

PHD 3513  
Sustentabilidade  
no setor  
produtivo  
Aula 1

Professora: Amarilis Lucia  
Casteli Figueiredo Gallardo

PHA

1º semestre 2018

# Programa do Curso

Data	Aula nº	Assunto
02/03	1	Apresentação do curso. Sustentabilidade no setor produtivo. Economia Circular.
09/03	2	Ecoeficiência na prática. Professora Dione Morita.
16/03	3	Instrumentos para promoção de sustentabilidade no setor produtivo. <b>Atividade 1</b>
23/03	4	Ecologia Industrial. <b>Atividade 2</b>
30/03	Recesso	Semana Santa
06/04	5	Prevenção à Poluição e Produção mais limpa. <b>Atividade 3</b>
13/04	6	<b>Apresentação – parcial – dos Seminários pelos alunos</b>
20/04	7	Avaliação de Ciclo de Vida. Professor Luiz Kulay.
27/04	8	Avaliação de Ciclo de Vida. Professor Luiz Kulay. <b>Atividade 4</b>
04/05	9	Sistemas de gestão ambiental.
11/05	10	Balanco de materiais no setor produtivo. Professor José Carlos Mierzwa.
18/05	11	Balanco de materiais no setor produtivo. Professor José Carlos Mierzwa. <b>Atividade 5</b>
25/05	12	Avaliação de desempenho ambiental. Relatórios de desempenho ambiental.
01/06	Recesso	feriado
08/06	13	Certificações Ambientais. <b>Atividade 6</b>
15/06	14	Avaliação de Sustentabilidade Ambiental.
22/06	15	Avaliação de ciclo de vida na indústria da construção civil.
29/06	16	<b>Apresentação dos Seminários pelos alunos</b>
06/07	17	<b>Apresentação dos Seminários pelos alunos</b>

# Programa do Curso

- Nota de aproveitamento:
- $0,2 \times$  nota das Atividades +  $0,8 \times$  nota do Seminário
- Seminário: - **15%** - correspondente à apresentação parcial e **85%** à apresentação final e texto escrito.

# Seminário em grupo

## Sustentabilidade no setor produtivo

- Instruções Gerais
- O trabalho será desenvolvido em grupo com de três (3) alunos.
- O trabalho deverá ter no máximo quinze (20) folhas, escrito em letra tamanho 12 e espaço 1,5, margem 1,5. Tabelas e gráficos estão incluídos neste número, folha de rosto não. O trabalho deverá ser impresso e entregue até o dia da apresentação oral.
- Os trabalhos finais serão apresentados pelos grupos nas 2 últimas aulas do curso, conforme programa do curso. Orientações adicionais para a apresentação serão fornecidas durante o curso.
- Preferencialmente deverão escolhidos temas em cadeias produtivas relacionadas à engenharia que o aluno está cursando.
- Orientações adicionais e explicações serão fornecidas em sala de aula.

# Seminário – apresentação parcial

- O grupo irá escolher um caso real de uma cadeia produtiva.
- O grupo em visita técnica e entrevistas com profissionais da empresa deverá identificar e coletar informações referentes a:
- Caracterização detalhada do processo produtivo – estágio atual do processo produtivo em termos de abordagem de fluxos de matéria e aspectos ambientais;
- Consumo de recursos disponíveis: água, energia, matérias primas, etc.
- Apresentação de um fluxograma do processo produtivo, produzido a partir da visita técnica e/ou com apoio de profissionais da empresa contendo além de todas as etapas, aquelas potenciais desse processo, e seus respectivos aspectos e/ou impactos ambientais, que podem ser aprimoradas para promoção de cadeias sustentáveis;
- **6ª aula: Seminário parcial:** todos os grupos deverão apresentar, em formato oral, esses resultados em sala de aula. Esses resultados parciais e os slides da apresentação deverão ser entregues em meio digital (e-mail da professora) até o dia do Seminário parcial.

# Seminário – apresentação final

- A partir dos dados do processo produtivo (que podem ser complementados por dados disponíveis em site das empresas ou obtidos diretamente com as mesmas), e com o suporte do referencial bibliográfico do curso, deverá ser realizada uma análise do processo produtivo atual com vistas à promoção da sustentabilidade no processo produtivo escolhido, para tanto deverão ser considerados:

# Seminário – apresentação final

- Análise da situação atual da empresa quanto à postura ambiental no seu processo produtivo (reativo, proativo), com justificativas embasadas.
- Identificação de oportunidades de produção mais limpa;
- Levantamento de alternativas de prevenção à poluição;
- Avaliação do desempenho ambiental do processo produtivo a partir de indicadores ambientais ou de sustentabilidade (identificar aspecto ambiental, indicador, unidade, fonte para obtenção dos dados);
- Avaliação de ciclo de vida – apresentar um esquema de como poderia ser realizada a ACV desse processo produtivo (minimamente identificar fronteiras do sistema, entradas e saídas, se possível, aplicar o instrumento para o caso escolhido);
- Gestão Ambiental: discuta uma eventual proposição de um SGA para o processo produtivo;
- Conclusões: o grupo deve fazer uma análise quantitativa comparando o estudo de caso em seu estágio atual e com a implementação das ferramentas para promoção da sustentabilidade nesse processo produtivo. O grupo deve analisar os resultados à luz da economia circular.
- Referências bibliográficas

- Sugestões de cadeias produtivas no setor civil:
- Construção e ou operação de empreendimentos lineares diversos (rodovias, ferrovias, hidrovias)
- Sistemas de transporte público urbano (metrô, trens, ônibus, etc.)
- Obras Hidráulicas (Barragens, Canais, Eclusas, etc.)
- Obras de Aproveitamento Energético
- Portos (marítimos e fluviais)
- Sistemas de tratamento e distribuição de água;
- Sistemas de coleta, tratamento e destinação final de resíduos sólidos e efluentes
- Canteiro de Obras (geral);
- Edificações;
- Obras de arte (Pontes, viadutos e túneis);
- Planejamento do uso do solo: implantação de loteamentos e parcelamento de terrenos;
- Outros....

- Sugestões de cadeias produtivas:
- Indústria alimentícia
- mineração
- Indústria química
- Setor de galvanoplastia
- Indústria metalúrgica
- Celulose e papel
- Petróleo e gás
- Outros...

# Seminário em grupo

- 16ª e 17ª aulas: Seminário final: os grupos deverão apresentar, em formato oral em sala de aula, os resultados consolidados do trabalho realizado. Os grupos devem preparar uma apresentação detalhada do trabalho, visto que esse é o produto final da avaliação do curso. O texto impresso do seminário deverá ser entregue no dia da apresentação.
- O texto impresso do seminário deverá ser entregue no dia da apresentação.

# Seminário em grupo

A avaliação do trabalho deverá considerar fundamentalmente os seguintes aspectos:

- **Importância** do tema (destaque para a sua originalidade)
- **Esforço** do grupo na coleta de dados primários (diretamente na empresa)
- **Qualidade** da análise realizada (empenho do grupo em integrar os assuntos vistos no curso ao estudo de caso escolhido)
- **Qualidade** do texto (objetividade da escrita, lógica no encadeamento da análise, apresentação das figuras)
- **Conteúdo** técnico e pertinência do trabalho ao escopo da disciplina (evitar informações e comentários que não correspondem às metas do curso)
- **Apresentação** geral do trabalho
- **Apresentação** oral do grupo em sala de aula.

# Seminário em grupo

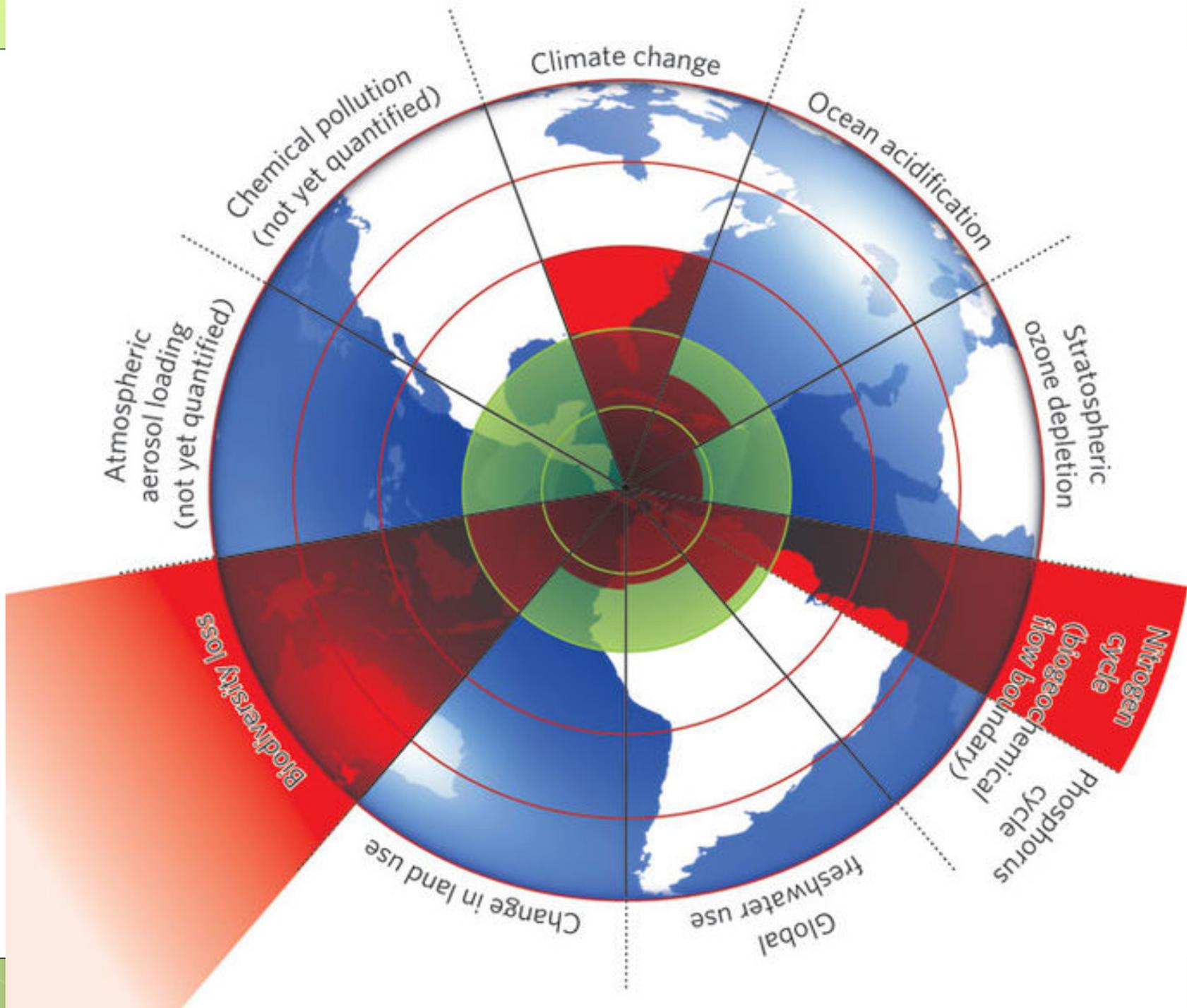
- Dúvidas?
- Sugestões?

# Bibliografia básica

- Livros texto que abordam tópicos do curso:
- VILELA JUNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques. Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações. In: **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. SENAC São Paulo, 2006. 396p.
- GIANNETTI, Biagio F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Ecologia industrial. **Conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 109p.
- BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2011. 358p.
- SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. Atlas, 2010. 310p.
- Referências de leitura para as aulas: no site da disciplina

# Como está o nosso planeta?

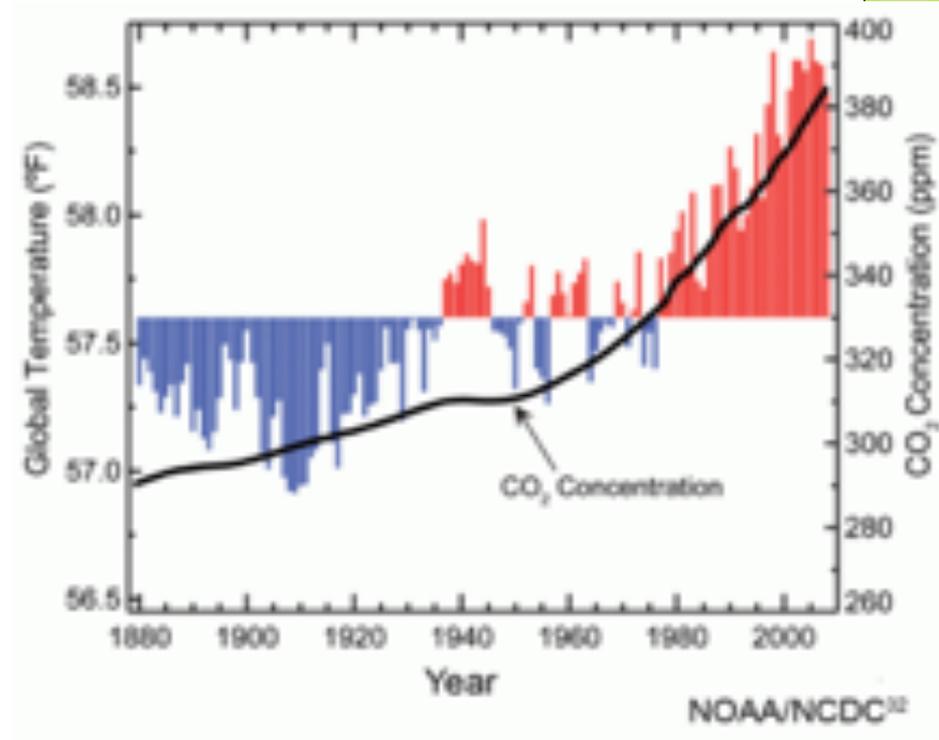
- A safe operating spacing for humanity
- Rockström et al. (2009)
- Revista Nature



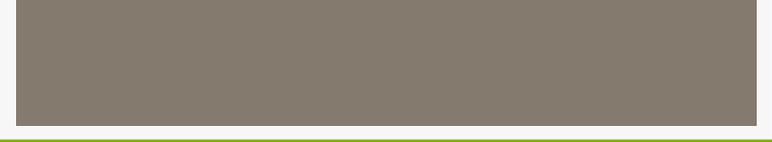
## Planetary Boundaries<sup>[27]</sup>

Earth-system process	Control variable <sup>[28]</sup>	Boundary value	Current value	Boundary crossed	Preindustrial value	Commentary
1. Climate change	Atmospheric carbon dioxide concentration (ppm by volume) <sup>[29]</sup> <i>See also: Tipping point (climatology)</i>	350	400	yes	280	[30]
	Alternatively: Increase in radiative forcing (W/m <sup>2</sup> ) since the start of the industrial revolution (~1750)	1.0	1.5	yes	0	[31]
2. Biodiversity loss	Extinction rate (number of species per million per year)	10	> 100	yes	0.1–1	[32]
3. Biogeochemical	(a) anthropogenic nitrogen removed from the atmosphere (millions of tonnes per year)	35	121	yes	0	[33]
	(b) anthropogenic phosphorus going into the oceans (millions of tonnes per year)	11	8.5–9.5	no	–1	[34]
4. Ocean acidification	Global mean saturation state of aragonite in surface seawater (omega units)	2.75	2.90	no	3.44	[35]
5. Land use	Land surface converted to cropland (percent)	15	11.7	no	low	[36]
6. Freshwater	Global human consumption of water (km <sup>3</sup> /yr)	4000	2600	no	415	[37]
7. Ozone depletion	Stratospheric ozone concentration (Dobson units)	276	283	no	290	[38]
8. Atmospheric aerosols	Overall particulate concentration in the atmosphere, on a regional basis	not yet quantified				[39]
9. Chemical pollution	Concentration of toxic substances, plastics, endocrine disruptors, heavy metals, and radioactive contamination into the environment	not yet quantified				[40]

## A safe operating spacing for humanity Rockström et al. (2009)



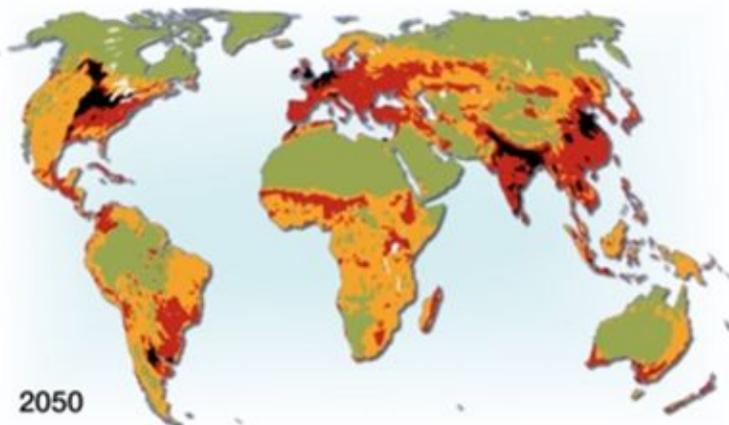
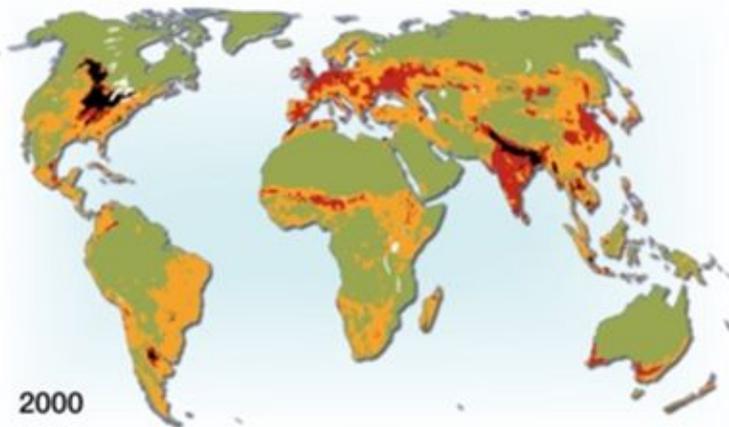
- Climate change:  
Manter as emissões de CO<sub>2</sub> abaixo de 350ppm irá segurar o aumento da temperatura em 2oC?



A safe operating spacing for humanity  
Rockström et al. (2009)

- Perda de biodiversidade

# Perda de biodiversidade



Biodiversity, as ratio of species abundance before human impacts

High impacts	0 - 25
High-medium impacts	25 - 50
Medium-low impacts	50 - 75
Low impacts	75 - 100 %

Mean species abundance (%)

Biodiversidade como proporção da abundância de espécies anterior aos impactos humanos

<http://maps.grida.no/go/graphic/loss-of-biodiversity-with-continued-agricultural-expansion-pollution-climate-change-and-infrastructu>

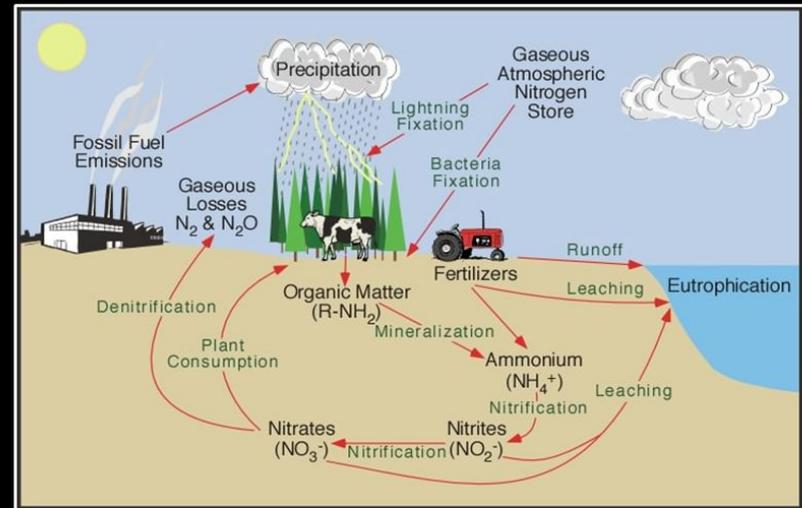
A safe operating spacing for humanity

Rockström et al. (2009)

- Ciclo do nitrogênio

- As atividades humanas agora convertem mais nitrogênio da atmosfera em formas reativas do que todos os processos terrestres combinados. Grande parte deste nitrogênio reativo contamina as águas e as zonas costeiras, é emitido de volta à atmosfera em formas alteradas ou se acumula na biosfera terrestre.

## O ciclo do Nitrogênio



## A safe operating spacing for humanity Rockström et al. (2009)

- Ciclo do fósforo:
- O fluxo natural “sustentável” seria de 7 milhões de toneladas métricas por ano (Mt / ano).
- Nós geramos pelas nossas atividades 22 milhões de toneladas/ ano
- teríamos que reciclar ou reutilizar 72% do fósforo que descartamos no ambiente

## A safe operating spacing for humanity

Rockström et al. (2009)

- Acidificação dos oceanos:
- Cerca de um quarto do dióxido de carbono das atividades humanas é dissolvido nos oceanos, onde forma ácido carbônico.
- Essa acidez inibe a capacidade dos corais e da vida marinha formar conchas e esqueletos



## Estudo da FAO revela que 30% dos solos do mundo estão degradados



<http://slideplayer.com.br/slide/364643/>

<https://www.laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/estudo-da-fao-revela-que-30-dos-solos-do-mundo-estao-degradados/>

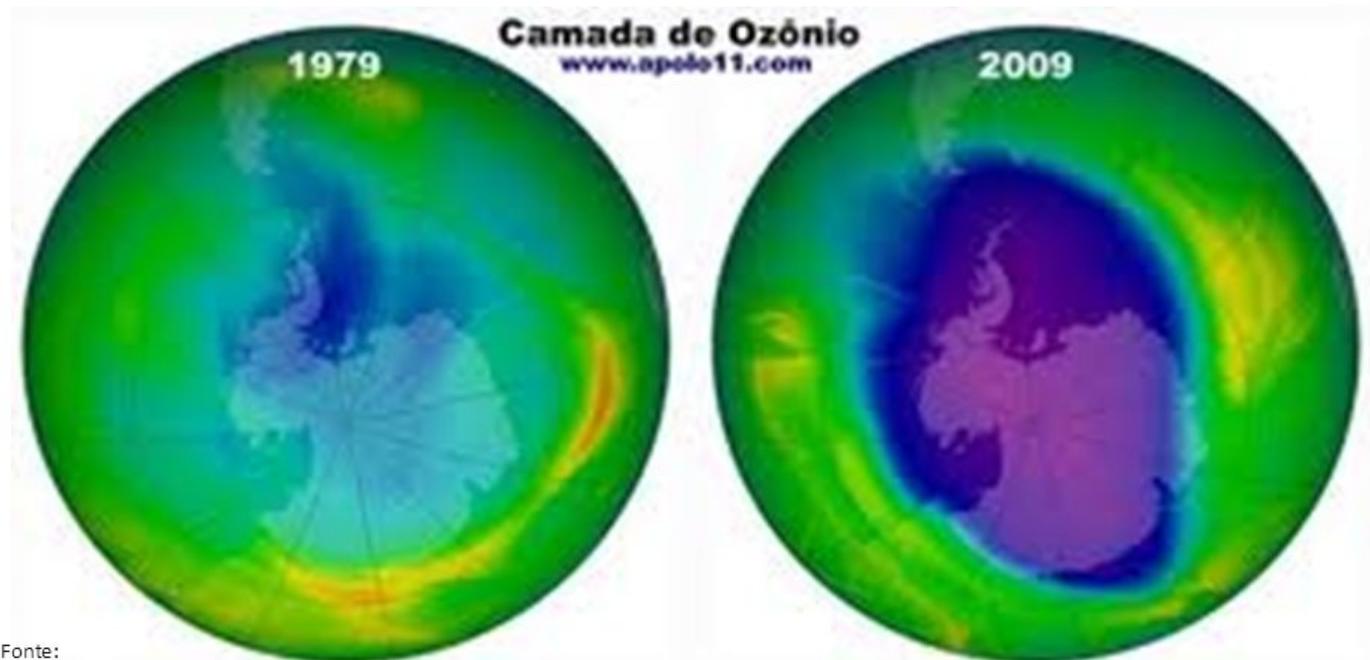
A safe operating spacing for humanity  
Rockström et al. (2009)

- Água potável



A safe operating spacing for humanity  
Rockström et al. (2009)

- Depleção da camada de ozônio



Fonte:  
[http://www.apolo11.com/mudancas\\_climaticas.php?titulo=Nasa\\_exposicao\\_aos\\_raios\\_UV\\_cresceu\\_6%\\_nos\\_ultimos\\_30\\_anos&posic=dat\\_20100317-092731.inc](http://www.apolo11.com/mudancas_climaticas.php?titulo=Nasa_exposicao_aos_raios_UV_cresceu_6%_nos_ultimos_30_anos&posic=dat_20100317-092731.inc)

nio  
sul,

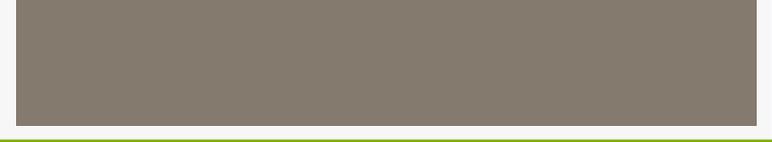
A safe operating spacing for humanity  
Rockström et al. (2009)

- Emissões atmosféricas
- as partículas de aerossol resultam em aproximadamente 800 mil mortes por problemas de saúde.

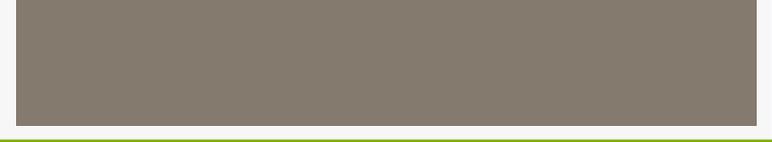
A safe operating spacing for humanity  
Rockström et al. (2009)

- Poluentes químicos





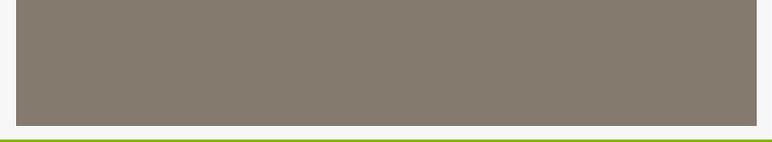
Antecedentes...



Por que chegamos nessa  
situação?

# Vídeo

- Story of Stuff ([https://www.youtube.com/watch?v=3c88\\_Z0FF4k](https://www.youtube.com/watch?v=3c88_Z0FF4k))
- Contextualizando os processos produtivos lineares.....



Ações para reverter o  
processo de perda do capital  
natural e para modificar os  
processos produtivos

# Ecoeficiência

- O que é?

# Ecoeficiência

Definido pelo World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 1992):

- “Ecoeficiência é obtida pela produção de produtos e serviços competitivos; de modo a satisfazer as necessidades humanas com aumento da qualidade de vida; enquanto se reduz os impactos ambientais adversos e o uso dos recursos naturais durante todo o ciclo de vida do produto, em consonância com a capacidade da Terra”.

# Ecoeficiência e governança ambiental

## *Líderes de governo e de trabalhadores:*

- Estabelecer objetivos associados à macroeconomia que possam ser traduzidos como critérios para o desenvolvimento sustentável
- Integrar políticas públicas e medidas que visem o fomento da ecoeficiência, como por exemplo, eliminando subsídios e tornando mais efetivas as taxas para as empresas ambientalmente inadequadas
- Fortalecer e estimular os acordos, as políticas internacionais, os mercados, os sistemas financeiros, visando a otimização no uso de recursos naturais, a minimização das emissões e a redução nas desigualdades

# Ecoeficiência e governança ambiental

*Líderes da sociedade civil e de associação de consumidores:*

- Estimular os consumidores a escolher produtos e serviços que sejam produzidos de forma sustentável e ecoeficiente
- Suportar medidas políticas que visem criar condições para privilegiar a ecoeficiência

*Educadores:*

- Incluir os conceitos de sustentabilidade e da ecoeficiência nas escolas secundárias e nas universidades, fomentando a pesquisa e projetos

# Ecoeficiência e governança ambiental

## Investidores e analistas de mercado:

- Reconhecer e estimular a sustentabilidade e a ecoeficiência por meio de critérios específicos de financiamento
- Ajudar a divulgar para o mercado financeiro as empresas líderes que se destacam pelo seu desempenho ambiental
- Promover o desenvolvimento de ferramentas de avaliação de sustentabilidade visando sua disseminação no mercado financeiro, bem como promover os benefícios da ecoeficiência

# Ecoeficiência e governança ambiental

## Líderes de negócios:

- Integrar a ecoeficiência nas suas estratégias de negócios (parte operacional, inovação de produtos e marketing)
- Reportar e divulgar de forma transparente os resultados relativos à sustentabilidade e à **ecoeficiência** da empresa para as partes interessadas
- Suportar o estabelecimento de políticas que visem premiar e estimular a ecoeficiência

# Sete dimensões da ecoeficiência

- 1- Reduzir a intensidade do uso de materiais em produtos e serviços;
- 2- Reduzir a intensidade do uso de energia em produtos e serviços;
- 3- Reduzir a dispersão de produtos tóxicos;
- 4- Permitir/estimular a reciclabilidade dos produtos;
- 5- Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis;
- 6- Estender a durabilidade dos produtos;
- 7- Aumentar a intensidade dos serviços

# Impactos socioambientais na indústria civil

- Quais????
- Como promover a ecoeficiência na indústria da construção civil
- Em grupos associem 1 exemplo para cada 1 dos 7 princípios da ecoeficiência
- (15 minutos!)

# Impactos socioambientais na indústria civil



Dimensão da ecoeficiência: 1- Reduzir a intensidade do uso de materiais em produtos e serviços;

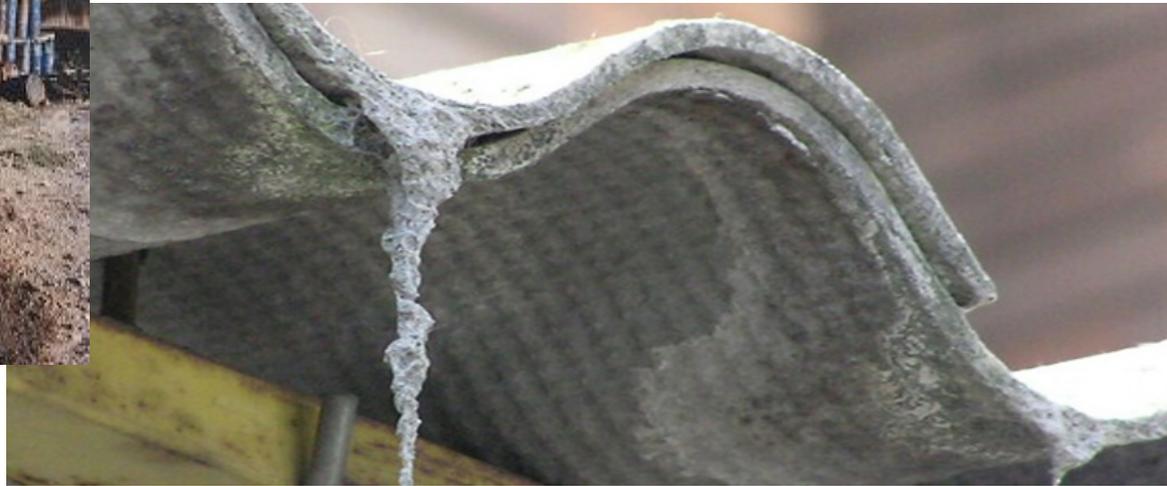
# Impactos socioambientais na indústria civil



<http://sustentabilidade.cnseg.org.br/>

Dimensão da ecoeficiência: 2- Reduzir a intensidade do uso de energia em produtos e serviços

# Impactos socioambientais na indústria civil



<http://www.engenhariacompartilhada.com.br/Noticia.Asp?id=340843>

Dimensão da ecoeficiência: 3- Reduzir a dispersão de produtos tóxicos

# Impactos socioambientais na indústria civil



Dimensão da ecoeficiência: 4- Permitir/estimular a reciclabilidade dos produtos;

# Impactos socioambientais na indústria civil



Dimensão da ecoeficiência: 5- Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis

# Impactos socioambientais na indústria civil



Principais tipos de plásticos usados nos produtos e sistemas construtivos

<http://cobec.com.br/principais-tipos-de-plasticos-usados-nos-produtos-e-sistemas-construtivos/>



<http://cobec.com.br/principais-tipos-de-plasticos-usados-nos-produtos-e-sistemas-construtivos/>

Dimensão da ecoeficiência: 6- Estender a durabilidade dos produtos;

# Impactos socioambientais na indústria civil

## BOAS PRÁTICAS

Fase de Demolição e Remoção de terra



Segregação dos materiais e umectação das atividades de arraste.  
<http://pt.slideshare.net/VereadorSerjao/particulados-final>



<http://www.g37.com.br/index.asp?c=padrao&modulo=conteudo&url=037212&ss=5>

Dimensão da ecoeficiência: 7- Aumentar a intensidade dos serviços

# Exemplo – aproveitamento de resíduos da construção civil





# Exemplo de valorização de resíduos sólidos urbanos (entulho de demolição)

- Do total de 20 mil tons/dia – 4,3 tons/dia entulho (fonte: Plano municipal de gestão de resíduos sólidos)
- Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Italia (Paschoalini Filho et al. 2013)

Exemplo do Resíduo de Construção & Demolição (RCD)

## Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Italia

2011/2012:

- Resíduos britados in loco em unidade móvel de britagem com capacidade de 400 m<sup>3</sup>/hora;
- Utilização como base de pavimento;
- Agregado para argamassa e concreto não-estrutural;
- Aterro;
- Obras de drenagem superficial e profunda.

## Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália (Paschoalini Filho et al. 2013)

- 75.200 m<sup>3</sup> de resíduo, só 28% foram descartados

resíduo	Volume total (m3)	Volume reutilizado na obra	% de volume reutilizado	Volume descartado	% volume descartado
papel	210	0	0	210	100
madeira	130	0	0	130	100
metal	478	0	0	478	100
solo	70.880	51.415,4	72,6	19.464,6	27,4*
Cimentícios (argamassa e concreto)	3.495	2.920,8	83,6	574,2	16,4*

- \*Foram reutilizados em outras obras localizadas na proximidade

# Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália

- Economia gerada pelo reaproveitamento de solo

resíduo	Massa total gerada (ton)	Massa de resíduo reutilizado (ton)	Massa de resíduo descartado (ton)	Redução de custo com destinação final	Economia devido ao reuso (R\$/ton)
solo	85.056,0	61.698,5	23.357,5	27%	55,0

## Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália

- Redução de custo da caçamba pela segregação de material cimentícios

resíduo	Volume total de material descartado (m <sup>3</sup> )	Quantidade de caçambas de material descartado	Economia com segregação de material em caçamba (R\$/m <sup>3</sup> )
cimentícios	574,2	115	44,00

## Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália

- Redução de custo com reciclagem e reutilização em obra

resíduo	Volume total de material reutilizado (m <sup>3</sup> )	Quantidade de caçambas de material descartado	Economia com reciclagem e reutilização em obra (R\$/m <sup>3</sup> )
cimentícios	2920,8	584	55,00



Esse caso pode ser considerado um caso de ecoeficiência?

Quais pilares vocês consideram que foram atendidos?

O que mais poderia ter sido implementado?

Extra-classe!

Extra-classe para fixar:  
escolham uma cadeia  
produtiva e discutam as  
dimensões da ecoeficiência

# O que diz a indústria brasileira?

- Vamos ver a opinião recente da Confederação Nacional da Indústria (CNI)

## ARTIGO: A Indústria rumo à sustentabilidade

Para o presidente do Conselho Temático do Meio Ambiente da FIEPE, Anísio Coelho, é preciso implantar métodos inovadores na gestão dos negócios afinados com os conceitos de sustentabilidade corporativa e da prática de responsabilidade social

MEIO AMBIENTE

SUSTENTABILIDADE

INOVAÇÃO

CONSUMO

PRODUÇÃO



O segmento industrial brasileiro está atento e comprometido com os princípios e diretrizes para implementação do desenvolvimento sustentável na atividade. Por meio da [Confederação Nacional da Indústria \(CNI\)](#) e das Federações de Indústrias estaduais, o setor tem se mobilizado a partir do diálogo e da reflexão sobre os aspectos mais relevantes da agenda 'sustentabilidade'.

No início, o conceito de desenvolvimento sustentável estava ligado diretamente ao aumento da eficiência na utilização dos recursos do meio ambiente, de seus impactos nos processos produtivos e do meio social. Atualmente, os resultados dessa nova orientação têm sido alvo de avaliações em função do engajamento e das discussões nos ambientes nacionais e internacionais, sobretudo depois que os compromissos e os acordos foram assinados com o objetivo de solucionar problemas associados ao desenvolvimento.

As transformações no mercado mundial experimentaram significativos avanços de novas tecnologias e processos, que vêm mudando a níveis quase

# Indústria 4.0 e economia circular – objetivos do desenvolvimento sustentável...

No rumo à indústria 4.0, a economia circular e de baixo carbono vêm marcando posição na agenda de grandes corporações e de pequenas empresas de vanguarda. Com isso, assistiremos a um movimento de propagação da ecologia industrial, em que a interconexão da produção, com cadeias produtivas trabalhando em regime de cooperação e planejamento coordenado, permitindo chegar a um patamar insignificante de geração de resíduos e emissões atmosféricas. Quando isso acontecer, teremos a natureza como benchmarking com seus ecossistemas que trabalham em circuito fechado, sem gerar resíduos e promovendo a diversidade e estimulando a simbiose.

# Economia Circular

- O que é economia circular?
- [https://www.youtube.com/channel/UCQAC2otE5\\_agzHZPnk3mE5w](https://www.youtube.com/channel/UCQAC2otE5_agzHZPnk3mE5w)
- Vejam depois: evento 18/09/17 sobre Economia Circular - IEA da USP
- <https://www.youtube.com/watch?v=apuLoBAuwX4>

# Economia Circular

- o Ellen MacArthur foundation center:

## **Conceito**

Uma economia circular é regenerativa e restaurativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. O conceito distingue os ciclos técnicos dos biológicos.

Conforme concebida por seus criadores, a economia circular consiste em um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos administrando estoques finitos e fluxos renováveis. Ela funciona de forma eficaz em qualquer escala.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

## Princípios

A economia circular oferece diversos mecanismos de criação de valor dissociados do consumo de recursos finitos. Em uma economia circular verdadeira, o consumo só ocorre em ciclos biológicos efetivos. Afora isso, o uso substitui o consumo. Os recursos se regeneram no ciclo biológico ou são recuperados e restaurados no ciclo técnico. No ciclo biológico, os processos naturais da vida regeneram materiais, através da intervenção humana ou sem ela. No ciclo técnico, desde que haja energia suficiente, a intervenção humana recupera materiais e recria a ordem em um tempo determinado. A manutenção ou o aumento do capital têm características diferentes nos dois ciclos.

A economia circular fundamenta-se em três princípios, cada um deles voltado para diversos desafios relacionados a recursos e sistêmicos que a economia industrial enfrenta.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

## **Princípio 1: Preservar e aumentar o capital natural**

**... controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.**

Isso começa com a desmaterialização dos produtos e serviços – com sua entrega virtual, sempre que possível. Quando há necessidade de recursos, o sistema circular seleciona-os com sensatez e, sempre que possível, escolhe tecnologias e processos que utilizam recursos renováveis ou apresentam melhor desempenho. Uma economia circular também aumenta o capital natural estimulando fluxos de nutrientes no sistema e criando as condições necessárias para a regeneração (como, por exemplo, a do solo).

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

## **Princípio 2: Otimizar a produção de recursos**

**... fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.**

Isso é sinônimo de projetar para a remanufatura, a reforma e a reciclagem, de modo que componentes e materiais continuem circulando e contribuindo para a economia.

Sistemas circulares usam circuitos internos mais estreitos sempre que preservam mais energia e outros tipos de valor, como a mão de obra envolvida na produção. Esses sistemas também mantêm a velocidade dos circuitos dos produtos, prolongando sua vida útil e intensificando sua reutilização. Por sua vez, o compartilhamento amplia a utilização dos produtos. Sistemas circulares também estendem ao máximo o uso de materiais biológicos já usados, extraíndo valiosas matérias-primas bioquímicas e destinando-as a aplicações de graus cada vez mais baixos.

# Economia Circular

- Ellen MacArthur foundation center:

## **Princípio 3: Fomentar a eficácia do sistema**

**... revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos.**

Isso inclui a redução de danos a produtos e serviços de que os seres humanos precisam, como alimentos, mobilidade, habitação, educação, saúde e entretenimento, e a gestão de externalidades, como uso da terra, ar, água e poluição sonora, liberação de substâncias tóxicas e mudança climática.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

## **Design sem resíduo**

Resíduos não existem quando os componentes biológicos e técnicos (ou 'materiais') de um produto são projetados com a intenção de permanecerem dentro de um ciclo de materiais biológicos ou técnicos, concebidos para desmontagem e ressignificação.

Os materiais biológicos não são tóxicos e podem ser, simplesmente, compostados. Materiais técnicos, como polímeros, ligas e outros materiais sintéticos são projetados para ser usados novamente com o mínimo de energia e maior retenção de qualidade (ao passo que a reciclagem, como normalmente entendida, resulta numa redução da qualidade e realimenta o processo com matéria prima bruta).

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

- Ellen MacArthur foundation center -  
Características

## **Criar resiliência através da diversidade**

Modularidade, versatilidade e adaptabilidade são características que precisam ser priorizadas em um mundo de incertezas e em rápida evolução. Sistemas diversos com muitas conexões e escalas são mais resistentes a choques externos do que os sistemas construídos simplesmente para a eficiência – maximizando o rendimento a partir de resultados extremos nas fragilidades.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

## **Transitar para o uso de energia proveniente de fontes renováveis**

Os sistemas devem operar com energia renovável - energia renovável, o que é permitido pelos reduzidos limiares dos níveis de energia exigidos por uma economia circular e restaurativa. O sistema de produção agrícola se baseia no atual rendimento da energia solar, mas quantidades significativas de combustíveis fósseis são utilizadas em fertilizantes, máquinas, processamentos e através da cadeia de produtiva. Sistemas alimentares e agrícolas mais integrados reduziriam a necessidade de insumos à base de combustíveis fósseis e capturariam mais valor energético dos subprodutos e adubos.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

## **Pensar em 'sistemas'**

A capacidade de compreender como as partes se influenciam mutuamente dentro de um todo, e as relações do todo com as partes, é essencial. Os elementos são considerados em relação ao seu contexto ambiental e social. Embora uma máquina também seja um sistema, ela está claramente delimitada a ser determinista. O pensamento sistêmico geralmente refere-se à maioria esmagadora dos sistemas do mundo real: são não-lineares, ricos em feedback (retroalimentação), e interdependentes. Em tais sistemas, imprecisas condições de partida combinadas com feedback levam a consequências muitas vezes surpreendentes, e a resultados que frequentemente não são proporcionais à entrada (feedback 'não amortecido' ou descontrolado).

Tais sistemas não podem ser geridos no sentido convencional, "linear", exigindo, pelo contrário, mais flexibilidade e frequente adaptação a mudanças das circunstâncias.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

## **Pensar em cascatas**

Para os materiais biológicos, a essência de criação de valor reside na possibilidade de extrair valor adicional de produtos e materiais em cascata através de outras aplicações. Na decomposição biológica, seja ela natural ou em processos de fermentação controlada, o material é desintegrado em fases por microorganismos como bactérias e fungos que extraem energia e nutrientes dos carboidratos, gorduras e proteínas encontrados no material. Por exemplo, uma árvore indo para o forno renuncia o valor que poderia ser aproveitado através das etapas de decomposição por meio de usos sucessivos da madeira e produtos madeireiros antes da degradação e eventual incineração.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

# Economia Circular

- Escolas de pensamento precedentes....

# Economia Circular

- Design regenerativo.
- O que é?

# Economia Circular

- Design regenerativo.
- A arte de projetar produtos com menos impacto e mais consciência

# Economia Circular – escolas de pensamento

## Design Regenerativo

Nos Estados Unidos, John T. Lyle começou a desenvolver ideias de design regenerativo que poderiam ser aplicados para todos os sistemas, ou seja, para além da agricultura, para o qual o conceito de regeneração havia sido formulado anteriormente.

Indiscutivelmente, ele estabeleceu as bases do *framework* de economia circular as quais foram notavelmente desenvolvidas e ganharam notoriedade graças ao Bill McDonough (que havia estudado com Lyle), Michael Braungart e Walter Stahel. Hoje, o Centro Lyle de Estudos Regenerativos oferece cursos sobre o assunto.

# Economia Circular

- Economia de performance
- O que é?

# Economia Circular

- Economia de performance
- O que é?

# Economia Circular

- Economia de performance
- Economia baseada na competitividade econômica, criação de empregos, redução de recursos e prevenção de desperdícios

## **Economia de Performance**

Walter Stahel, arquiteto e economista, em 1976 esboçou em seu relatório de pesquisa para a Comissão Europeia, “O Potencial de Substituir Mão-de-Obra por Energia”, em coautoria com Genevieve Reday, a visão de uma economia em ciclos (ou economia circular) e seu impacto na criação de emprego, competitividade econômica, redução de recursos e prevenção de desperdícios. Creditado por ter cunhado o termo "Cradle to Cradle" (Berço a Berço) no final de 1970, Stahel trabalhou no desenvolvimento de uma abordagem de “ciclo fechado” para processos de produção e criou o Product Life Institute, em Genebra há mais de 25 anos.

O Product Life Institute busca os principais objetivos: extensão da vida do produto, bens de vida longa, atividades de recondicionamento e prevenção de desperdício. Também insiste na importância de vender serviços ao invés de produtos, uma ideia referida como “economia de serviço funcional” agora mais amplamente incluída dentro da noção de “economia de performance”. Stahel argumenta que a economia circular deveria ser considerada um *framework*: como um conceito genérico, a economia circular baseia-se em várias abordagens mais específicas que gravitam em torno de um conjunto de princípios básicos.

# Economia Circular

- Biomimética
- O que é?

**Biomimética:**  
inspiração na natureza  
para desenvolver  
funcionalidades



## Biomimética

Janine Benyuys, autora de *Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza*, define sua abordagem como uma "nova disciplina que estuda as melhores ideias da natureza e então imita esses designs e processos para solucionar os problemas humanos". Estudar uma folha para inventar uma melhor célula solar é um exemplo.

Ela pensa nisso como "inovação inspirada pela natureza". A biomimética se baseia em três princípios fundamentais:

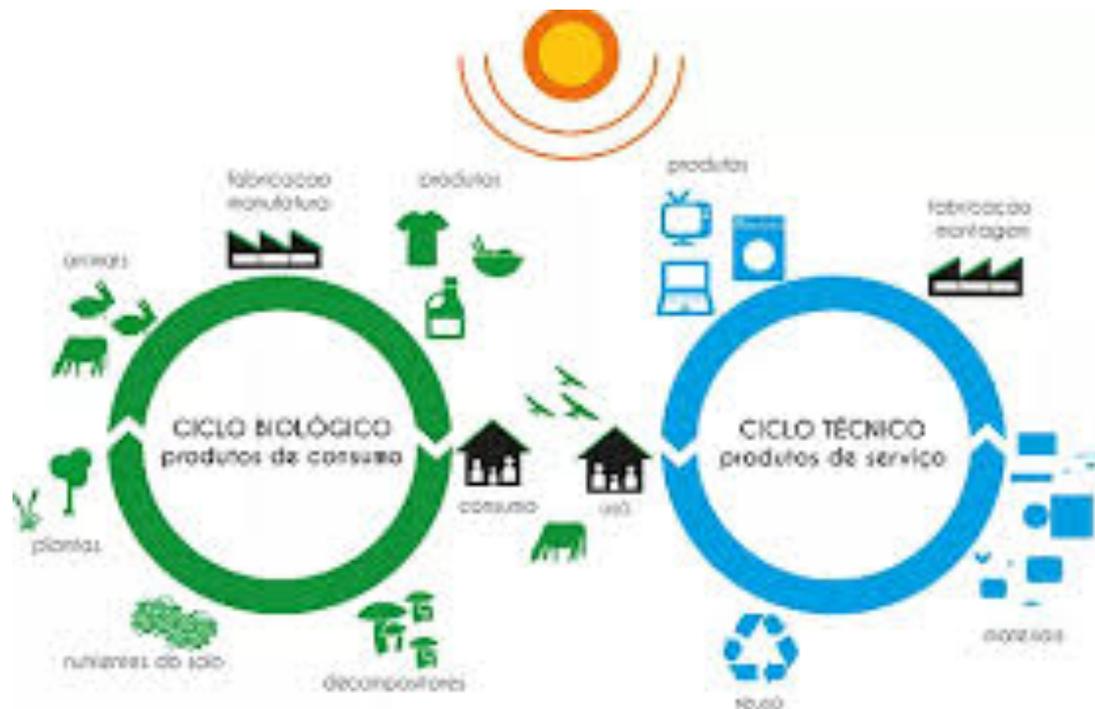
- **Natureza como modelo:** estudar modelos da natureza e simular essas formas, processos, sistemas e estratégias para solucionar os problemas humanos.
- **Natureza como medida:** usar um padrão ecológico para julgar a sustentabilidade das nossas inovações.
- **Natureza como mentora:** ver e valorar a natureza não com base no que nós podemos extrair do mundo natural, mas no que podemos aprender com ele.

# Economia Circular

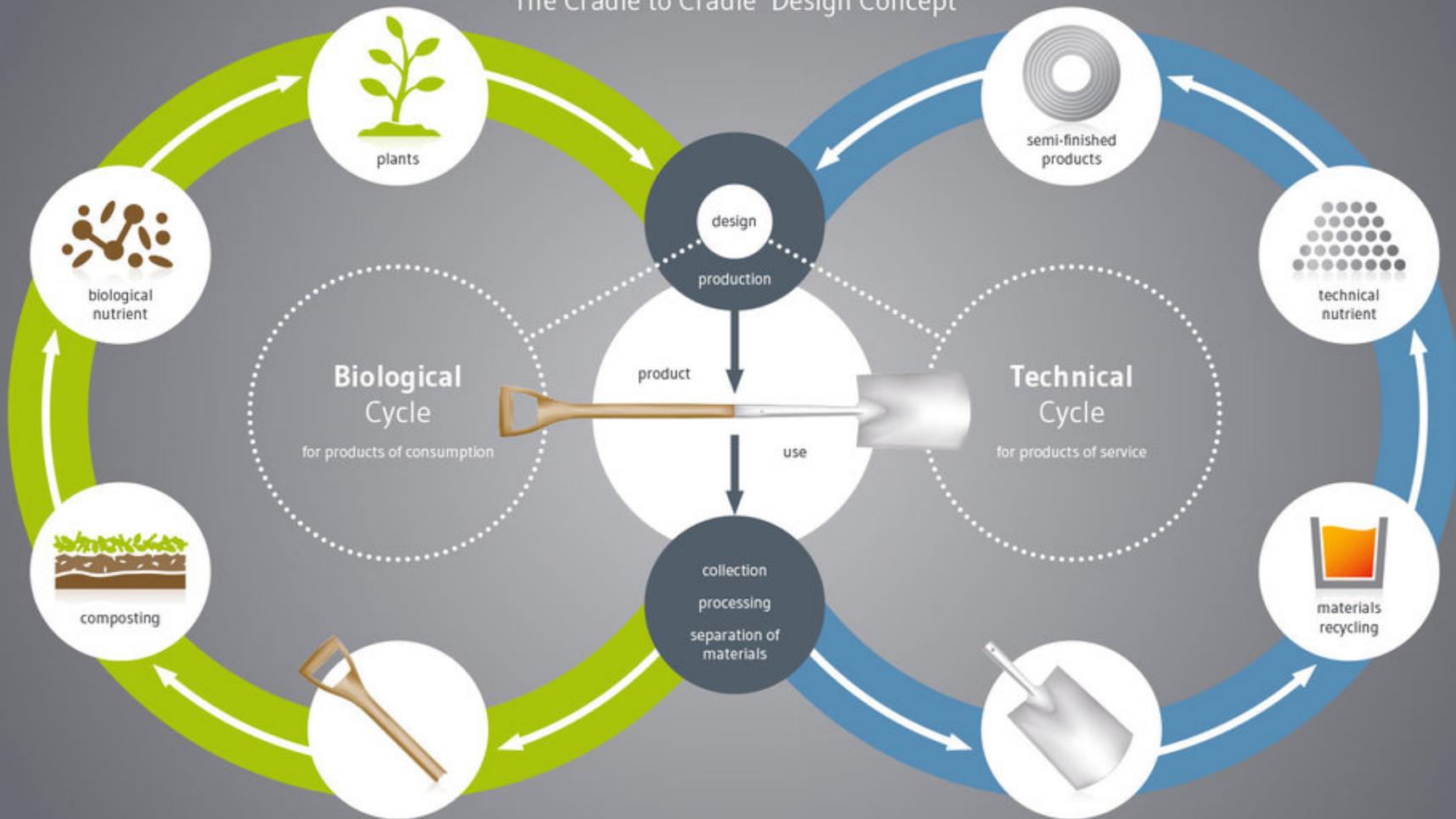
- Cradle to Cradle
- O que é?

# Economia Circular

- Cradle to Cradle
- O design do berço para berço é uma abordagem biomimética para o design de produtos e sistemas que modela a indústria humana nos processos da natureza que vêem materiais como nutrientes circulando em metabolismos saudáveis e seguros.



# The Cradle to Cradle® Design Concept



## **Cradle to Cradle – Do berço ao berço**

O químico alemão e visionário, Michael Braungart, continuou a desenvolver, em conjunto com o arquiteto americano Bill McDonough, o conceito e o processo de certificação Cradle to Cradle™. Essa filosofia de projeto considera todos os materiais envolvidos nos processos industriais e comerciais para serem nutrientes, dos quais há duas principais categorias: técnicos e biológicos. O *framework Cradle to Cradle* é focado no design para a efetividade em termos de produtos com impacto positivo e redução dos impactos negativos da comercialização através da efetividade.

O design *Cradle to Cradle* compreende os processos seguros e produtivos do “metabolismo biológico” da natureza, como um modelo para desenvolver um fluxo de “metabolismo técnico” de materiais industriais. Componentes do produto podem ser projetados para a recuperação contínua e reutilização como nutrientes biológicos e técnicos dentro desses metabolismos. O *framework Cradle to Cradle* inclui entradas de energia e de água.

## Economia Circular – escolas de pensamento

- Cradle to cradle

- Elimina o conceito de resíduo. "Resíduo é igual a alimento." Projeta produtos e materiais com ciclos de vida que são seguros para a saúde humana e para o meio ambiente e que podem ser reutilizados constantemente por meio de metabolismos biológicos e técnicos. Criar e participar de sistemas de coleta e recuperar o valor desses materiais seguindo seu uso.
- Energia com fontes renováveis. "Usa a atual incidência de energia solar". Maximizar o uso de energias renováveis.
- "Celebra a diversidade". Gerencia o uso da água para maximizar a qualidade, promover ecossistemas saudáveis, e respeita os impactos locais. Guia operações e relações com os *stakeholders* utilizando responsabilidade social.

## Ecologia Industrial

“Ecologia industrial é o estudo dos fluxos de materiais e energia nos sistemas industriais”. Concentrando-se em conexões entre operadores e processos, a abordagem “ecossistema industrial”, essa abordagem visa à criação de sistemas fechados nos quais os resíduos servem como insumo para a produção de um subproduto indesejável. A Ecologia Industrial oferece uma visão sistêmica, projetando processos de produção que respeitam as restrições ecológicas locais, enquanto outros processos são projetados desde o início, e procura moldá-los para serem o mais semelhantes possível dos sistemas vivos.

Está também referido como a “ciência da sustentabilidade”, disciplina interdisciplinar, e seus princípios podem ser também aplicados a outros setores de serviços. Com ênfase na restauração do capital natural, a Ecologia Industrial foca também no bem estar social. Leia o artigo dos professores Clift e Allwood sobre ecologia industrial [aqui](#)

Vamos ter uma aula só para falar de ecologia industrial

# Economia Circular

- Blue economia
- O que é?

# Economia Circular

- Blue economia
- As soluções para os desafios da humanidade estão nos sistemas naturais

- Vejam depois:
- <http://mudatudo.com.br/estilo-de-vida/porque-trocar-a-economia-verde-pela-economia-azul/>

Conceito criado por **Gunter Pauli** economista belga, a economia azul é inspirada nos **princípios da natureza.**

## Economia Azul

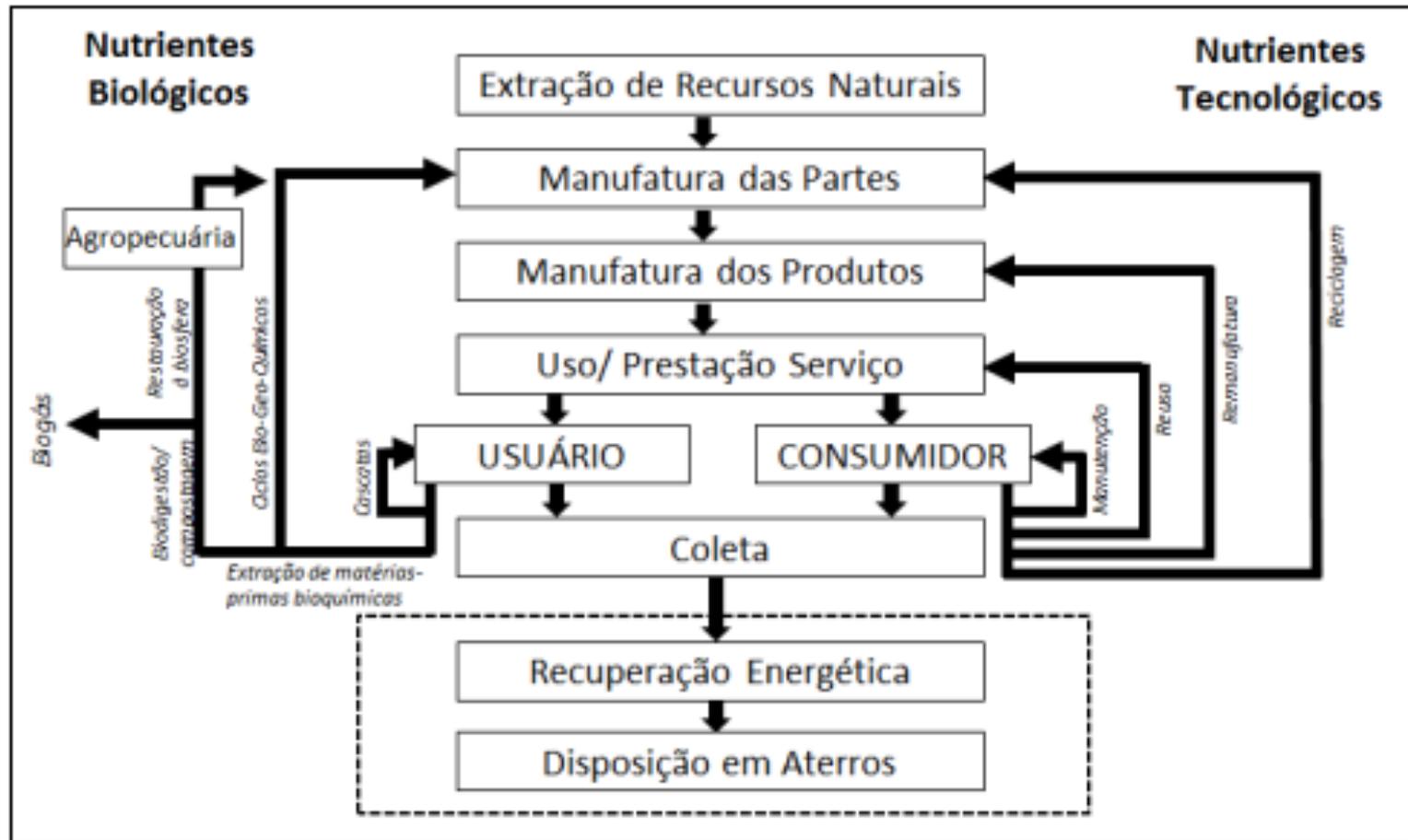
« A natureza é cheia de **criatividade**, de **adaptabilidade** e de **abundância.** »

## Blue Economy

Iniciado pelo ex CEO da Ecover e empresário belga Gunter Pauli, a Blue Economy é um movimento *open source*, que reúne estudos de casos concretos, inicialmente compilados em um relatório homônimo e entregue ao Clube de Roma. Como afirma o manifesto oficial, “usando os recursos disponíveis em sistemas em cascataeamento (...) os resíduos de um produto se tornam insumos para criar um novo fluxo de caixa”. Baseado em 21 princípios base, a Blue Economy insiste em soluções determinadas por seu ambiente local e suas características físicas/ecológicas, colocando a ênfase na gravidade como a fonte primária de energia.

O relatório, que se desdobra como o manifesto do movimento, descreve “100 inovações que podem criar 100 milhões de empregos nos próximos 10 anos”, e oferece muitos exemplos de projetos de sucesso de cooperação “Sul-Sul” – uma outra característica original desta abordagem que tem a intenção de promover seu foco prático.

# Economia circular



# Economia circular

FIGURA 1: DEFINIÇÕES DA ECONOMIA CIRCULAR

## PRINCÍPIO 1

# 1

Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis

Renováveis    Materiais finitos

Regenerar      Substituir materiais      Virtualizar      Restaurar

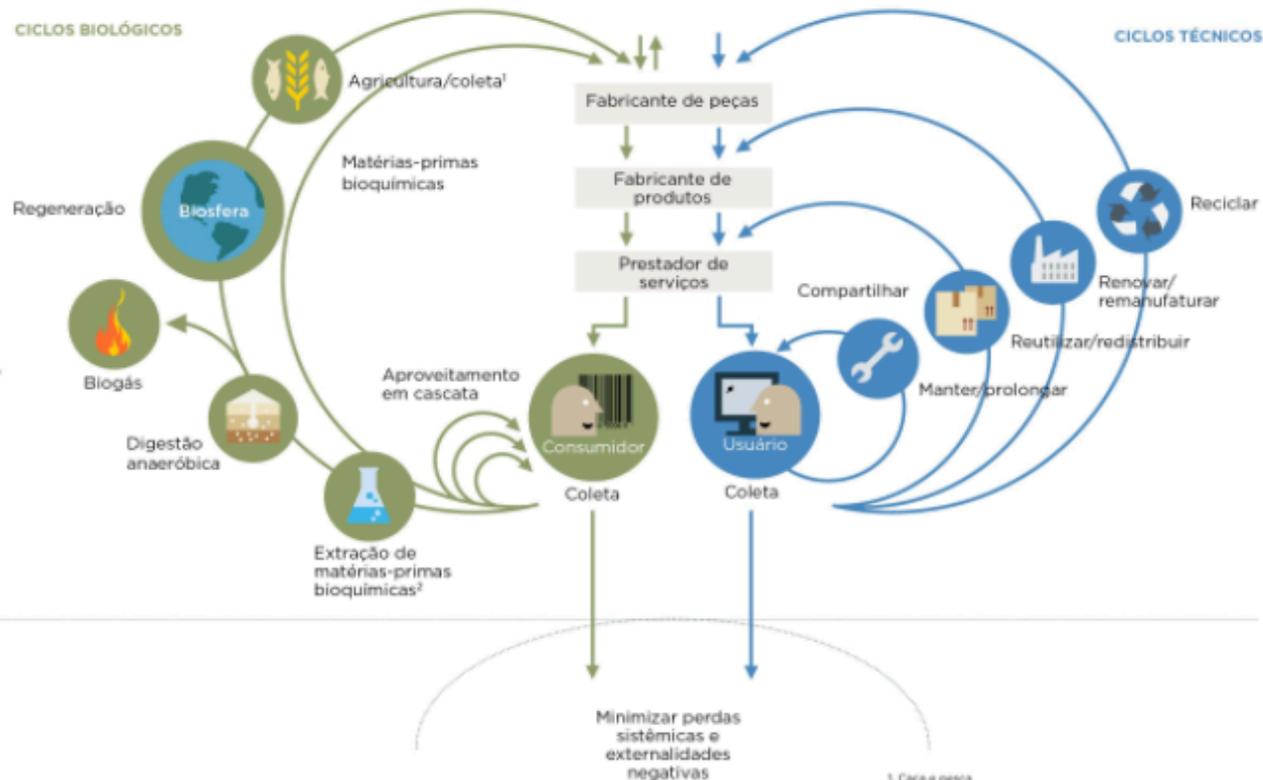
Gestão do fluxo de renováveis

Gestão de estoques

## PRINCÍPIO 2

# 2

Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.



## PRINCÍPIO 3

# 3

Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o nascimento.

1. Caca e pesca  
2. Pode aproveitar tanto resíduos pós-colheita como pós-consumo insuano

# 3 princípios da economia circular

## **Princípio 1: Preservar e aumentar o capital natural**

**... controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.**

## **Princípio 2: Otimizar a produção de recursos**

**... fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.**

## **Princípio 3: Fomentar a eficácia do sistema**

**... revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos.**

Renováveis    Materiais finitos

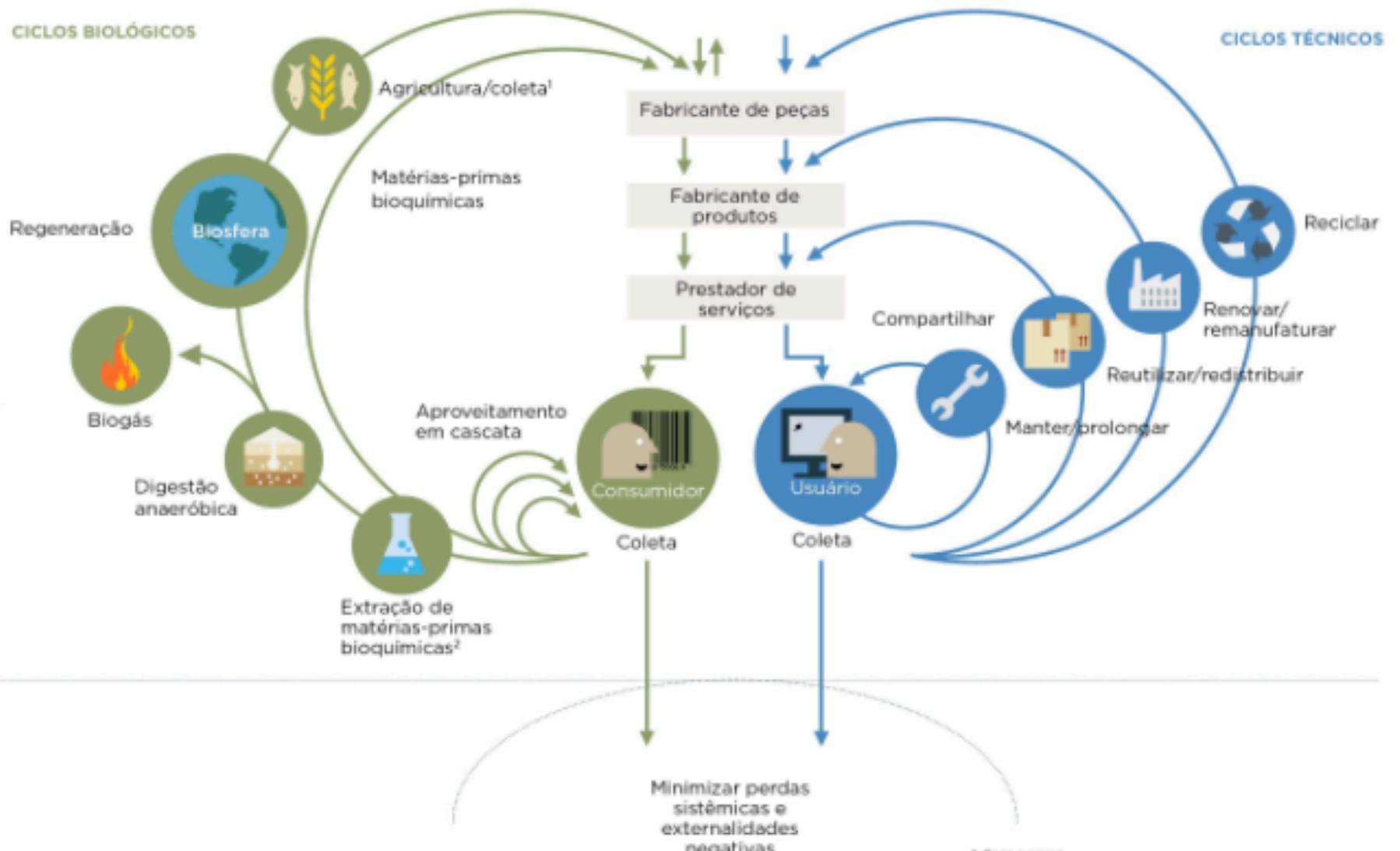
Regenerar    Substituir materiais    Virtualizar    Restaurar

Gestão do fluxo de renováveis

Gestão de estoques

CICLOS BIOLÓGICOS

CICLOS TÉCNICOS



# Exercício

- Analisando os conceitos vistos em sala de aula na cadeia produtiva da Indústria Malwee
- Antes leiam sobre pesquisa de Stanford e sustentabilidade nas cadeias produtivas