



PHA 3203

Engenharia Civil e  
Meio Ambiente

AULA 2

ECOSSISTEMAS, SERVIÇOS  
ECOSSISTÊMICOS E A  
IMPORTÂNCIA DOS CICLOS  
BIOGEOQUÍMICOS



Vamos terminar o  
conteúdo final da  
aula passada....



Em relação aos resíduos vamos ver dois conceitos importantes associados aos problemas ambientais, são dois conceitos de uso corrente e que muitas vezes são empregados de forma errada!

# Conceitos sobre Poluição

- ▶ Poluição: qualquer alteração física, química e biológica do meio ambiente decorrente do lançamento de poluentes
- ▶ Poluentes → resíduos lançados no meio ambiente (água, terra e ar)
- ▶ Fontes de Poluição:
  - ▶ Pontual (Local);
  - ▶ Difusa (Dispersa).
- ▶ A poluição também pode ser classificada quanto aos seus efeitos:
  - ▶ Efeitos locais ou regionais;
  - ▶ Efeitos globais.



Qualquer agente que lançado no ambiente altera suas características naturais, físicas, químicas e biológicas causando danos ou prejuízos é um **poluente** e, conseqüentemente, produz **poluição**.

Poluentes de matéria (líquido, sólido ou gasoso) e de energia (calor)



Qual a diferença  
entre um meio  
poluído e um meio  
contaminado?



Qual a diferença  
entre um meio  
poluído e um meio  
contaminado?

**CONTAMINAÇÃO: QUANDO A POLUIÇÃO CAUSA RISCOS À SAÚDE HUMANA!!!**

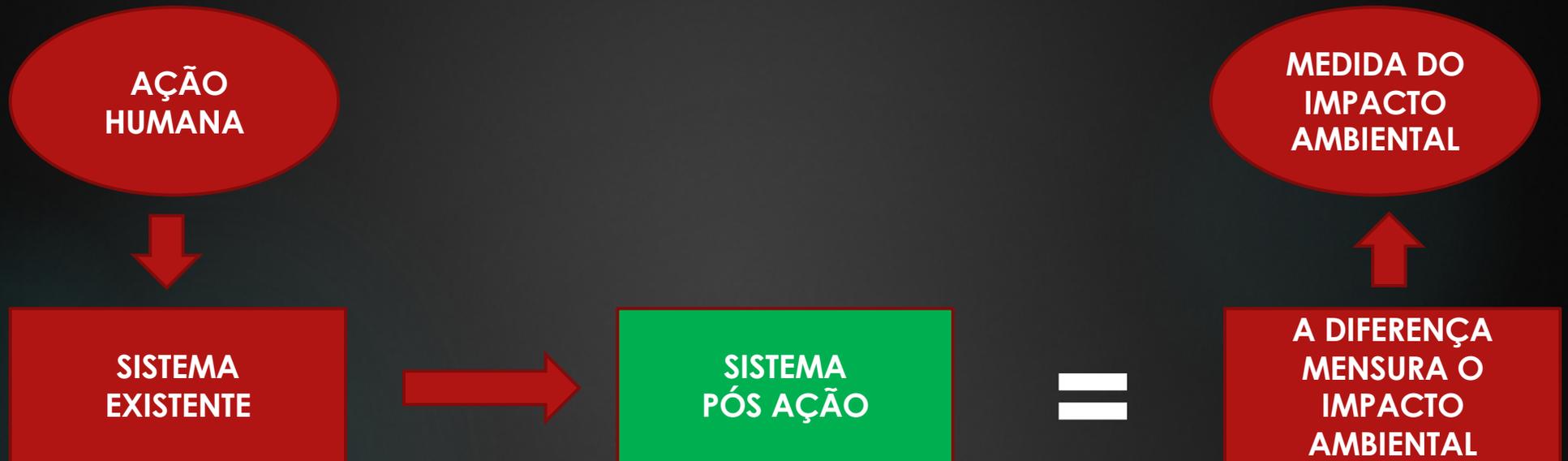


Agora: O que é  
**Impacto  
Ambiental ?**



***Impacto Ambiental*** é qualquer **alteração** produzida no meio ambiente por ação humana (obras). Aqui entende-se meio ambiente integrado por todos os seus componentes: bióticos e não bióticos, ou seja, os ecossistemas. As alterações são de ordem econômica, social e ambiental (físico, químico e biológico).

# A alteração produzida é o Impacto Ambiental



PORTANTO, IMPACTO AMBIENTAL É UMA MEDIDA RELATIVA, MENSURADO PELA DIFERENÇA ENTRE O SISTEMA EXISTENTE E O SISTEMA PÓS AÇÃO. ESSE CONCEITO É FUNDAMENTAL PARA ENTENDER OS BENEFÍCIOS E OS PREJUÍZOS CAUSADOS PELA AÇÃO HUMANA.



Percebam que os conceitos de poluição e de impacto ambiental, são diferentes.

Eles não podem ser empregados como sinônimos.

Um dos principais impactos ambientais negativos produzidos pelo Homem é a poluição.



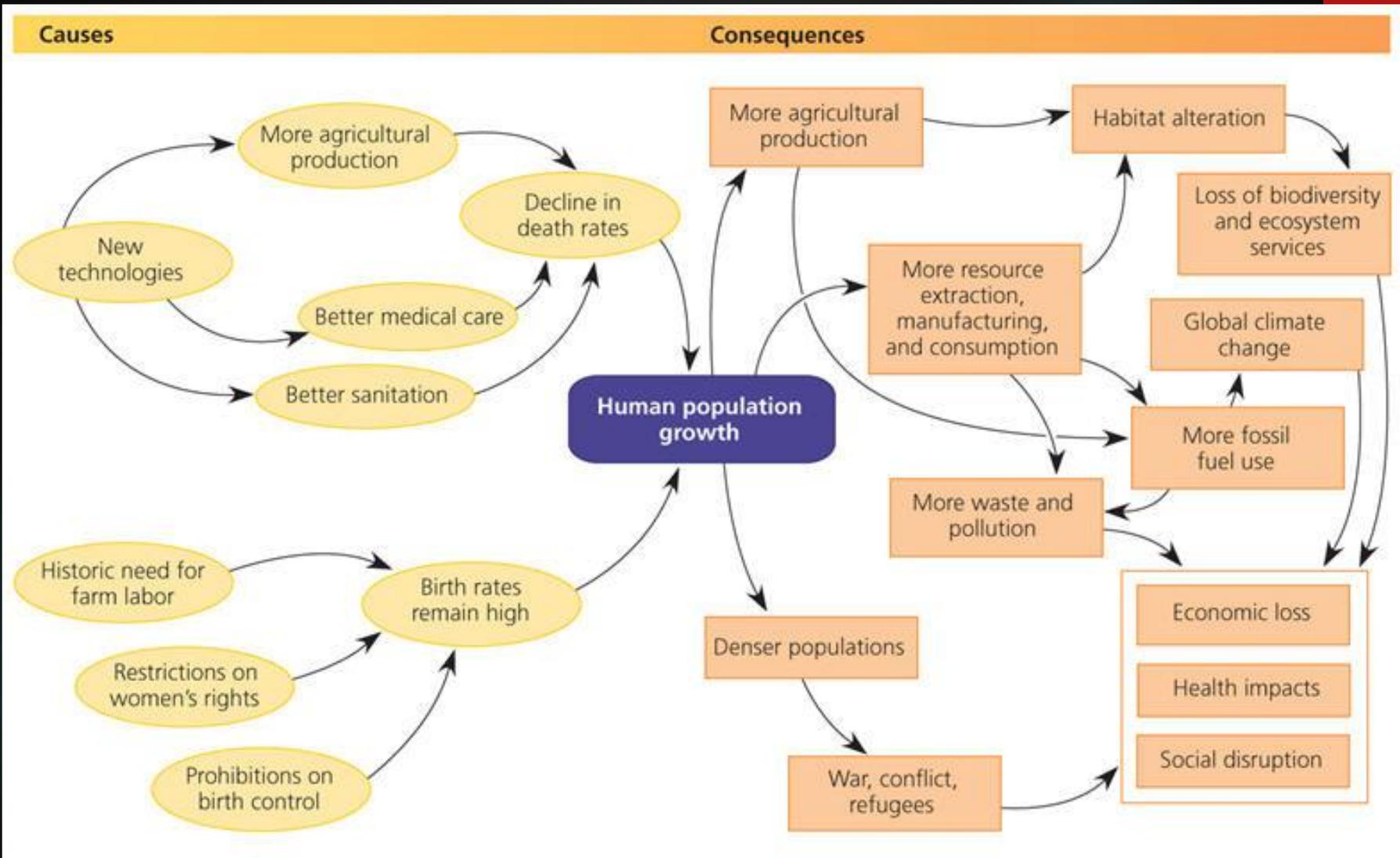
A Engenharia Civil trabalha muito de perto com os impactos ambientais e, em particular, com a poluição. Vamos ver ao longo do curso formas de classificá-los, quantificá-los, etc.



Enfim, vamos  
sumarizar a aula  
passada



Relacionando os três fatores  
população,  
demanda e  
resíduos,  
a figura a seguir procura  
sintetizar os diversos  
processos que decorrem  
dessas relações

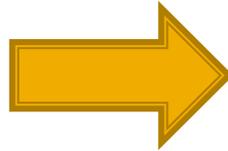




# Ecossistemas e suas propriedades

# Ecossistemas

ECOSSISTEMA:  
oikos (οἶκος): casa  
systema  
(σύστημα): sistema



SISTEMA ONDE SE VIVE

Energia



Sistema  
Relações Funcionais  
**Fatores Abióticos (biótopo) e**  
**Bióticos (biocenose):**  
**ECOSSISTEMAS**



Calor

# Biomass

- Temperatura
- Umidade/Precipitação
- Latitude

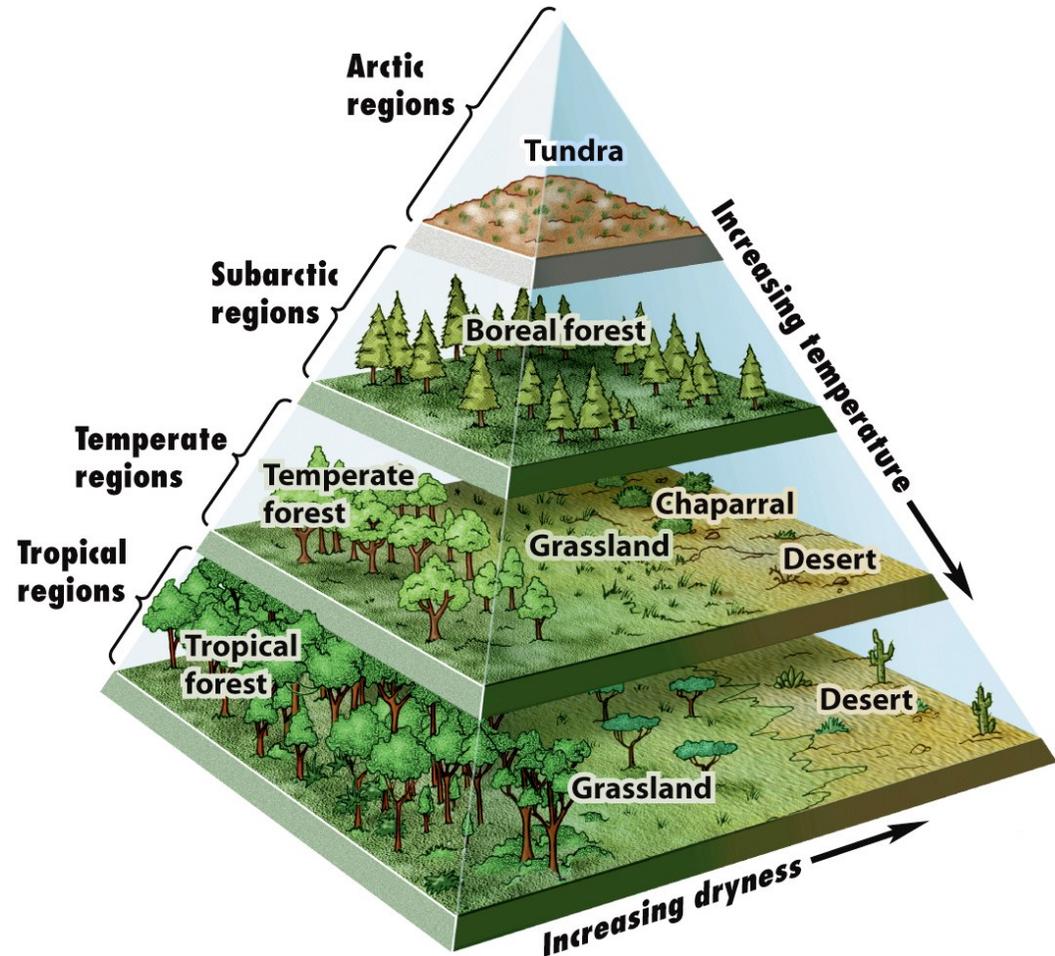
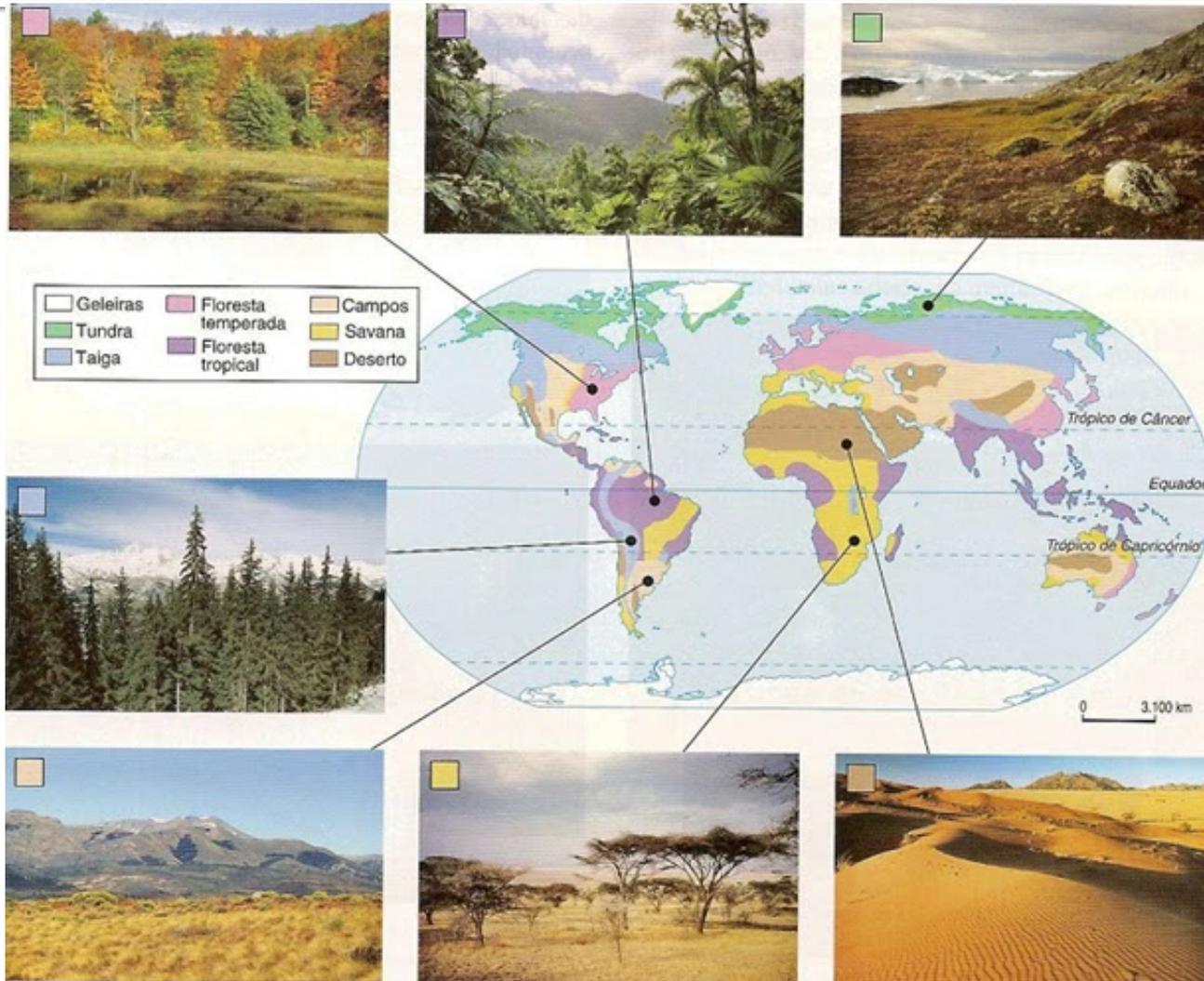
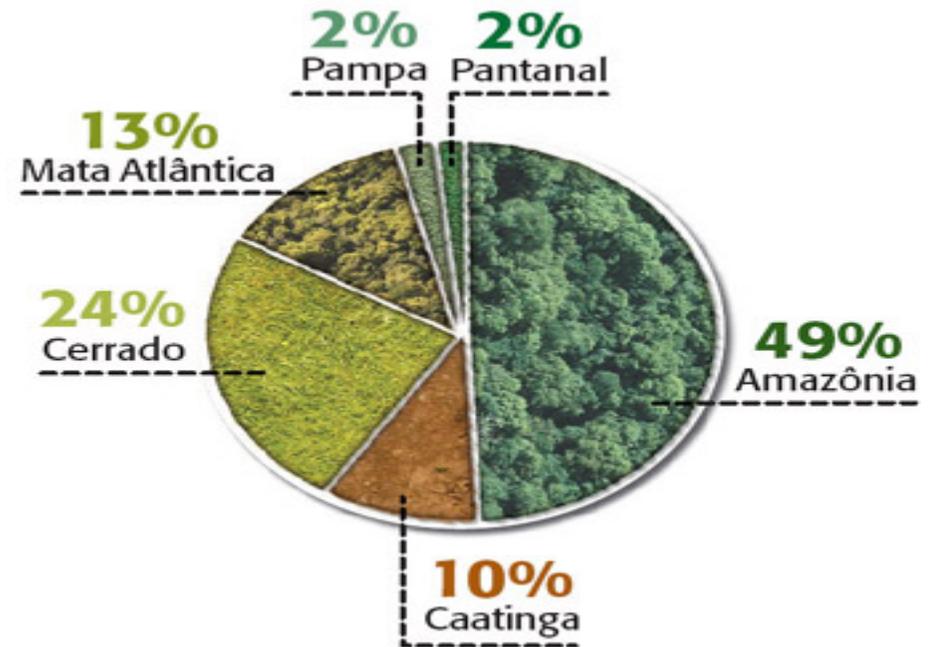


Figure 33-10 Discover Biology 3/e  
© 2006 W. W. Norton & Company, Inc.

# Biomas

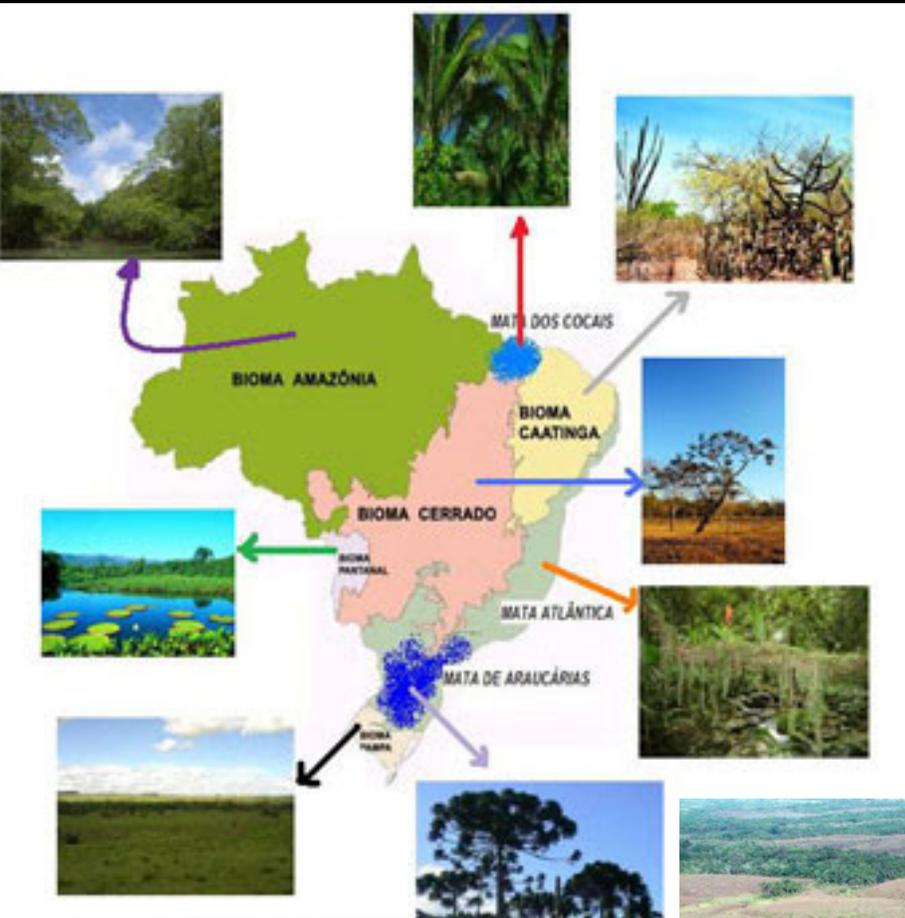


# Biomas Brasileiros



Fonte: Embrapa-AGE/MAPA

# Grandes obras e Biomas brasileiros

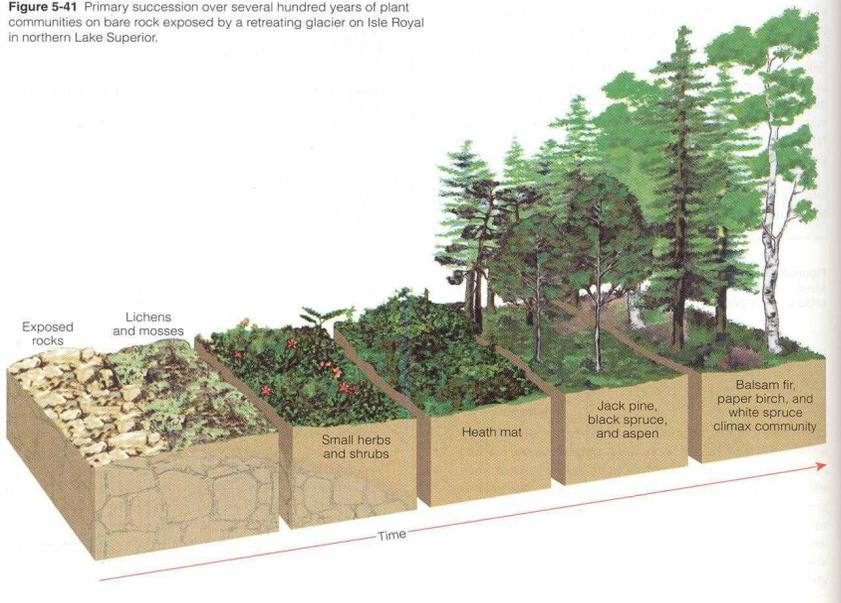


# Propriedades dos Ecossistemas

- **idade (maduro ou imaturo)** – sucessão ecológica
- **teia alimentar (diversidade)** - cadeias
- **eficácia no uso da energia (produtividade)** –  
caloria por m<sup>2</sup>
- **contaminação** (amplificação biológica)
- **serviços ecossistêmicos:** benefícios para a sociedade
- **ciclos biogeoquímicos:** identificar os problemas

# Propriedades dos Ecossistemas

**Figure 5-41** Primary succession over several hundred years of plant communities on bare rock exposed by a retreating glacier on Isle Royal in northern Lake Superior.

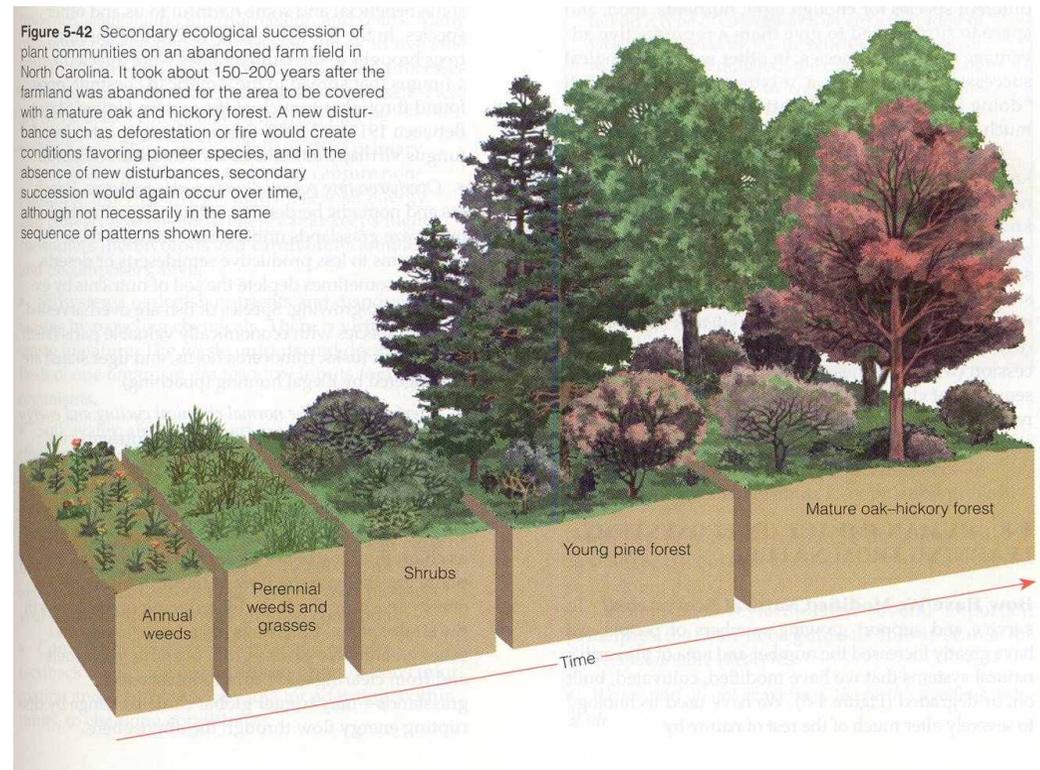


- Como a engenharia civil interfere na sucessão ecológica?

Como essa interferência pode ser reduzida?

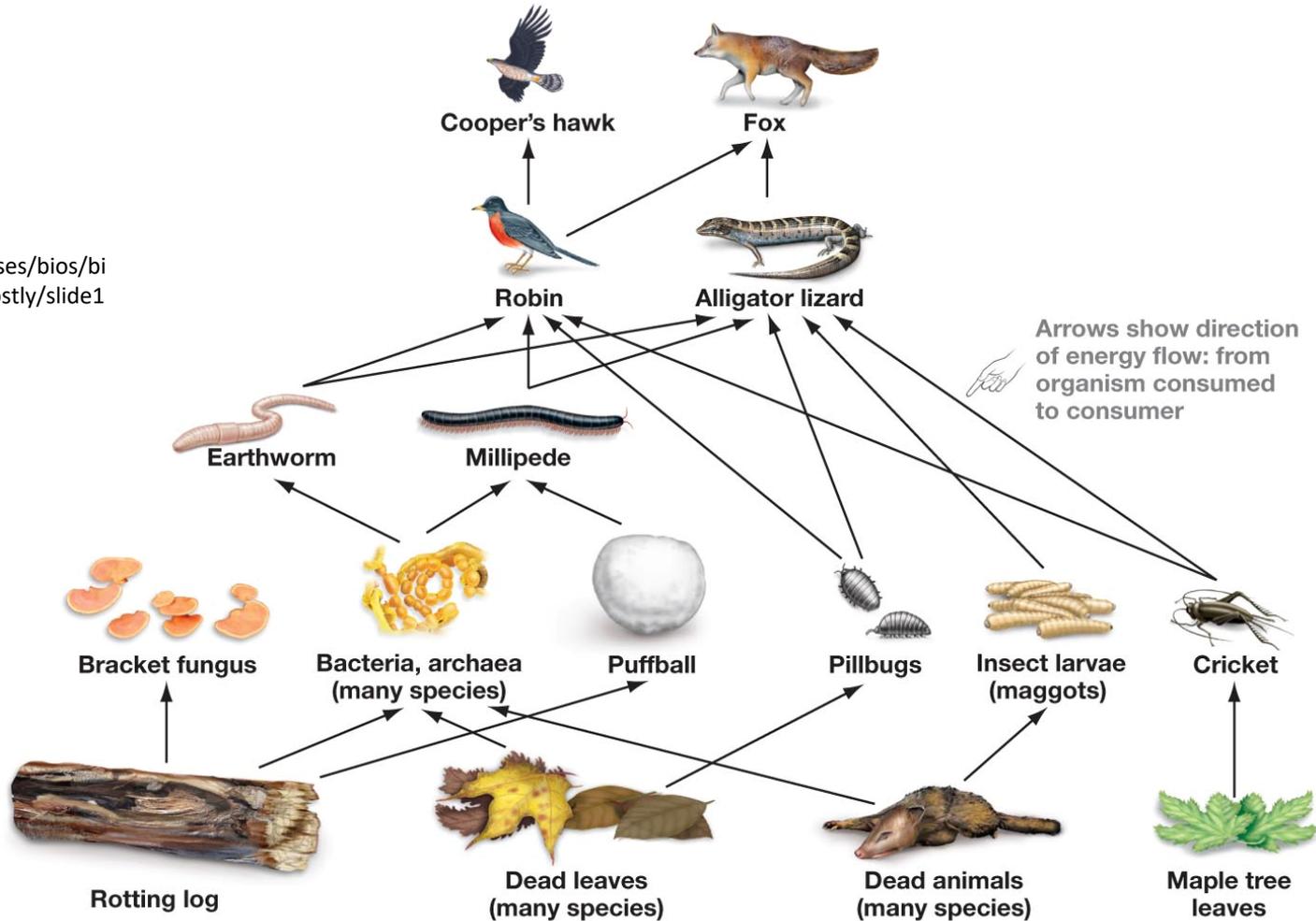
## IDADE

**Figure 5-42** Secondary ecological succession of plant communities on an abandoned farm field in North Carolina. It took about 150–200 years after the farmland was abandoned for the area to be covered with a mature oak and hickory forest. A new disturbance such as deforestation or fire would create conditions favoring pioneer species, and in the absence of new disturbances, secondary succession would again occur over time, although not necessarily in the same sequence of patterns shown here.

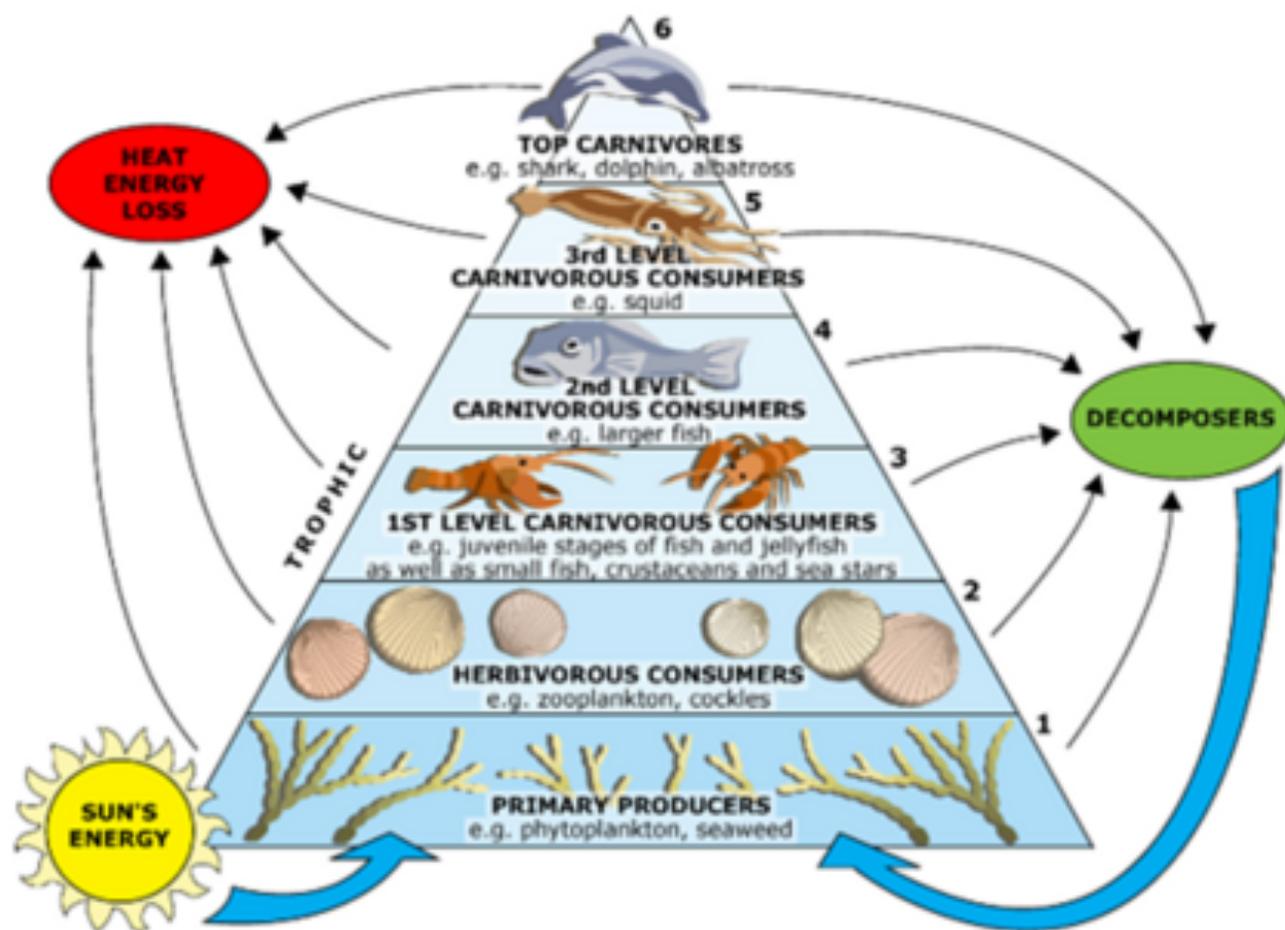


# Teia alimentar

[http://www.uic.edu/classes/bios/bios101/x311\\_files/textmostly/slide19.html](http://www.uic.edu/classes/bios/bios101/x311_files/textmostly/slide19.html)

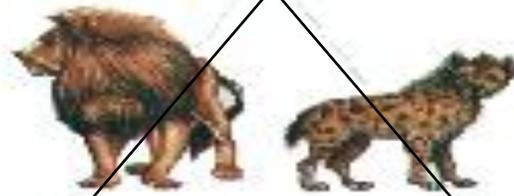


# Teia alimentar



# Teia alimentar – Lei dos 10%

**Consumidores Terciários  
(1 Kcal)**



**Consumidores Secundários  
(10 Kcal)**



**Consumidores Primários  
(100 Kcal)**



**Produtores  
(1000 Kcal)**

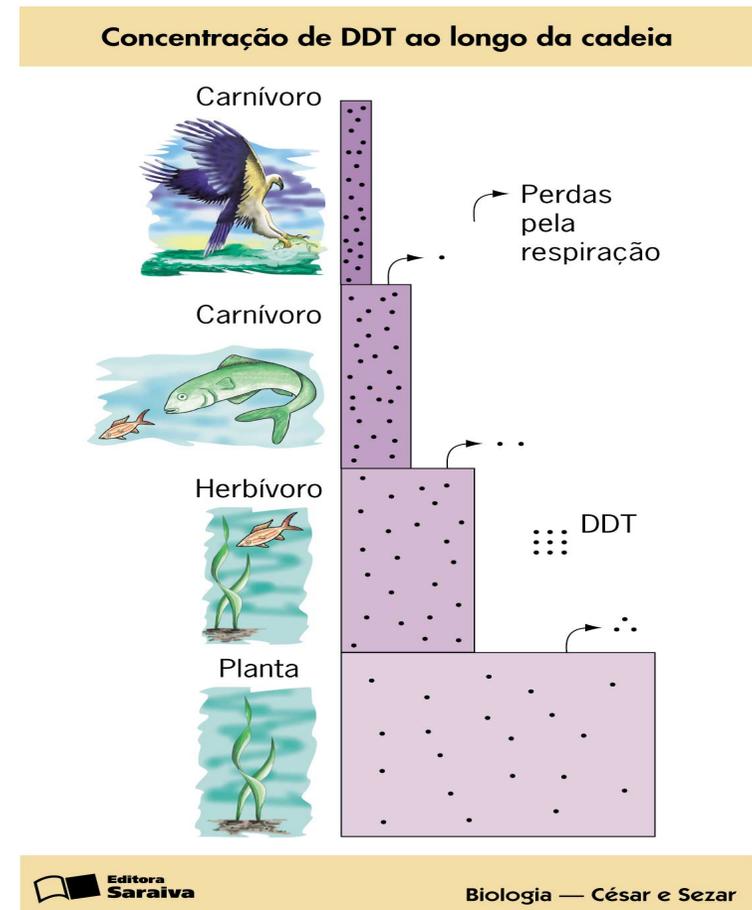
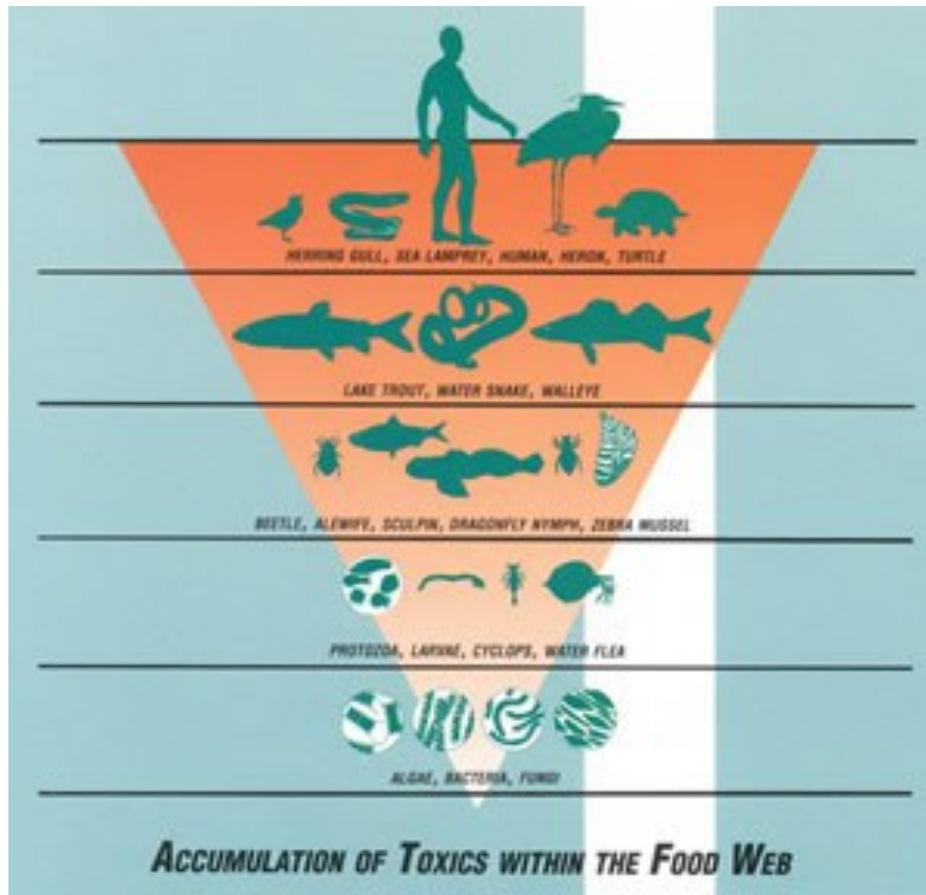


- Os seres vivos incapazes de sintetizar seus alimentos têm à sua disposição uma quantidade total de energia bem inferior à disponível aos seres capazes de tal síntese.

**Exemplo: Para formar 1 kg de atum é preciso 10.000 kg de algas!**

# Propriedade: Amplificação biológica

Acúmulo de toxinas recalcitrantes na cadeia alimentar em decorrência da lei dos 10%



dicloro-difenil-tricloetano

# Amplificação biológica



- Como a engenharia pode evitar o fenômeno da amplificação biológica?



**Desastre de Minamata** (Japão - 1956). Mais de 900 pessoas morreram devido a envenenamento por mercúrio, lançado na Baía de Minamata por uma fábrica de acetaldeído e PVC. Cerca de 2 milhões de pessoas podem ter sido afetadas por comer peixe contaminado (1930-1956).

**De que forma os processos naturais podem ser introduzidos (quantificados) numa análise econômica:**

**Lembrar que a Engenharia tradicionalmente objetiva a eficiência econômica**

**De que forma os processos naturais podem ser introduzidos (quantificados) numa análise econômica (Economia Verde):  
Lembrar que a Engenharia tradicionalmente objetiva a eficiência econômica (B/C)**

**O conceito dos Serviços Ecossistêmicos**

O que são serviços ecossistêmicos?

# Serviços Ecossistêmicos

## Serviços de provisão

São aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens.

- alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel)
- matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos)
- fibras (madeiras, cordas, têxteis)
- fitofármacos
- recursos genéticos e bioquímicos
- plantas ornamentais
- água

## Serviços reguladores

São os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana.

- purificação do ar
- regulação do clima
- purificação e regulação dos ciclos da água
- controle de enchentes e de erosão
- tratamento de resíduos
- controle de pragas e doenças

## Serviços culturais

Estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais

- inspiração para a cultura, arte e para experiências espirituais
- populações rurais e particularmente as tradicionais, como caiçaras, indígenas, quilombolas e caboclos, têm sua cultura, crenças e modo de vida associados aos serviços culturais de ecossistemas nativos

## Serviços de suporte

São os processos naturais necessários para que os outros serviços existam

- ciclagem de nutrientes
- produção primária
- formação de solos
- polinização
- dispersão de sementes

O que a natureza nos fornece em termos de serviços ecossistêmicos?

Alguns exemplos

## 6 Plantas Purificadoras de Ar

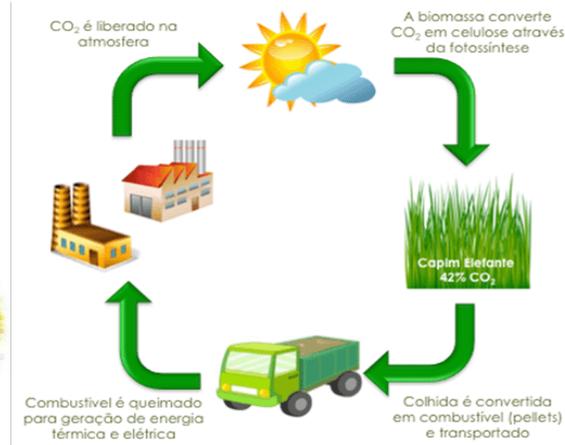


## Purificação de ar

<http://www.painelflorestal.com.br/noticias/pesquisa-desenvolvimento/conheca-as-10-plantas-que-ajudam-a-purificar-o-ar>



<http://info.opersan.com.br/mataciliareaprotecaodasaguas>



## Biomassa para energia

<http://www.rubenspereiagr.com.br/2014/03/energia-limpa-solucao-para-o-maranhao.html>



## fitofármacos

[nepas.com/revistas/estampas-tematica/111203/fitofarmacos-aliados-en-la-salud-infantil](http://nepas.com/revistas/estampas-tematica/111203/fitofarmacos-aliados-en-la-salud-infantil)

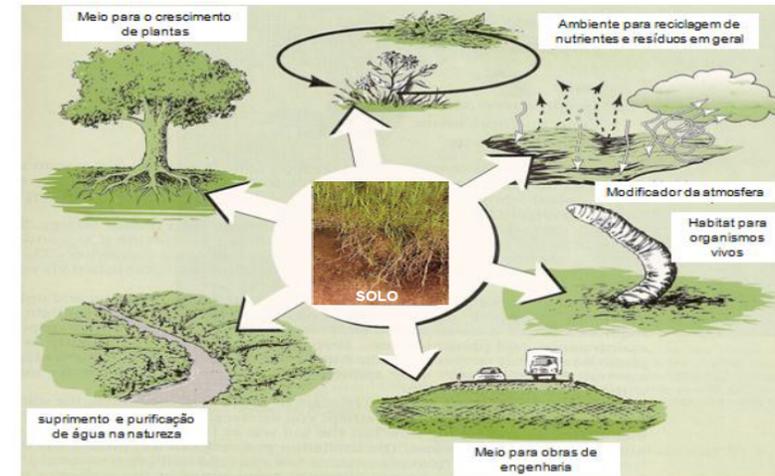
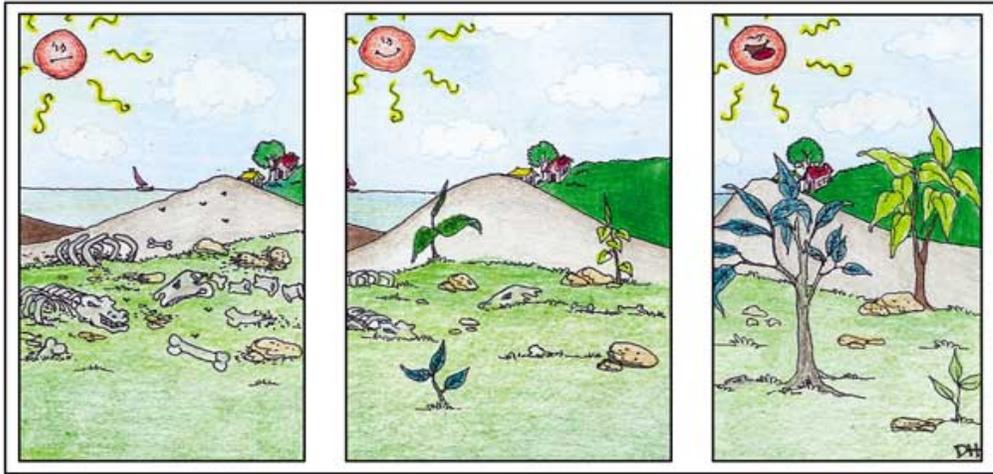


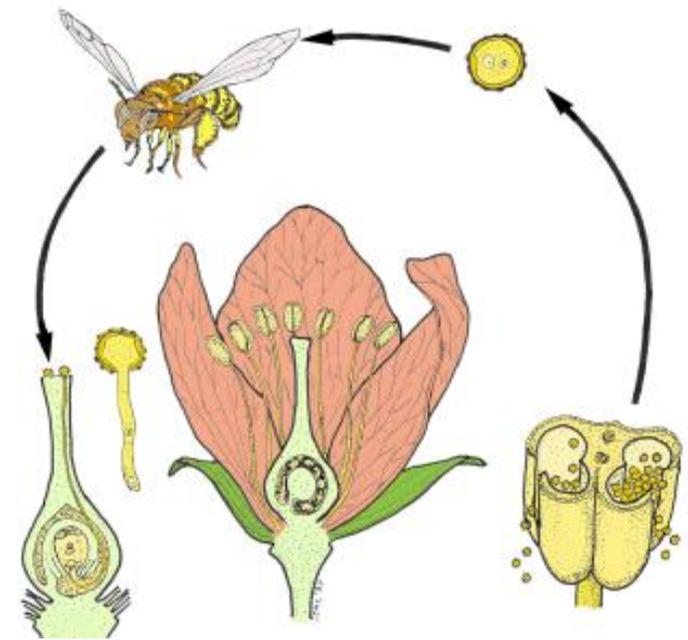
Figura 3 – As muitas funções do solo agrupadas em seis papéis ecológicos vitais (BRADY & WEIL, 2008)

<http://spripira.blogspot.com.br/2014/03/o-sistema-de-producao-agricola-solo.html>



## Ciclagem de nutrientes

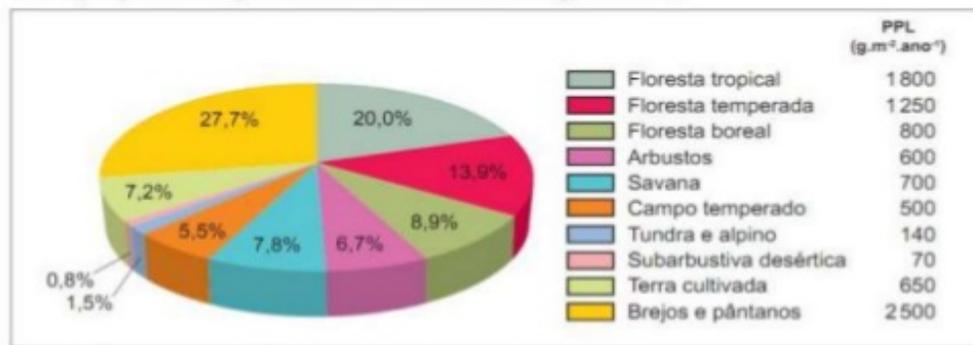
<http://silvana13001.blogspot.com.br/2014/10/o-milagre-da-decomposicao.html>



## PRODUÇÃO PRIMÁRIA LÍQUIDA – PPL

A produção primária tanto pode ser medida pelas trocas gasosas que as plantas realizam quanto pelo seu crescimento (biomassa). A PPL representa a taxa de armazenamento da matéria orgânica nos tecidos.

Produção primária líquida em ambientes terrestres ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$ )\*



\* Produção primária líquida representa a taxa de armazenamento da matéria orgânica nos tecidos.

Elaborado por Raul Borges Guimarães especialmente para o *São Paulo faz escola*. Fonte: WHITAKER, R. H.; LIKENS, G. E. *Human Ecology*, 1: 357-369 (1973).

## Por que a dispersão das sementes é tão importante?



**Mas qual a relação  
entre serviços  
ecossistêmicos e  
engenharia?**

**As obras de engenharia afetam os serviços ecossistêmicos.**

**Como podemos usar a natureza (e seus serviços) a favor da sociedade?**

Por exemplo:

Do ponto de vista de planejamento e gestão de recursos hídricos como poderíamos pensar em resgatar certos serviços ecossistêmicos?

Isso poderia ter um reflexo no dimensionamento de obras de engenharia?

Vocês acham que isso seria possível?



116.347 ha



# A cidade de Nova York

- A cidade considerou como proposta para reduzir os custos de tratamento com estações de tratamento de água restaurar a bacia hidrográfica de Catskill que é manancial de água da cidade.
- Houve uma redução significativa dos custos com a adoção dessa proposta. Segundo dados do TEEB (2010) essa proposta custou US\$ 2 bilhões em contrapartida da previsão de US\$ 7 bilhões para a ETA e da ordem de US\$ 300 a US\$ 500 milhões ano em custos operacionais da ETA.



**E no Brasil?**

# PROGRAMA PRODUTORES DE ÁGUA - ANA

- ▶ Redução da erosão e assoreamento dos mananciais nas áreas rurais
- ▶ Prevê também o pagamento de incentivos (compensação) aos produtores rurais que comprovadamente contribuem para a conservação/recuperação de mananciais
- ▶ Valores pagos de acordo com os resultados

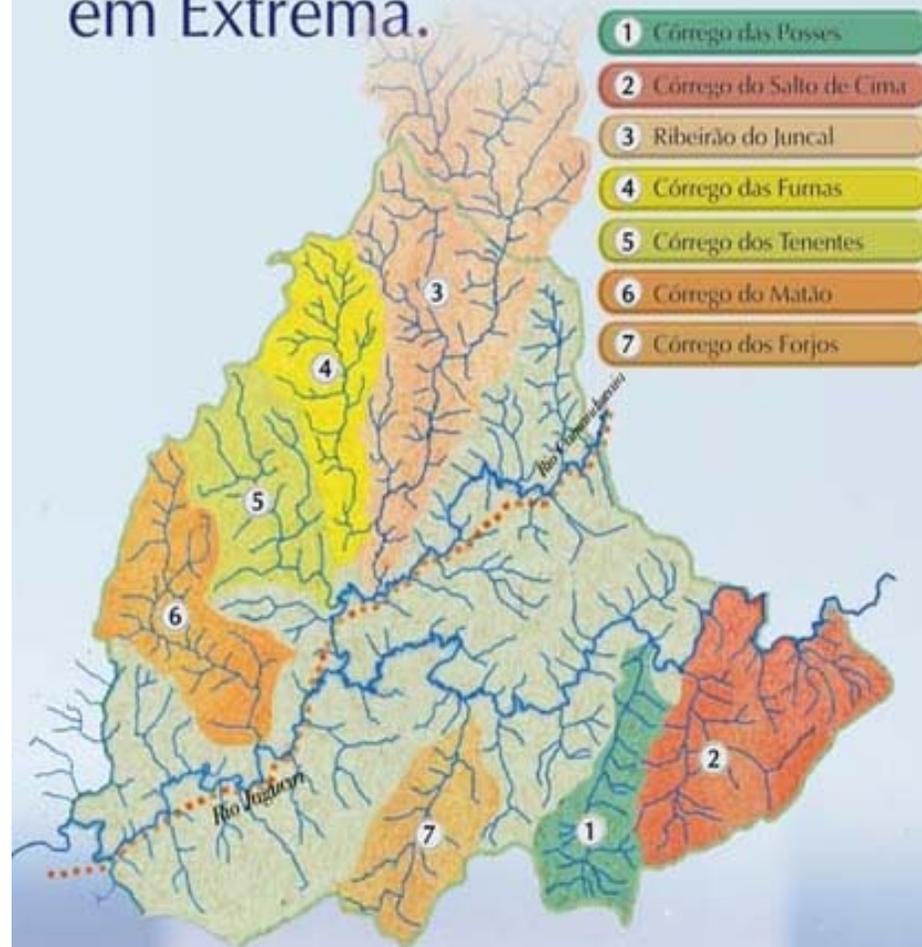
# PROGRAMA PRODUTORES DE ÁGUA - ANA





# PROJETO CONSERVADOR DAS ÁGUAS

O Projeto será implantado nas 7 bacias já monitoradas em Extrema.



**Rio Jaguari** – Todas as nascentes estão localizadas em Minas Gérias, é o principal manancial do Sistema Cantareira, que abastece 8,8 milhões de pessoas na Grande São Paulo, dos 33 m<sup>3</sup>/segundo o Rio Jaguari contribui com 22 m<sup>3</sup>/segundo que representa 66,70 % da água produzida.

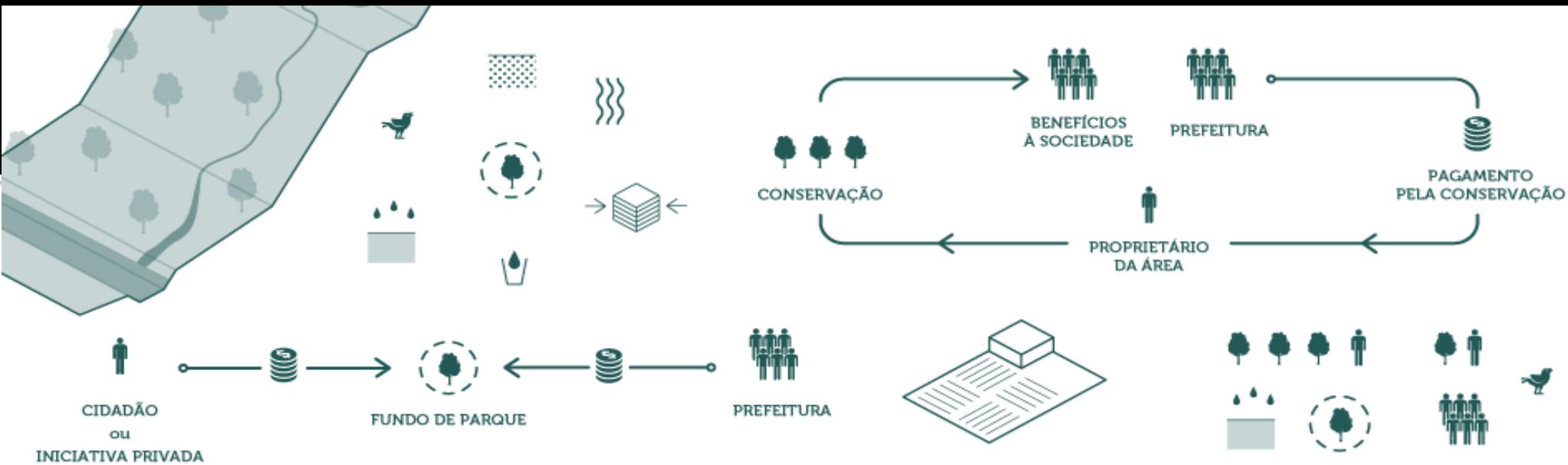


Foto 20 - Nascente Poses 2007  
José Aparecido Froes



Foto 21 - Nascente Poses 2010  
José Aparecido Froes





## Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

Implementação de novo instrumento para recompensar os proprietários ou possuidores de imóveis que reconhecidamente preservem áreas que prestam relevantes serviços ambientais para a sustentabilidade da metrópole, **como produção de água, agricultura orgânica, preservação da paisagem e da biodiversidade**. No mínimo 10 % (dez por cento) dos recursos arrecadados pelo FEMA serão destinados aos programas de Pagamento por Serviços Ambientais.

Proprietários rurais nas cabeceiras da bacia

Externalidades / serviços ambientais



Intermediário

Pagamentos pelos serviços

Usuários na parte baixa da bacia  
Ex. empresas de saneamento, hidroelétricas

- Num esquema simplificado de PSA em bacias hidrográficas, beneficiários de uma melhoria, como manutenção da qualidade da água ou regulação da vazão, pagariam os provedores deste serviço a montante da bacia.
- Estes provedores podem ser proprietários rurais que adotam práticas conservacionistas ou preservam áreas florestadas.

Fonte: Antoniazzi (2008)

# A Importância dos Ciclos Biogeoquímicos

---



# O ciclo da água - Desequilíbrios

- Inundações (e não Enchentes!!!)



[http://3.bp.blogspot.com/-Daq-hjbvYFs/TjMy4Obf6XI/AAAAAAAAIFk/z6tEcktzgCE/s1600/IMG\\_5743.JPG](http://3.bp.blogspot.com/-Daq-hjbvYFs/TjMy4Obf6XI/AAAAAAAAIFk/z6tEcktzgCE/s1600/IMG_5743.JPG)

# O ciclo da água - Desequilíbrios

- Inundações (e não Enchentes!!!)



**Enchentes** ou cheias – elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.

**Inundação** – transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de **inundação** ou **área de várzea**

[http://3.bp.blogspot.com/-Daq-hjbyYFs/TjMy4Obf6XI/AAAAAAAAAIFk/z6tEcktzgCE/s1600/IMG\\_5743.JPG](http://3.bp.blogspot.com/-Daq-hjbyYFs/TjMy4Obf6XI/AAAAAAAAAIFk/z6tEcktzgCE/s1600/IMG_5743.JPG)

# O ciclo da água e ciclo do carbono - Desequilíbrios

- Mudanças climáticas – Chuvas intensas
- Mudanças climáticas – Aumento da temperatura do planeta (secas)



<http://static.boredpanda.com/blog/wp-content/uploads/2016/07/dust-storm-microbust-jerry-ferguson-arizona-2.jpg>

# O ciclo do nitrogênio e o ciclo do fósforo - Desequilíbrios

- Eutrofização



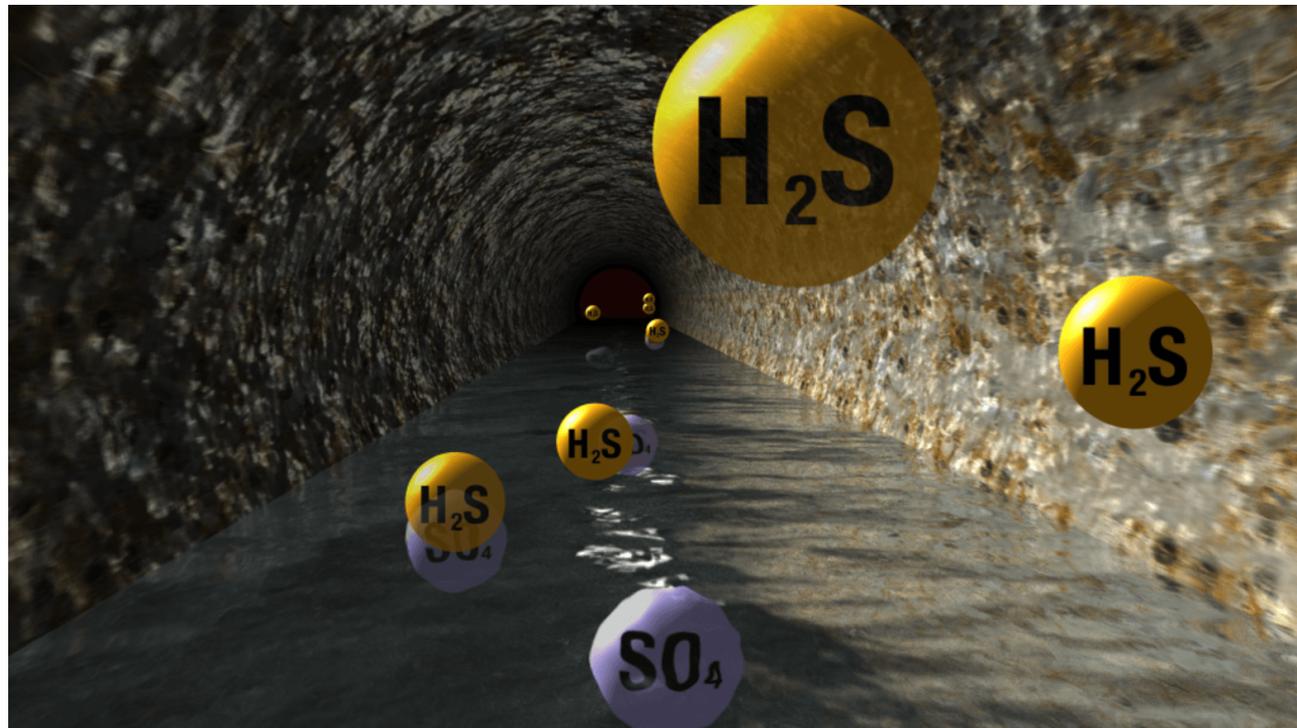
# O ciclo do enxofre - Desequilíbrios

- Chuva ácida – Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
  - Ou ainda ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) – Desequilíbrio do ciclo do nitrogênio.



# O ciclo do enxofre - Desequilíbrios

- Corrosão de equipamentos e tubulações



# A importância da análise quantitativa dos ciclos biogeoquímicos

- Poluição
- Impacto Ambiental
- Degradação Ambiental



Finalmente é importante frisar que neste contexto é essencial monitorar os fenômenos ambientais, sem isso é impossível planejar, estudar e gerenciar o meio ambiente e sua relação com as Engenharias

Fundamental:

**O monitoramento ambiental**

Fim aula 2





**Eficiência** é o bom uso das ferramentas. Tem a ver com os meios. **Eficácia** é o alcance dos resultados almejados. Tem a ver com os fins.

Vou usar as estatísticas de um jogo de futebol para dar um exemplo. Mesmo para quem não gosta de futebol vai entender: o time da casa atacou 55 vezes, chutou 18 vezes a gol, trocou 19 passes na área do adversário e teve 52% de posse de bola. O visitante atacou 34 vezes, chutou 14 vezes, trocou 11 passes na área e teve 48% de posse de bola.

**O exemplo foi tirado da Copa do Mundo de 2014. O eficiente time da casa era o Brasil. O eficaz visitante era a Alemanha, que venceu por 7 a 1. Acredite, os dados são reais.**

Cassio Politi