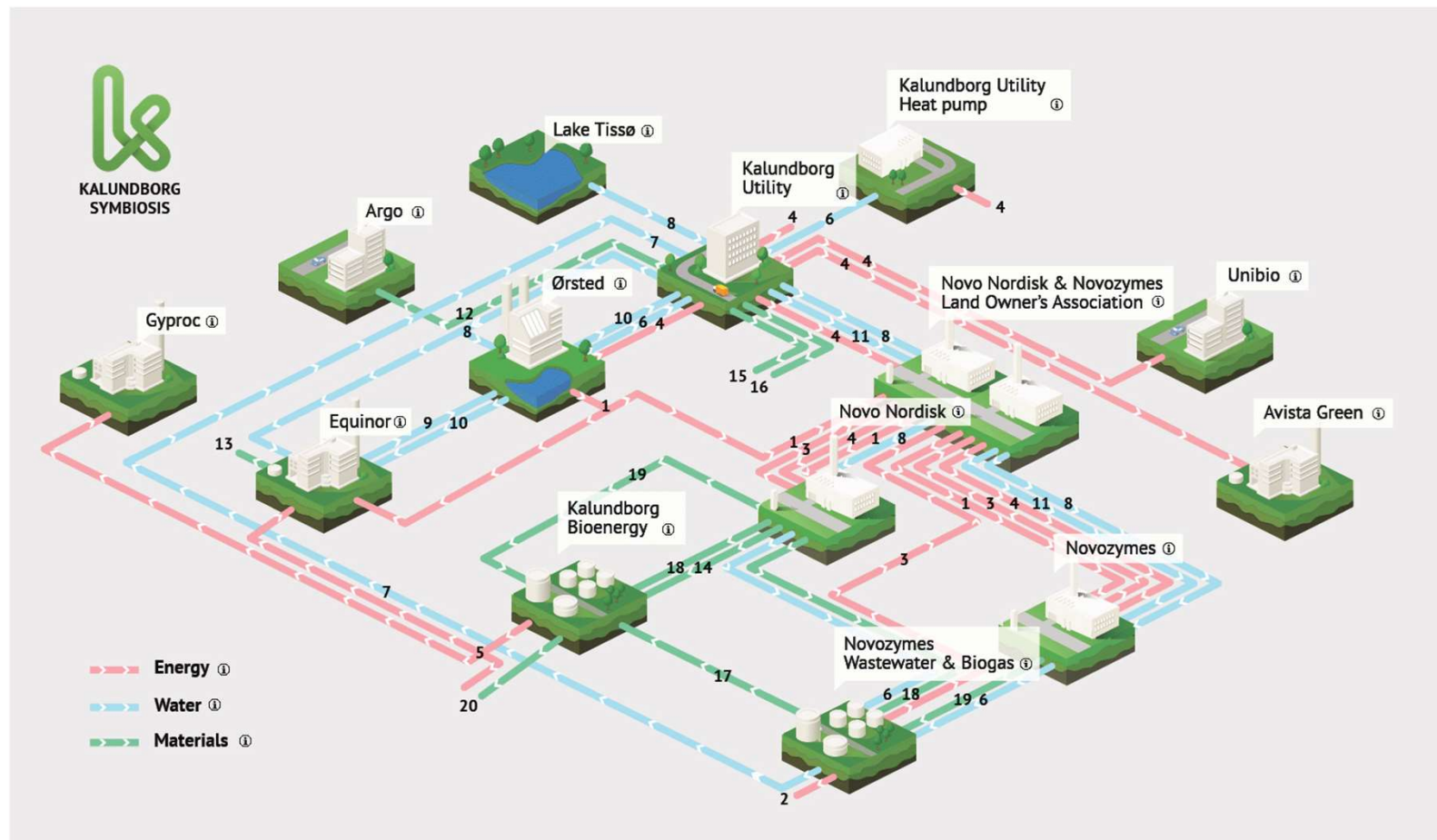
Sistemas socio-ecológicos

O conceito de sistema socio-ecológico tem implícita a perspectiva de que os sistemas sociais são parte integrante dos sistemas naturais (“are part and not apart”, Berkes & Folke, 1998)



O conceito de Ecologia Industrial

A ecologia industrial baseia-se no paradigma de que unidades industriais se podem comportar de maneira semelhante a um ecossistema natural em que tudo é reciclado.

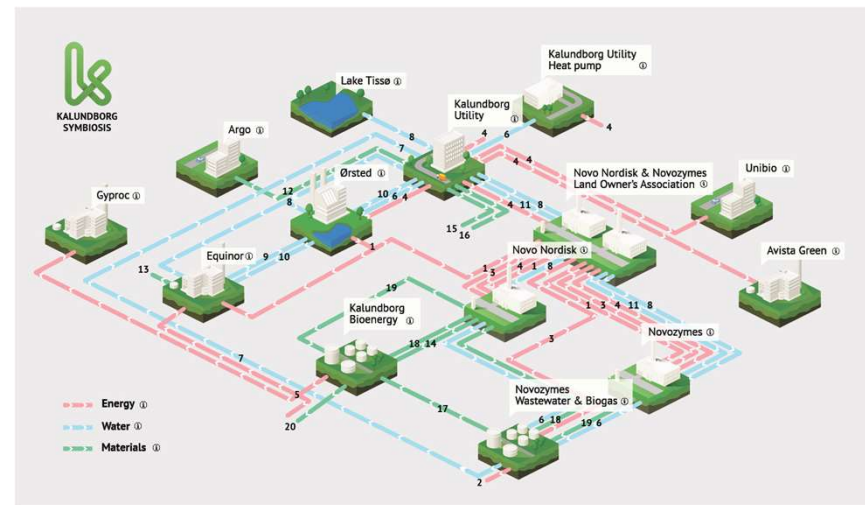


Simbiose industrial

A simbiose industrial descreve como uma rede de diversas indústrias e outros parceiros pode promover aecoinovação e a mudança cultural de longo prazo, criar e compartilhar transações mutuamente benéficas e melhorar os processos comerciais e técnicos.

No final da década de 1950, a primeira implementação bem-sucedida da ecologia industrial teve lugar em **Kalundborg**, na Dinamarca.

Várias grandes empresas, todas recurso-intensivas, e o município concordaram em colaborar e reciclar seus resíduos e recursos para alcançar uma simbiose industrial. Hoje, são 11 stakeholders trabalhando juntos.





O conceito de Ecologia Industrial

A ecologia industrial centra-se principalmente na avaliação do papel potencial da indústria na redução dos efeitos no ambiente por meio da análise dos fluxos de materiais e de energia no ciclo de vida dos produtos e dos processos de produção.

Benefícios da ecologia industrial:

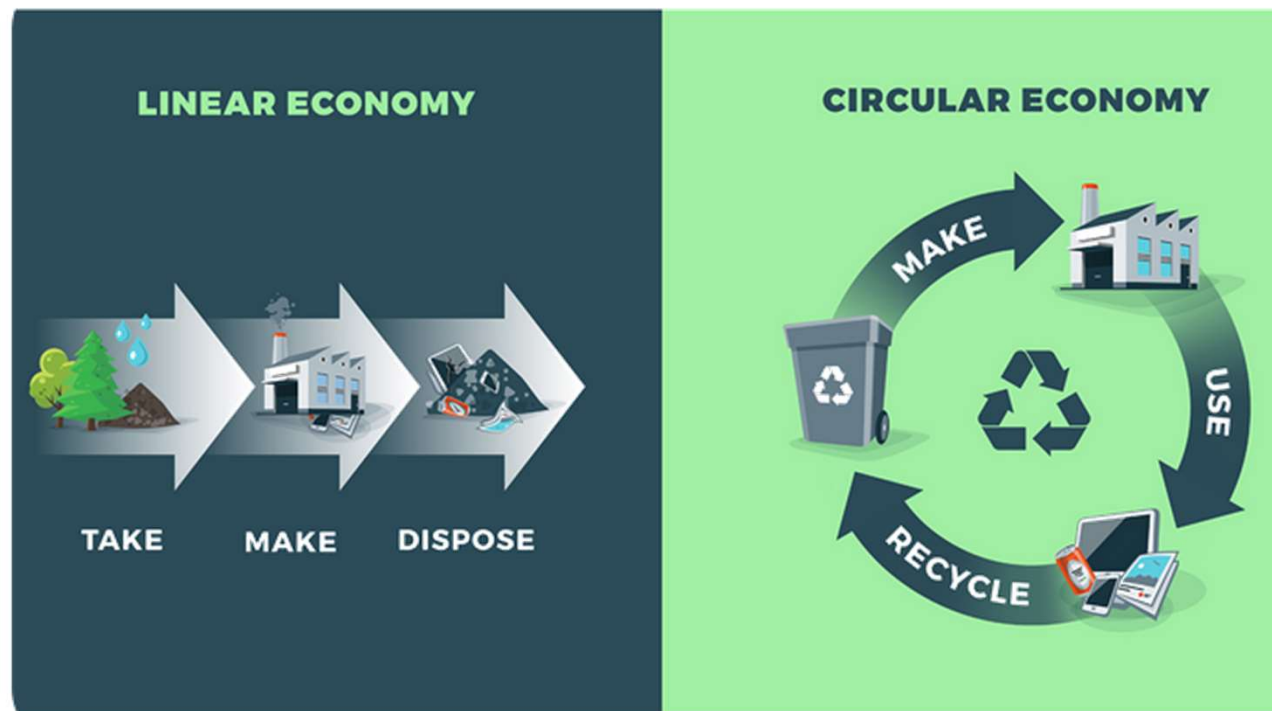
- **Redução de custos:** por exemplo, a redução das quantidades de materiais e embalagens permite economizar (**inputs**), o que leva a um melhor controle dos custos.
- **Redução do impacto ambiental:** por exemplo, ao reduzir o consumo de matéria prima, reduz-se o impacto ambiental associado à exploração / extração do recurso.
- **Cumprimento normativo:** exemplo da legislação vigente em matéria de gestão de resíduos e dos custos associados ao seu cumprimento (**outputs**).

Conseguem identificar desvantagens?

O conceito de circularidade

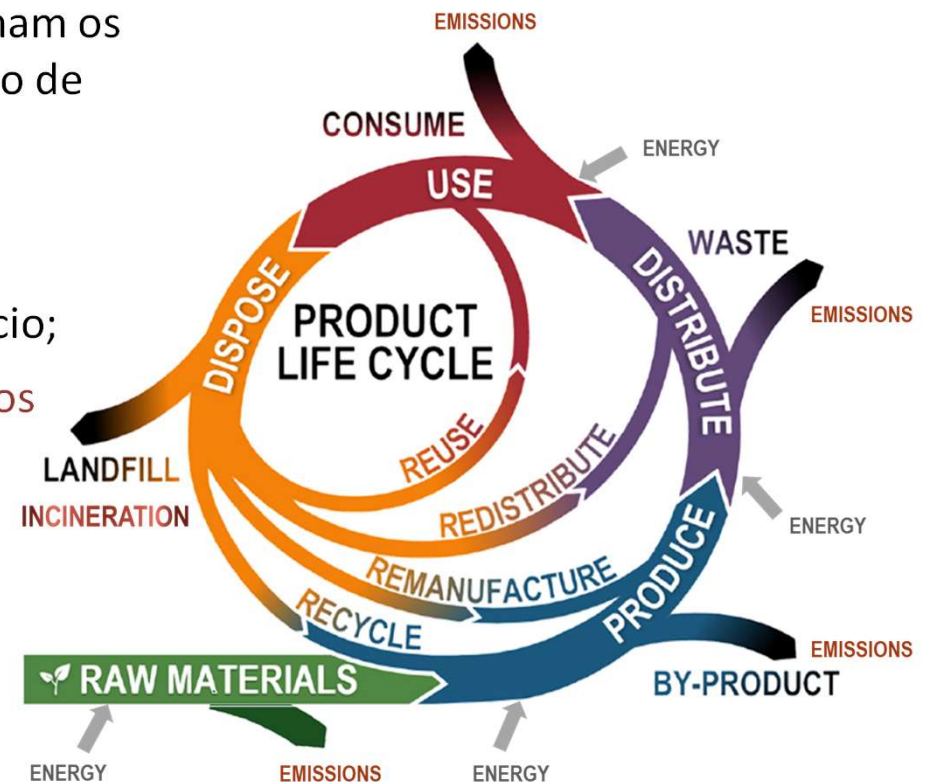
A **economia circular** é um modelo de produção e consumo em que se procura separar as atividades económicas da extração de matérias-primas e da produção de resíduos.

Em contraste com o **modelo económico linear** (extração de recursos > produção > consumo > resíduos), o **modelo circular** está focado na ligação dos dois extremos, transformando o que hoje desperdiçamos em novos recursos para a economia.



As estratégias do modelo circular

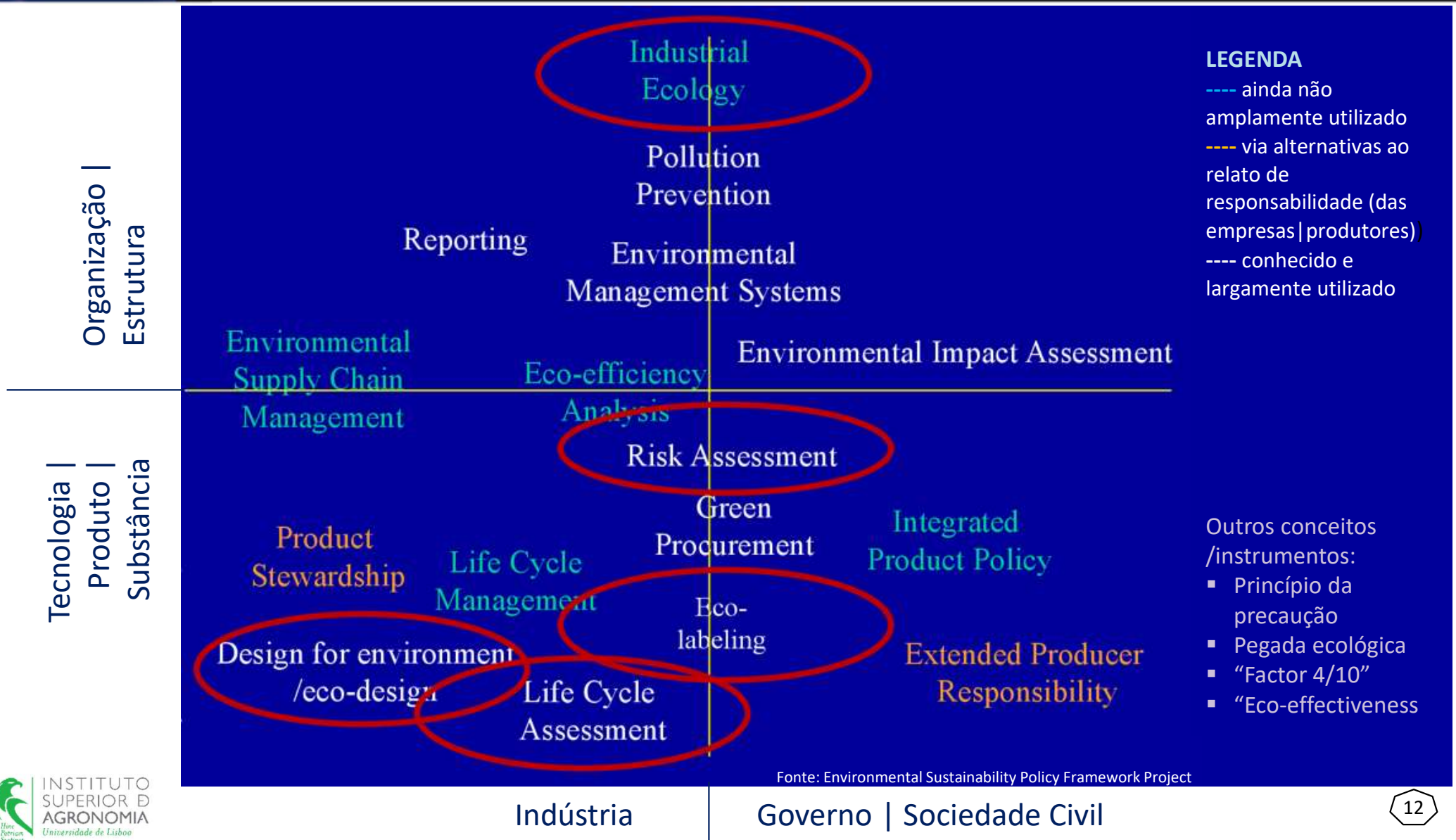
1. Prolongar o **ciclo de vida** dos produtos e dos materiais através de processos de reutilização, de reparação ou de remanufatura;
2. Utilizar uma “produção inteligente”, através do **desenho** de produtos e serviços que eliminam os resíduos e a poluição e reduzem o consumo de recursos;
3. Incentivar o **consumo consciente** e a sensibilização da sociedade para escolhas sustentáveis e para a redução do desperdício;
4. Promover a restauração dos **serviços dos ecossistemas** e a renovação de **recursos**.



O ciclo de vida de um produto

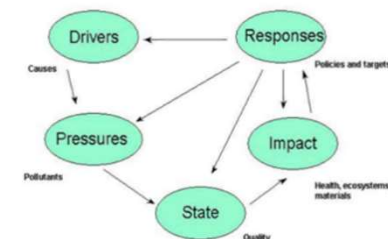
Product / Manufacture Stage [A1-A3]			Construction Process Stage [A4-A5]		Use [B1-B7]						End-of-Life Stage [C1-C4]				Benefits & Loads Beyond [D]	
					Building Fabric			Operation of the Building								
Raw Material Extract / Process / Supply	Transport	Manufacture	Transport to the Site	Assembly / Install in the building	Use / Application of Installed Products	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational Energy Use	Operational Water Use	Deconstruction / Demolition	Transport to Waste Process	Reuse-Recovery-Recycle	Disposal	Reuse-Recovery-Recycle Potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Cradle-to-Gate			Gate-to-Grave													
Cradle-to-Grave																
Cradle-to-Cradle																

“Eco-efficient Toolbox”: principais instrumentos

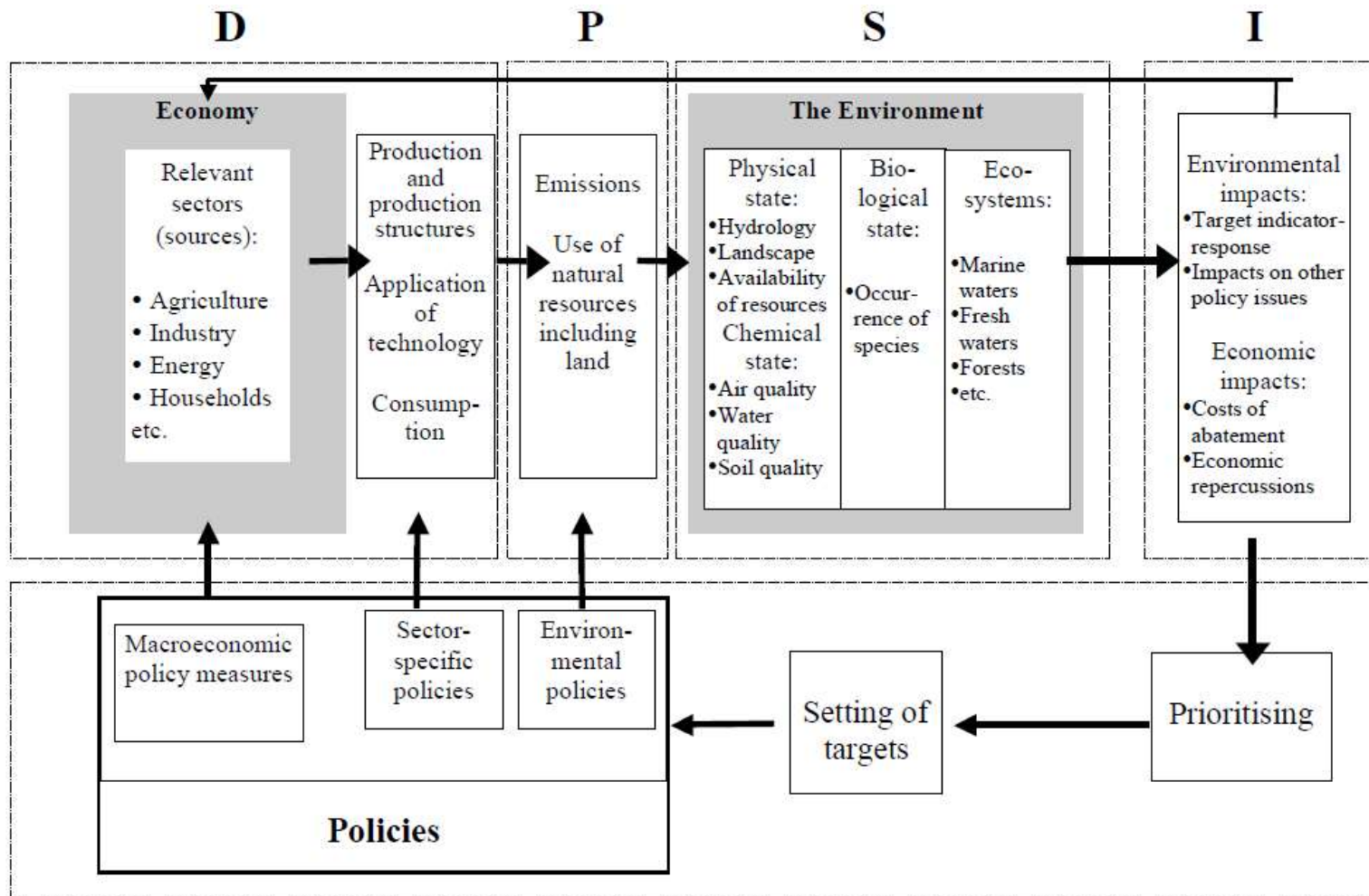


O modelo DPSIR

- Estrutura base para a avaliação e comunicação ('reporting') sobre o ambiente, desenvolvido pela Agência Europeia do Ambiente (AEA)
- vocacionado para a análise específica dos problemas ambientais.
- define que as **Atividades/Forças Motrizes (D - Driving forces)**, ou seja, as necessidades humanas (normalmente satisfeitas pelos sectores económicos – indústria, transportes, etc.) provocam **Pressões (P - Pressures)** sobre os sistemas humanos e naturais (emissão de poluentes atmosféricos, ruído, etc.), que provocam alterações no **Estado do Ambiente (S - State)**; tais modificações poderão conduzir a **Impactes (I - Impacts)** significativos na saúde humana e no ambiente, o que leva a sociedade, como **Resposta (R - Responses)**, a reagir através da definição e/ou implementação de políticas, legislação ou da disponibilização de informação para sensibilização relativamente ao problema.
- Essas respostas poderão atuar e alterar o desempenho de qualquer um dos outros elementos do modelo.



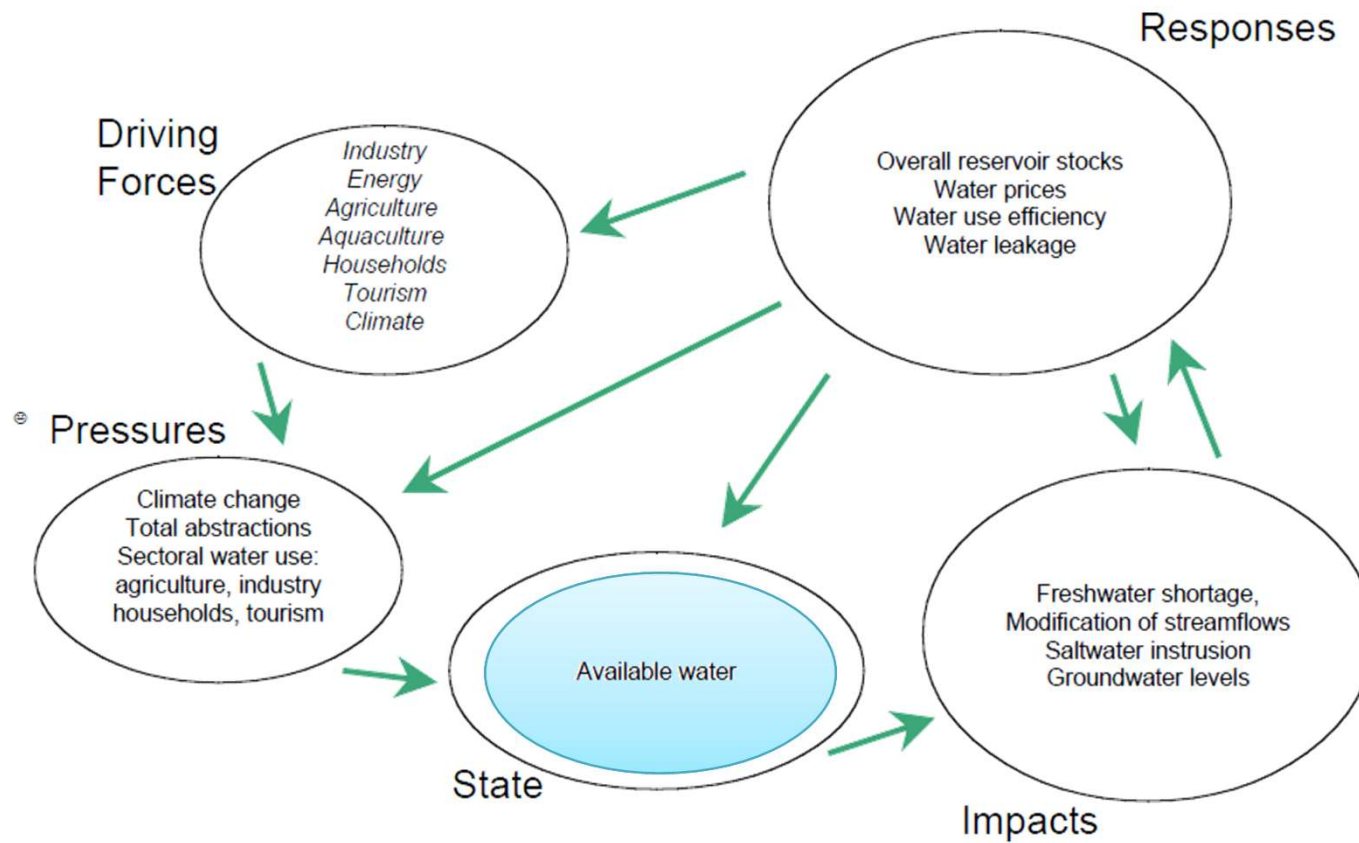
O modelo DPSIR



R

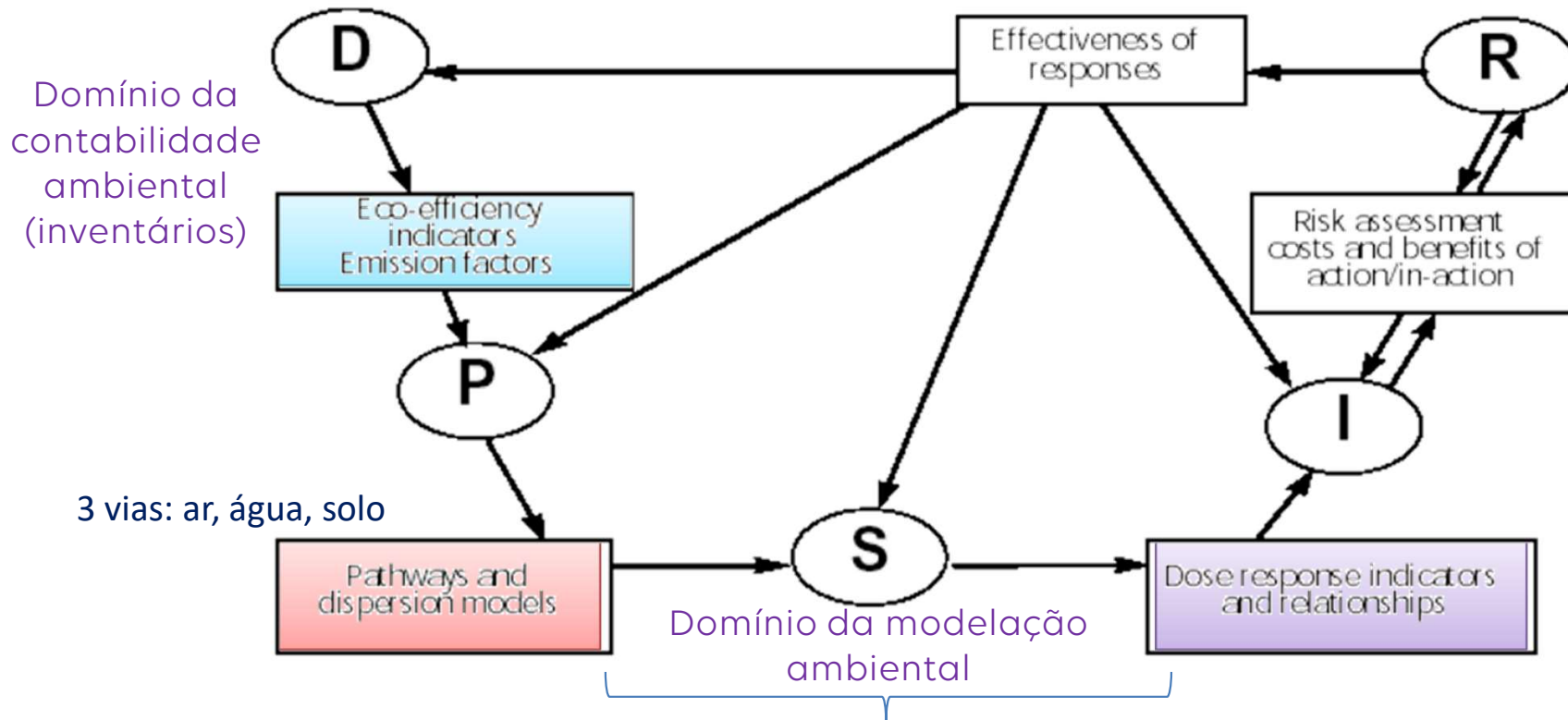
O modelo DPSIR

Exemplo de uma estrutura DPSIR para avaliar a quantidade de recursos hídricos disponíveis



O modelo DPSIR

Indicadores e informação que interligam os elementos do modelo



Modelos de dispersão | modelos dose-resposta

O modelo DPSIR

A estrutura DPSIR é útil para descrever as relações entre as origens e consequências dos problemas ambientais, mas para entender sua dinâmica também é útil focar nas **relações entre os elementos DPSIR**.

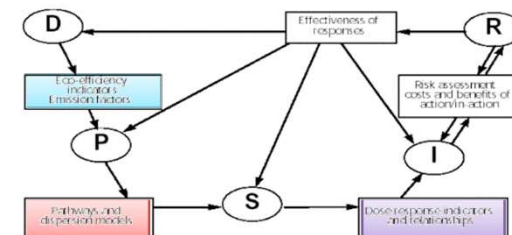
Por exemplo, a **conversão** de 'Atividades (D)' em 'Pressões (P)' por atividade económica, é uma função da ecoeficiência da tecnologia e dos fatores de emissão associados. [exemplos em: rea 2013, Informative Inventory Report (IIR) - Versão de 15.04.2022.(Continente), Nomenclature for Reporting (NFR) - Versão de 15.03.2022 (Continente)]

<https://apambiente.pt/clima/inventario-nacional-de-emissoes-por-fontes-e-remocao-por-sumidouros-de-poluente-atmosfericos>

https://sniambgeoviewer.apambiente.pt/Geodocs/geoportaldocs/REA/REA2013_Final_6fev2014.pdf

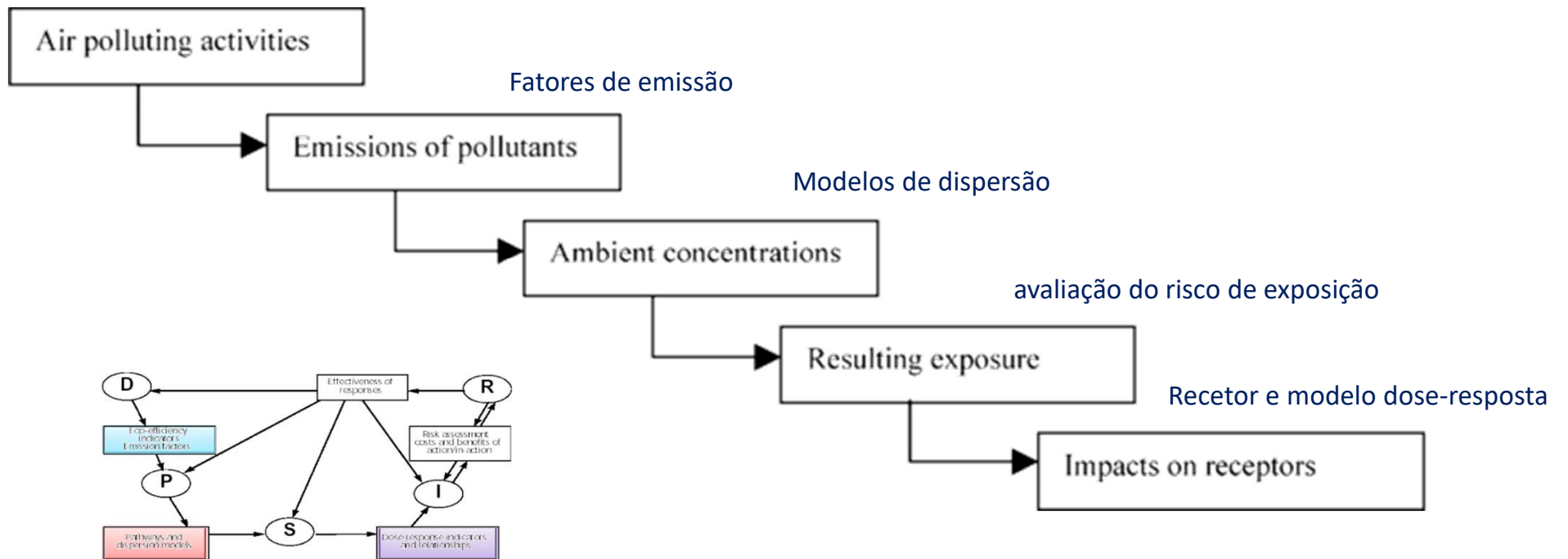
Da mesma forma, a relação entre as 'Pressões (P)' e 'Estado do Ambiente (S)' e entre este e os 'Impactos (I)' em seres humanos ou ecossistemas depende da capacidade de carga e/ou sensibilidade | limites para um dos sistemas afetados.

Se a sociedade '**responde (R)**' aos impactos depende de como esses impactos são percebidos e avaliados; e os resultados de 'R' no 'D' dependem da eficácia da Resposta.



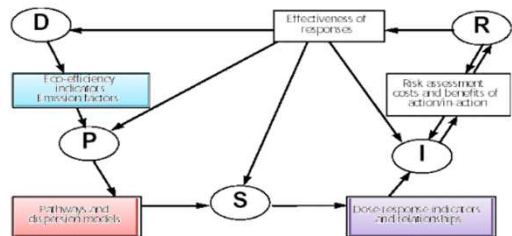
O modelo DPSIR

Ligação entre **Atividades/Forças Motrizes (D)** e **Impactes (I)**



O modelo DPSIR

Indicadores de impacto e modelos associados (exemplos)

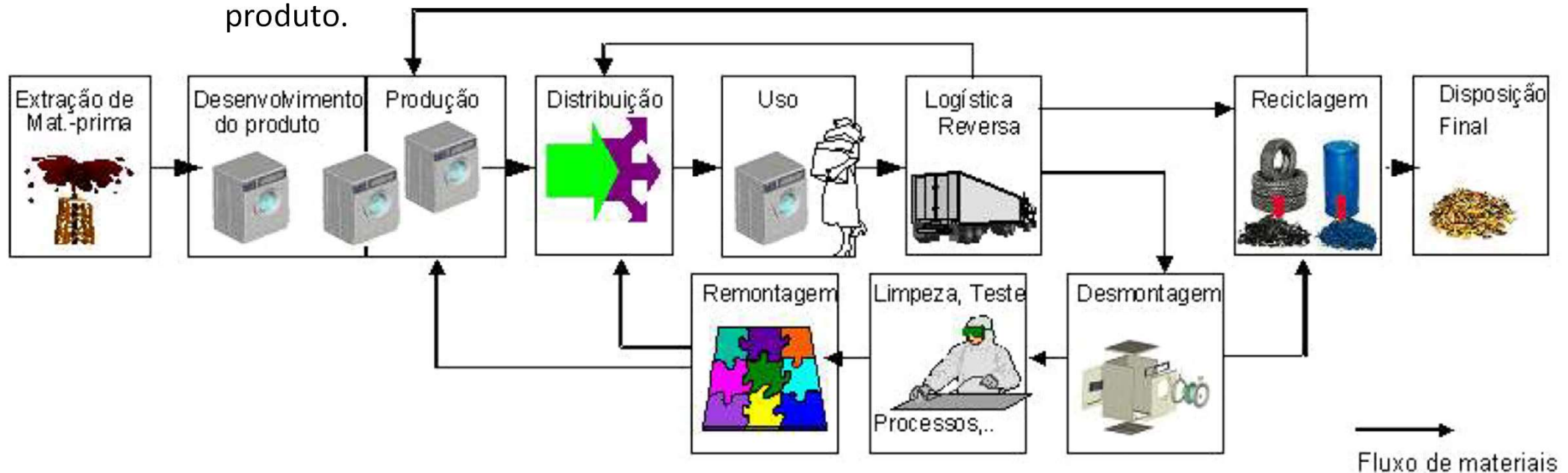


Impact category	Recommended default LCIA method	Indicator
Climate change	Baseline model of 100 years of the IPCC	Radiative forcing as Global Warming Potential (GWP100)
Ozone depletion	Steady-state ODPs 1999 as in WMO assessment	Ozone Depletion Potential (ODP)
Human toxicity, cancer effects	USEtox model (Rosenbaum et al, 2008)	Comparative Toxic Unit for humans (CTU _h)
Human toxicity, non-cancer effects	USEtox model (Rosenbaum et al, 2008)	Comparative Toxic Unit for humans (CTU _h)
Particulate matter/Respiratory inorganics	RiskPoll model (Rabl and Spadaro, 2004) and Greco et al 2007	Intake fraction for fine particles (kg PM2.5-eq/kg)
Ionising radiation, human health	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)	Human exposure efficiency relative to U ²³⁵
Ionising radiation, ecosystems	No methods recommended	
Photochemical ozone formation	LOTOS-EUROS (Van Zelm et al, 2008) as applied in ReCiPe	Tropospheric ozone concentration increase
Acidification	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	Accumulated Exceedance (AE)
Eutrophication, terrestrial	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	Accumulated Exceedance (AE)
Eutrophication, aquatic	EUTREND model (Struijs et al, 2009b) as implemented in ReCiPe	Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P) or marine end compartment (N)

Ciclo de vida e conceitos associados

Ciclo de Vida: estádios consecutivos e encadeados de um **sistema de produto** (“product system”), desde a aquisição da matéria-prima ou da sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final.

Sistema de produto: conjunto de **processos elementares**, com **fluxos elementares** e de **produtos**, desempenhando uma ou mais funções definidas no ciclo de vida de um produto.

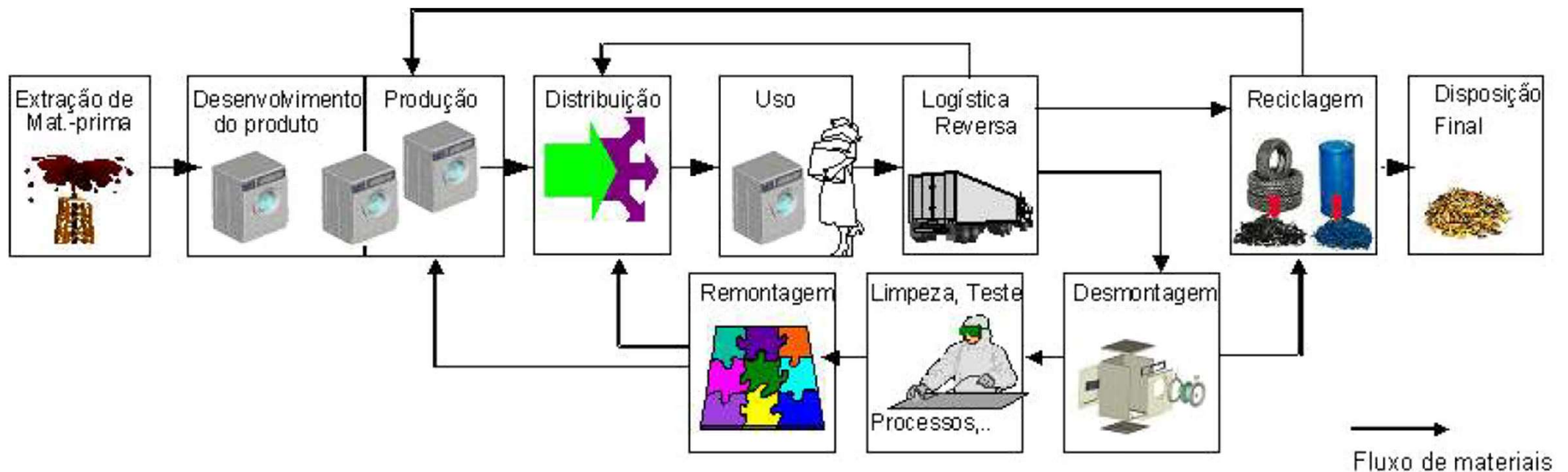


Ciclo de vida e conceitos associados

Processo: conjunto de atividades interrelacionadas ou interativas que transformam entradas em saídas (“transform inputs in outputs”)

Entrada: fluxo de produto, material ou energia que entra em um processo elementar

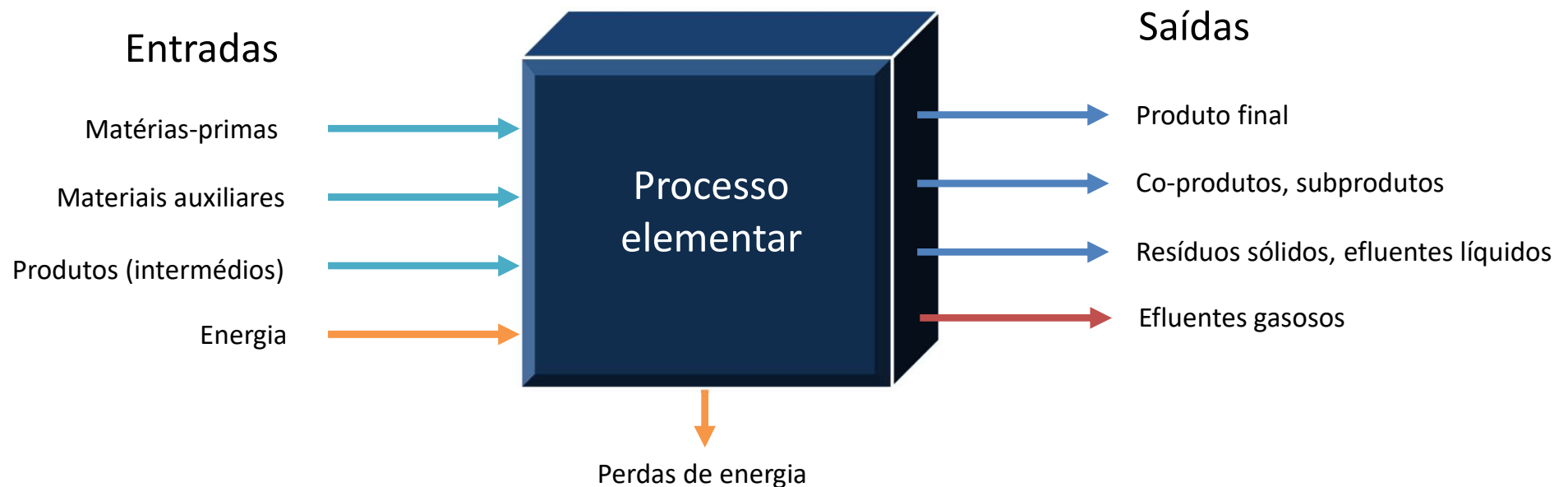
Saída: fluxo de produto, material ou energia que deixa um processo elementar



Ciclo de vida: processos e fluxos elementares

Processo elementar: menor elemento considerado numa análise de inventário do ciclo de vida para qual os dados de entrada e saída são quantificados

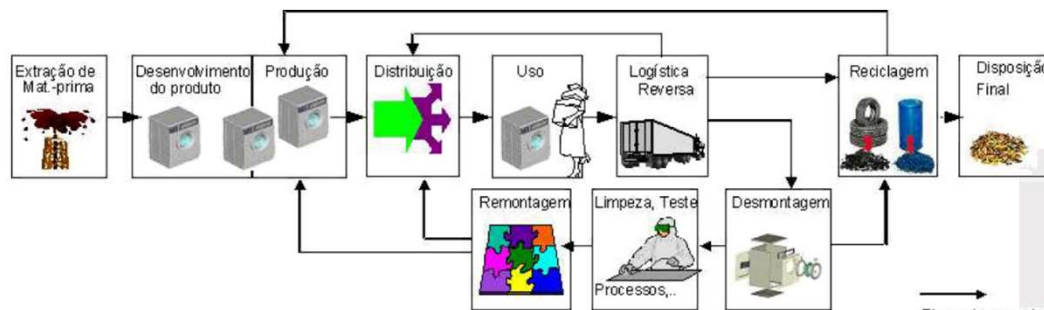
Fluxo elementar: material ou energia retirado do meio ambiente e que entra no sistema em estudo sem sofrer transformação prévia por intervenção humana, ou material ou energia que é libertado no meio ambiente pelo sistema em estudo sem sofrer transformação subsequente por intervenção humana



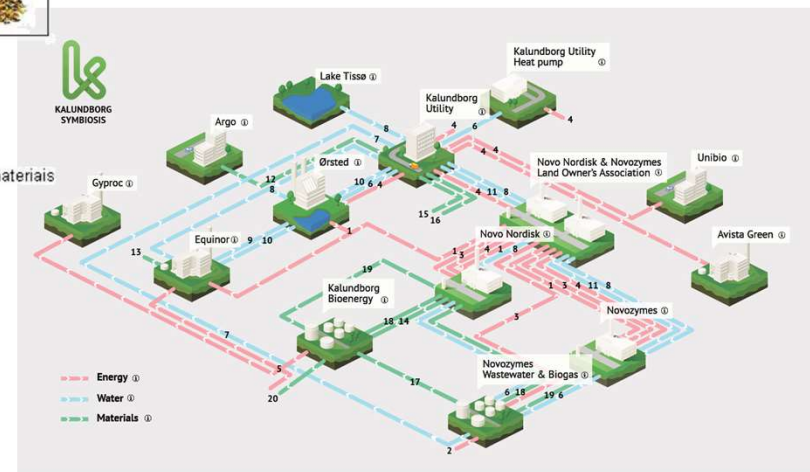
Ciclo de vida: processos e fluxos elementares

Processo elementar: menor elemento considerado numa análise de inventário do ciclo de vida para qual os dados de entrada e saída são quantificados

Fluxo elementar: material ou energia retirado do meio ambiente e que entra no sistema em estudo sem sofrer transformação prévia por intervenção humana, ou material ou energia que é libertado no meio ambiente pelo sistema em estudo sem sofrer transformação subsequente por intervenção humana



Fluxo de materiais

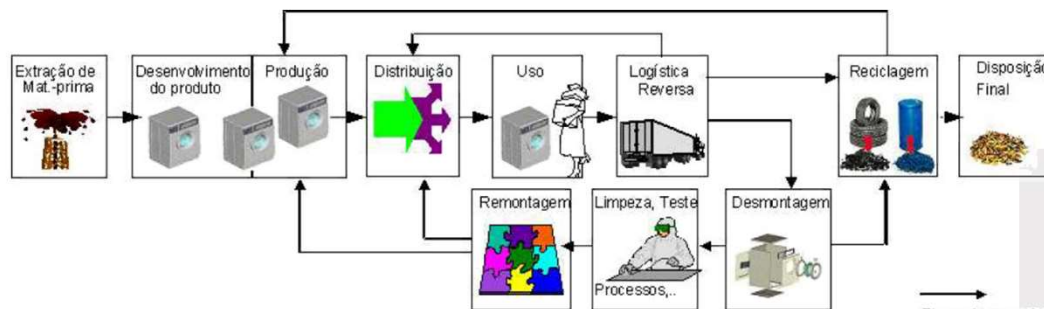


Ciclo de vida: processos e fluxos intermédios

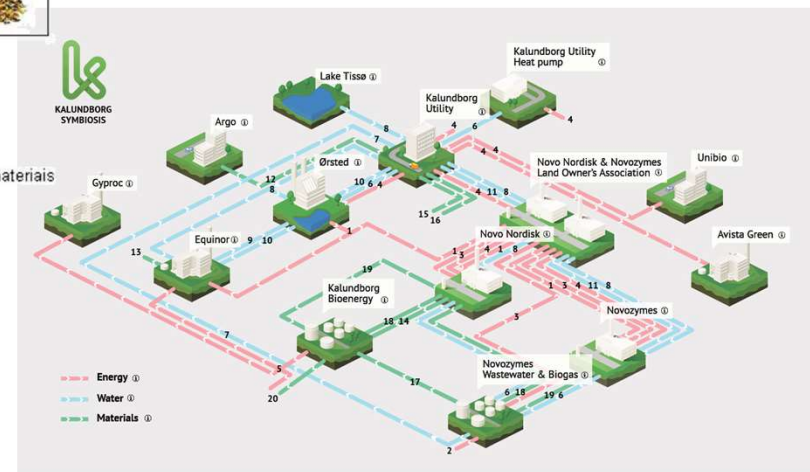
Fluxo intermédio: fluxo de produto, material ou energia que ocorre entre processos elementares do sistema de produto em estudo

Produto intermédio: saída de um processo elementar que se constitui em entrada para um outro processo elementar e que requer transformação adicional dentro do sistema de produto

Fluxo de produto: entrada ou saída de produtos provenientes de ou com destino a um outro sistema de produto



Fluxo de materiais





Ciclo de vida: co-produtos, subprodutos e afins

Produto principal (main product) : um produto é o produto principal de um processo se o nível de produção (otimização do processo) depender apenas, ou principalmente, da **procura** desse produto no mercado. => €€€ > 0

Co-produto (co-product): qualquer um de dois ou mais produtos provenientes de um mesmo processo unitário ou sistema de produto, e em que o nível de produção (otimização do processo) depende não só da procura do produto principal mas também da **procura** do(s) outro(s) co-produto(s) associados. => €€€ > 0

Sub-produto (by-product): subprodutos são definidos como produtos resultantes do processo de produção que têm geram uma receita menor do que a do(s) produto principal / co-produtos, porque a sua **procura** no mercado é muito menor. => € > 0

Resíduo (residue): Um produto é um resíduo se o nível de produção não for afetado pela **procura** por esse produto específico. => € ~ 0

Desperdício (waste): qualquer substância ou objeto que o detentor descarta, pretende ou é obrigado a descartar. => €€ < 0

Sobre a nomenclatura utilizada, consultar: Ahlgren, S., et. al., (2013) *LCA of Biorefineries – Identification of Key Issues and Methodological Recommendations*. Report No 2013:25, f3 The Swedish Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels, Sweden. Available at www.f3centre.se.

Processos unitários e operações unitárias





Avaliação do Ciclo de Vida
Aula 1 – Conceitos básicos
23 Novembro 2022