

**PHA 3513**  
**Sustentabilidade**  
**no setor produtivo**  
**Aula 1**

**Professora: Amarilis Lucia  
Casteli Figueiredo Gallardo**

**PHA**  
**1º semestre 2020**

---

# Sorteio dos grupos para apresentação dos artigos

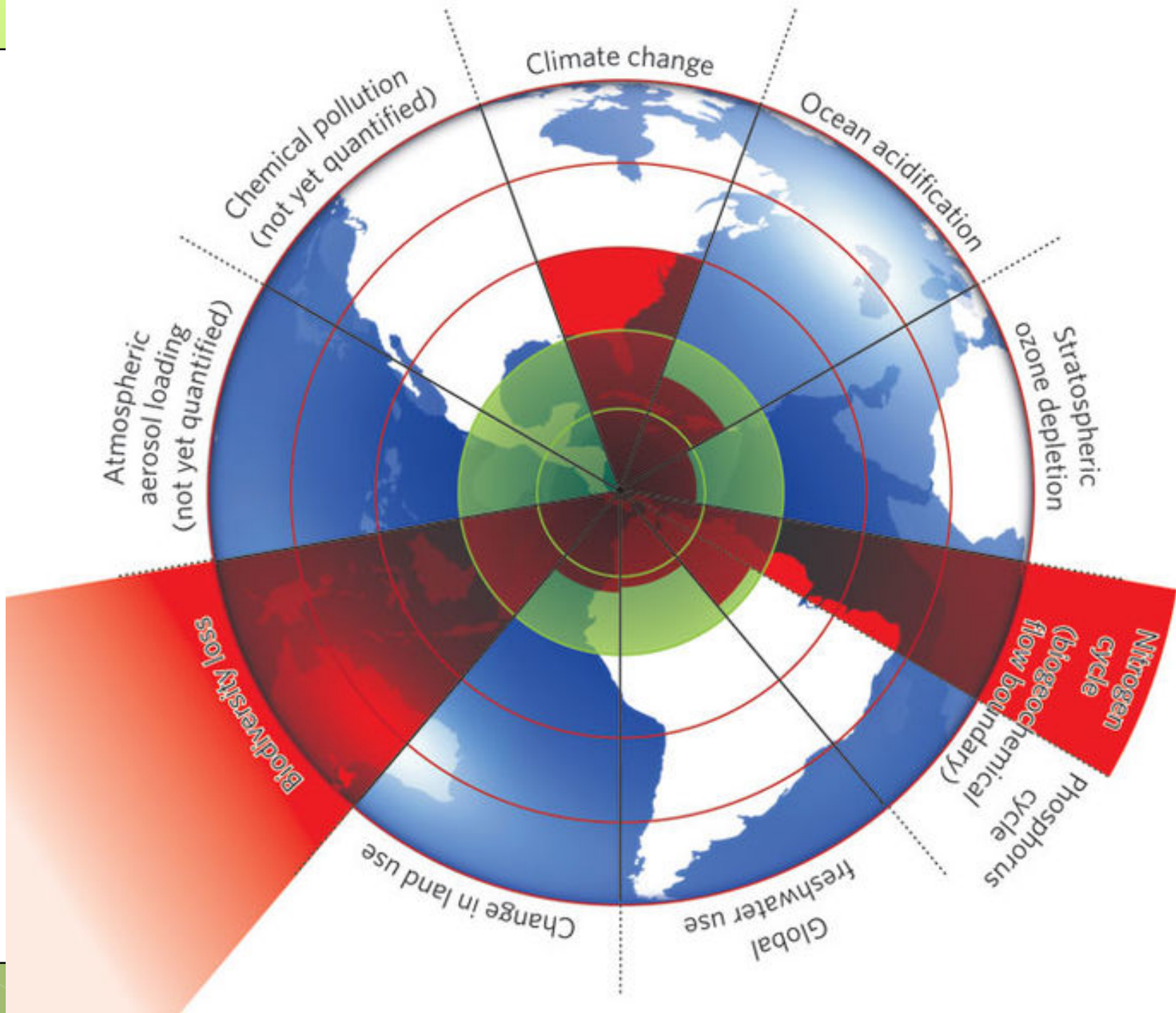
- 8 artigos
- Grupos de 2 a 3 alunos
- Sequência no calendário das aulas
- Os artigos estarão disponíveis no moodle na aula correspondente

# Como está o nosso planeta?

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

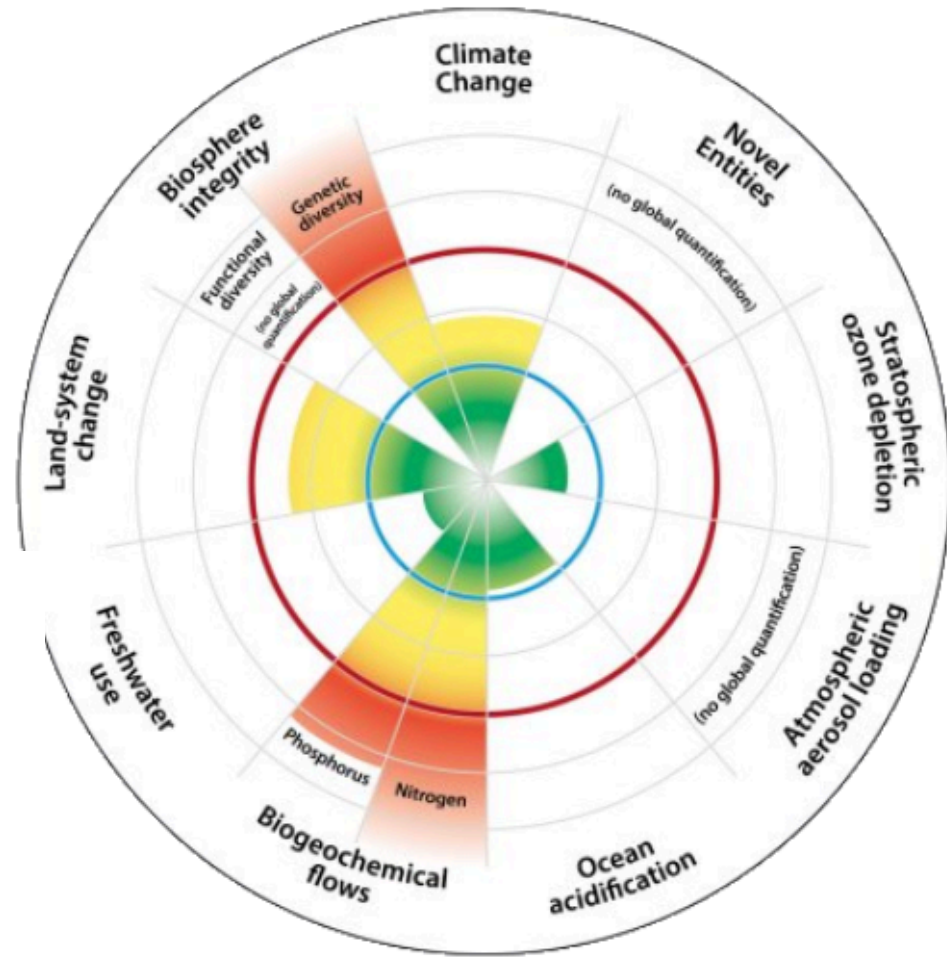
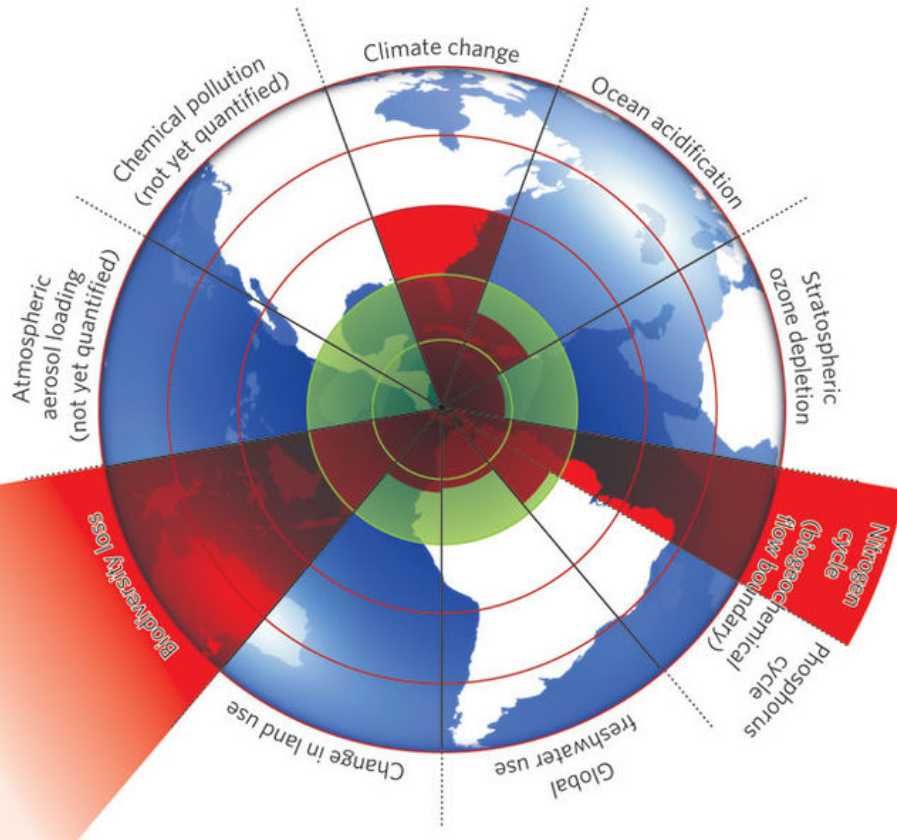
# Vamos ver o video:

- [https://www.ted.com/talks/johan\\_rockstrom\\_let\\_the\\_environment\\_guide\\_our\\_development?language=pt-br&utm\\_campaign=tedspread&utm\\_medium=referral&utm\\_source=tedcomshare#t-79833](https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development?language=pt-br&utm_campaign=tedspread&utm_medium=referral&utm_source=tedcomshare#t-79833)





2009



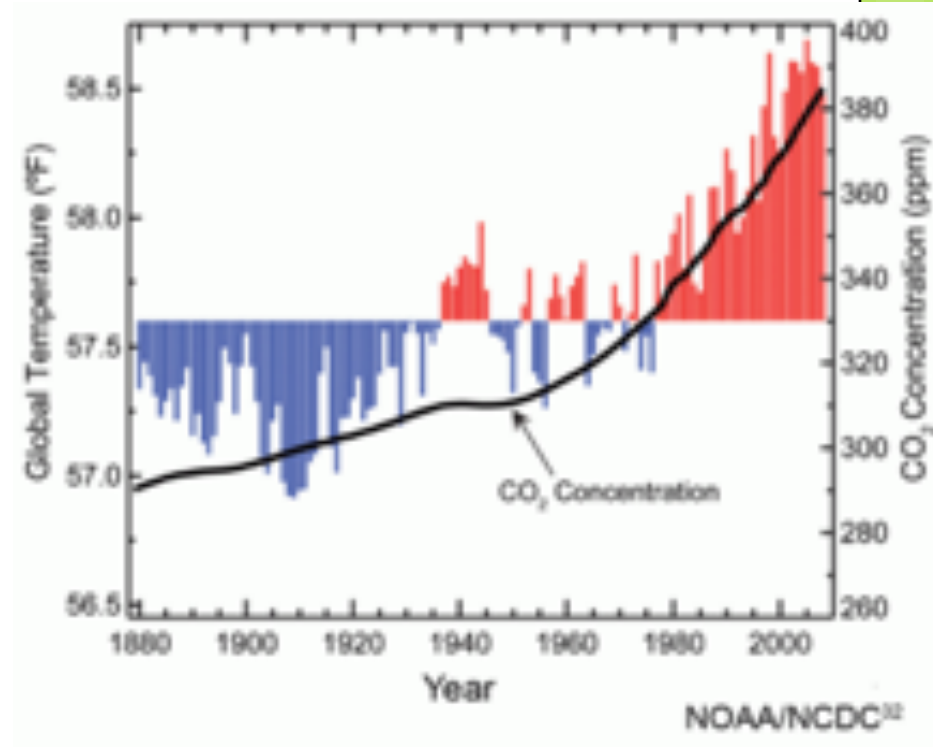
2105

**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><br><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?

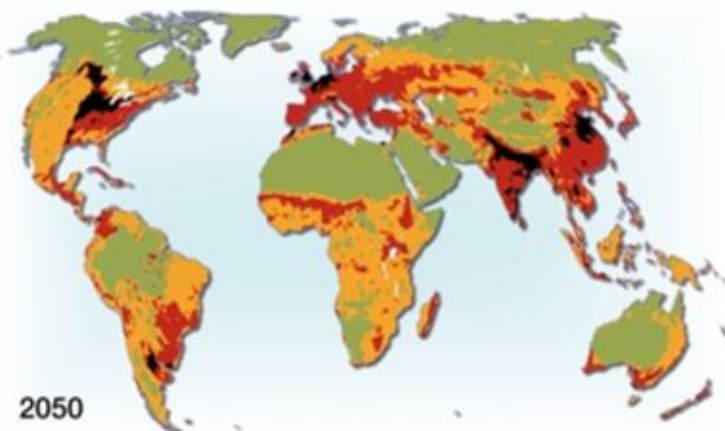
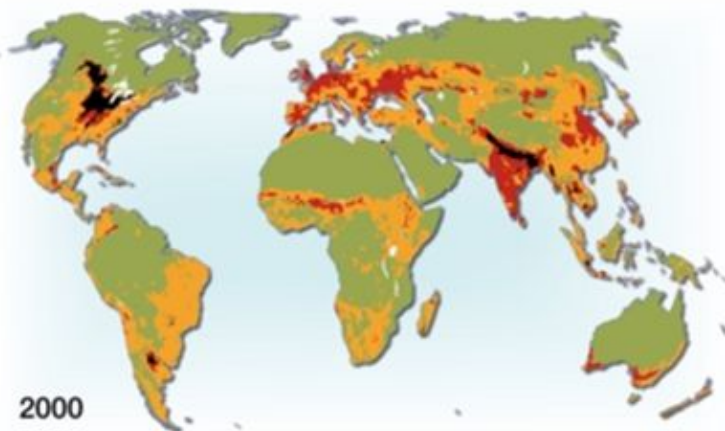
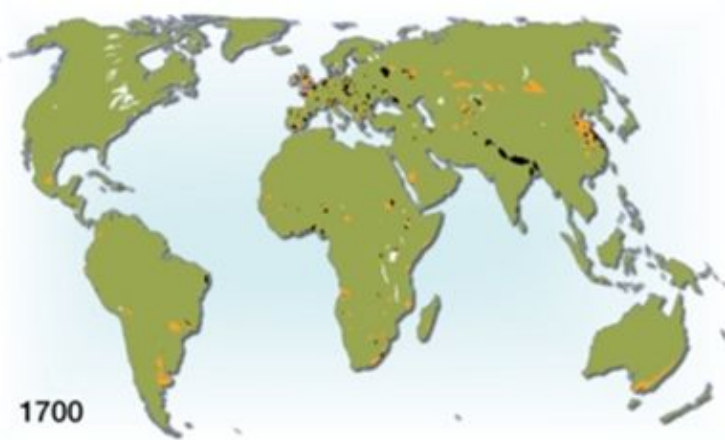


A safe operating spacing for humanity

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-infrastructure>

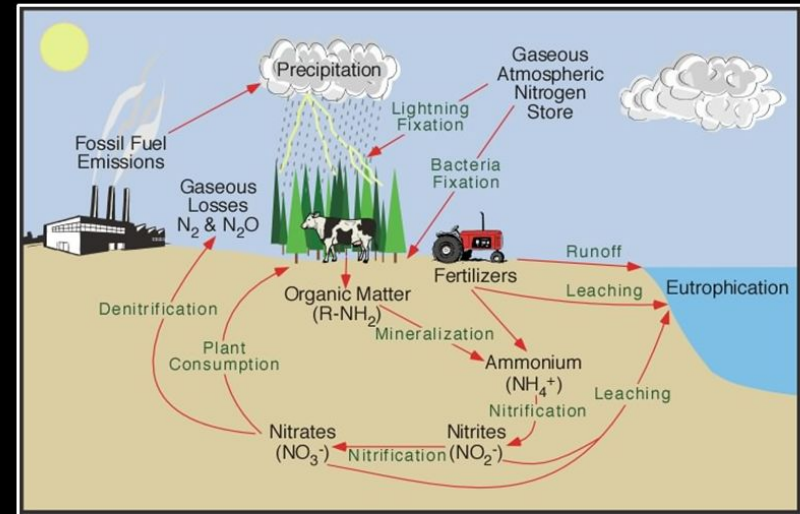
A safe operating spacing for humanity

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



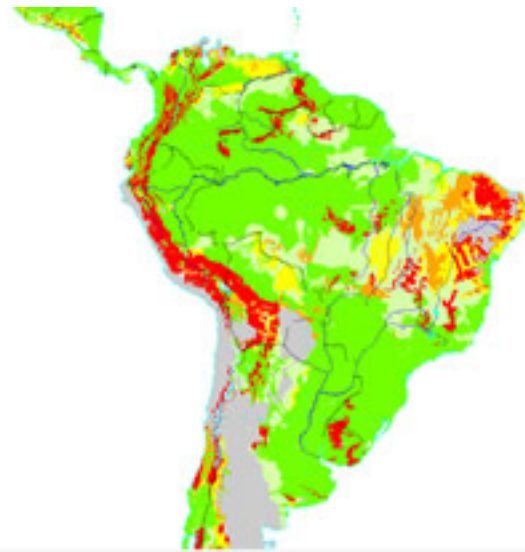
## A safe operating spacing for humanity Rockström et al. (2009)

- 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

Rockström et al. (2009)



## 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)

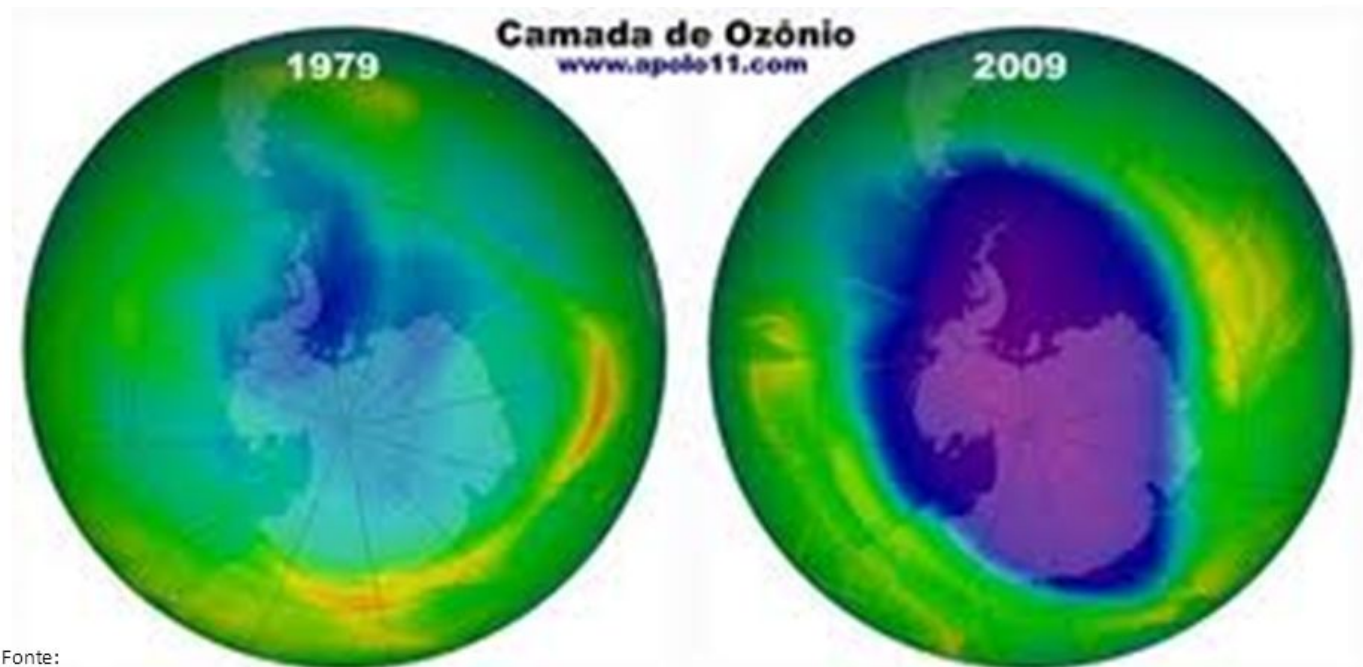
- Água potável





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)

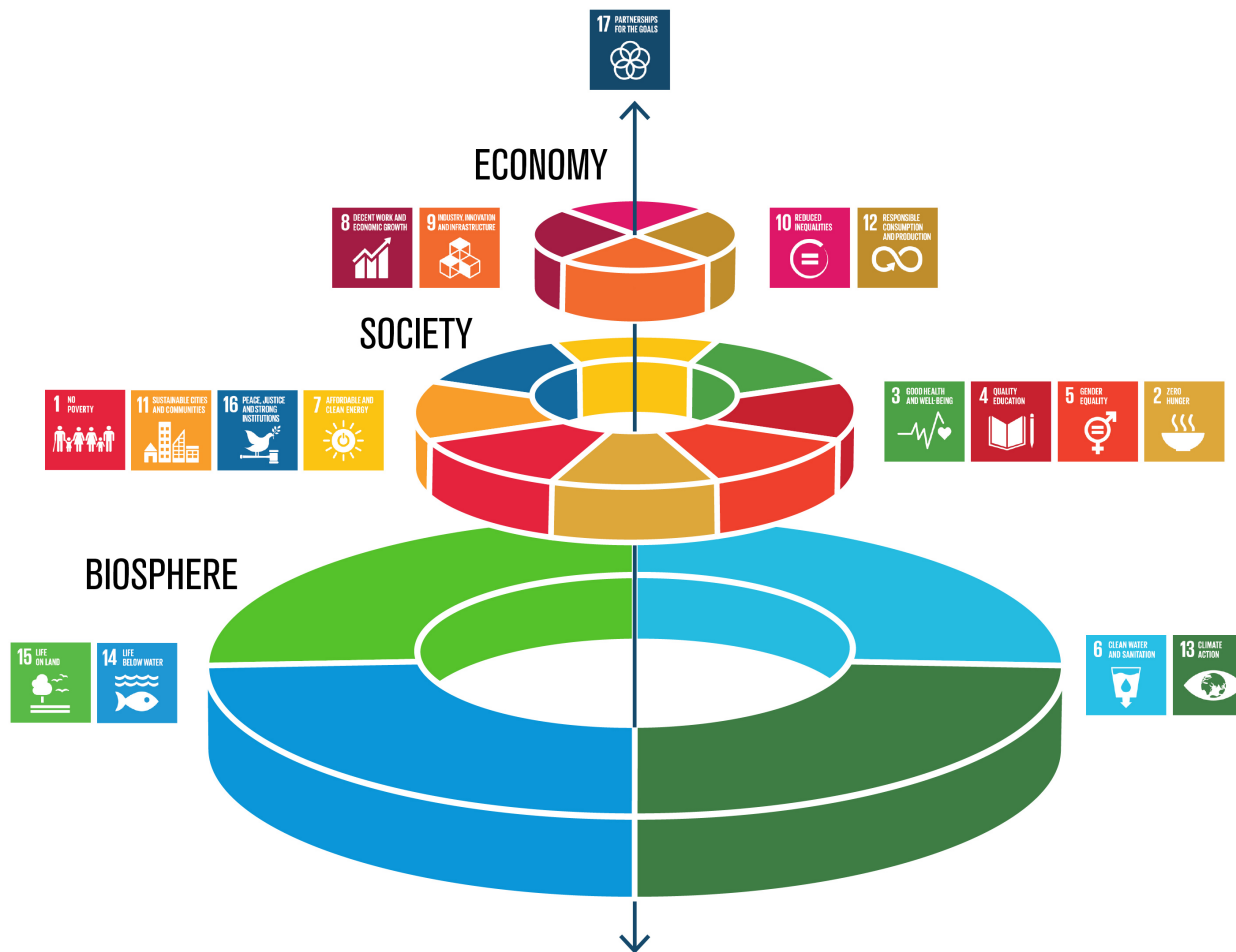
- Emissões atmosféricas
- as partículas de aerossol resultam em aproximadamente 800 mil mortes por problemas de saúde.

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

- Poluentes químicos



Para saber mais: <https://www.stockholmresilience.org/>



# Atividade em grupo (15 a 20 minutos)

- Destaquem cadeias produtivas que afetam cada um dos limites planetários.



Antecedentes....

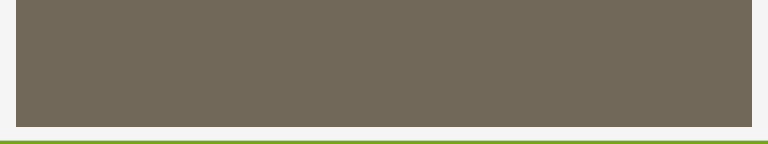


Por que chegamos nessa  
situação?

# 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

# 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...

 The picture can't be displayed.

# Economia Circular

- O que é economia circular?
- <https://www.youtube.com/watch?v=eVKpgLIAsmo>
- [https://www.youtube.com/channel/UCQAC2otE5\\_agzHZPnk3mE5w](https://www.youtube.com/channel/UCQAC2otE5_agzHZPnk3mE5w) (Fundação Ellen MacCartur - em inglês)
- <https://www.youtube.com/watch?v=7caAxy3Gkd4&list=PLIzYmagiDo22BoiCc0AGspL46PM3AbrxM>
- Vejam depois: evento 18/09/17 sobre Economia Circular – IEA da USP
- <https://www.youtube.com/watch?v=apuLoBAuwX4>

# Economia Circular

- 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

- o 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 Circular – escolas de pensamento

## 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:

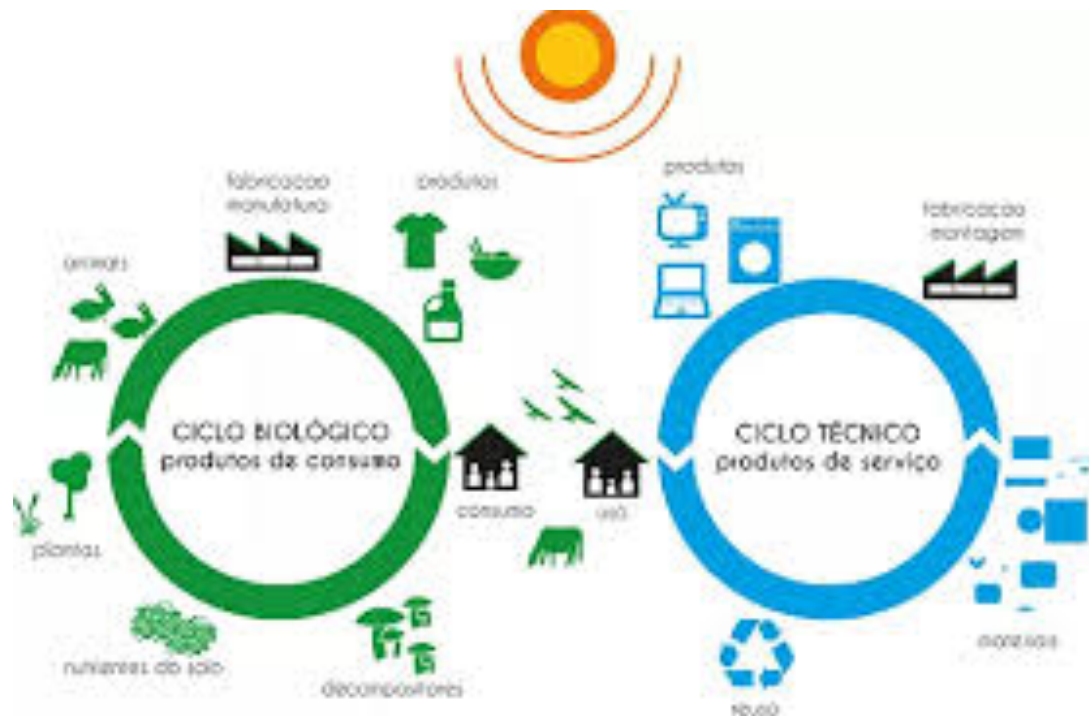
- **Natureza como modelo:** estudar modelos da natureza e simular essas formas, processos, sistemas e estratégias para solucionar os problemas humanos.
- **Natureza como medida:** usar um padrão ecológico para julgar a sustentabilidade das nossas inovações.
- **Natureza como mentora:** ver e valorar 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.



# Economia Circular

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

Vamos retomar na próxima aula



## 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 consideram as restrições ecológicas locais, enquanto outros processos são projetados desde o início, e procura moldá-los para que se aproximem o máximo 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://mudatud.o.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.**»



# Economia azul

O conceito da Economia Azul é baseado na ideia de que as soluções para os desafios da humanidade estão nos sistemas naturais.

## 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.

# Atividades

# Leiam e discutam:

- Circular economy
- A new relationship with our goods and materials would save resources and energy and create local jobs, explains **Walter R. Stahel**.
- 24 MARCH 2016 | VOL 531 | NATURE | 435

Atividade:



# UMA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL:

**Uma abordagem exploratória inicial**

Produto da inteligência  
coletiva dos membros da  
rede *CE100 Brasil*

Janeiro de 2017

# Atividade:

Dividam-se em 3 grupos:

- Agricultura
- Edifícios e construção
- Equipamento eletroeletrônicos

Destaquem as principais oportunidades de economia circular nesses setores

## ÍNDICE:

SUMÁRIO EXECUTIVO

OPORTUNIDADES PARA O BRASIL: EXPLORANDO TRÊS SETORES

AGRICULTURA E ATIVOS DA BIODIVERSIDADE

SETOR DE EDIFÍCIOS E CONSTRUÇÃO

EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS

UM CHAMADO PARA PESQUISAS FUTURAS



## UMA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL:

Uma abordagem exploratória inicial

Produto da inteligência coletiva dos membros da rede *CE100 Brasil*

Janeiro de 2017