



PHA 3203

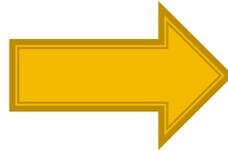
Engenharia Civil e  
Meio Ambiente

AULA 2

ECOSSISTEMAS E CICLOS  
BIOGEOQUÍMICOS

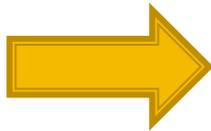
# Ecosystemas

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

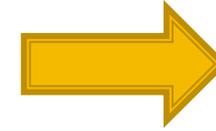


SISTEMA ONDE SE VIVE

Energia



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



Calor

- Os ecossistemas são definidos de acordo com as premissas de estudo
- Sua definição é, portanto, relativa

# Biomass

- Temperatura
- Umidade
- Altitude

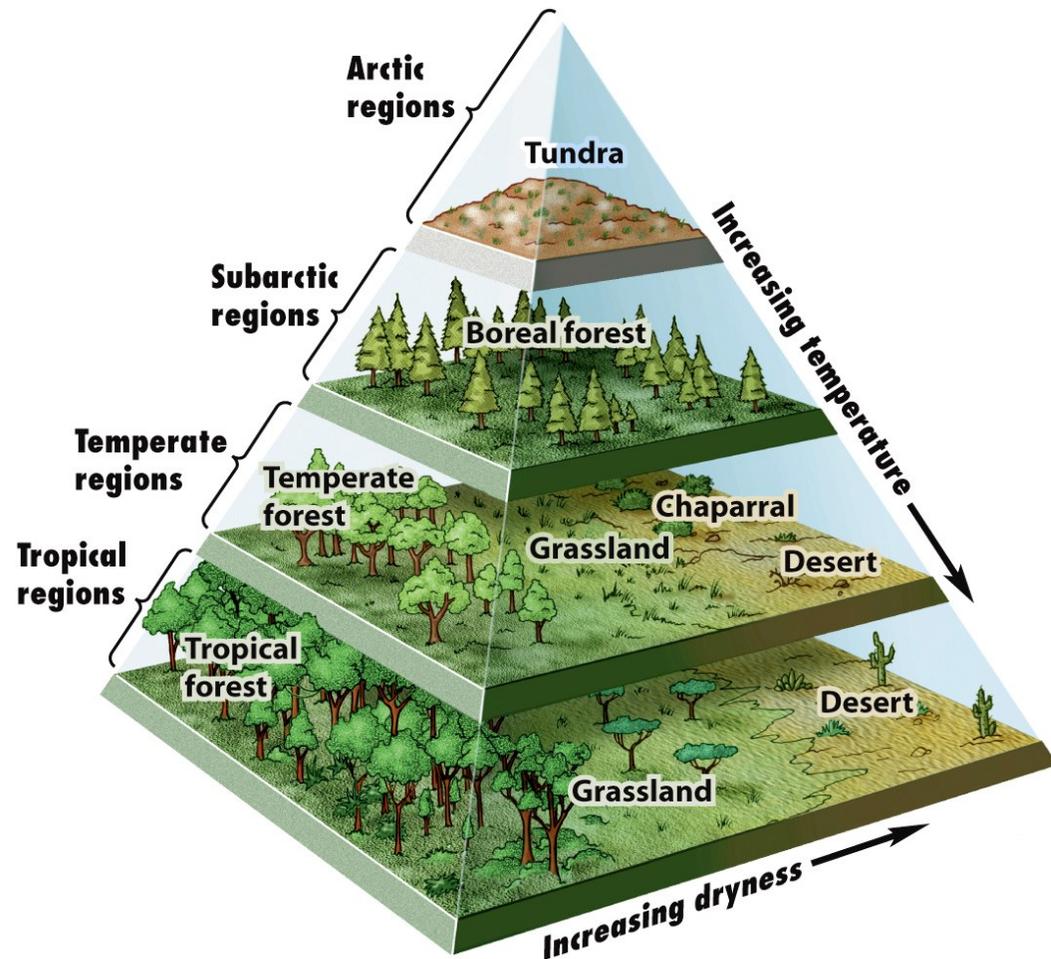
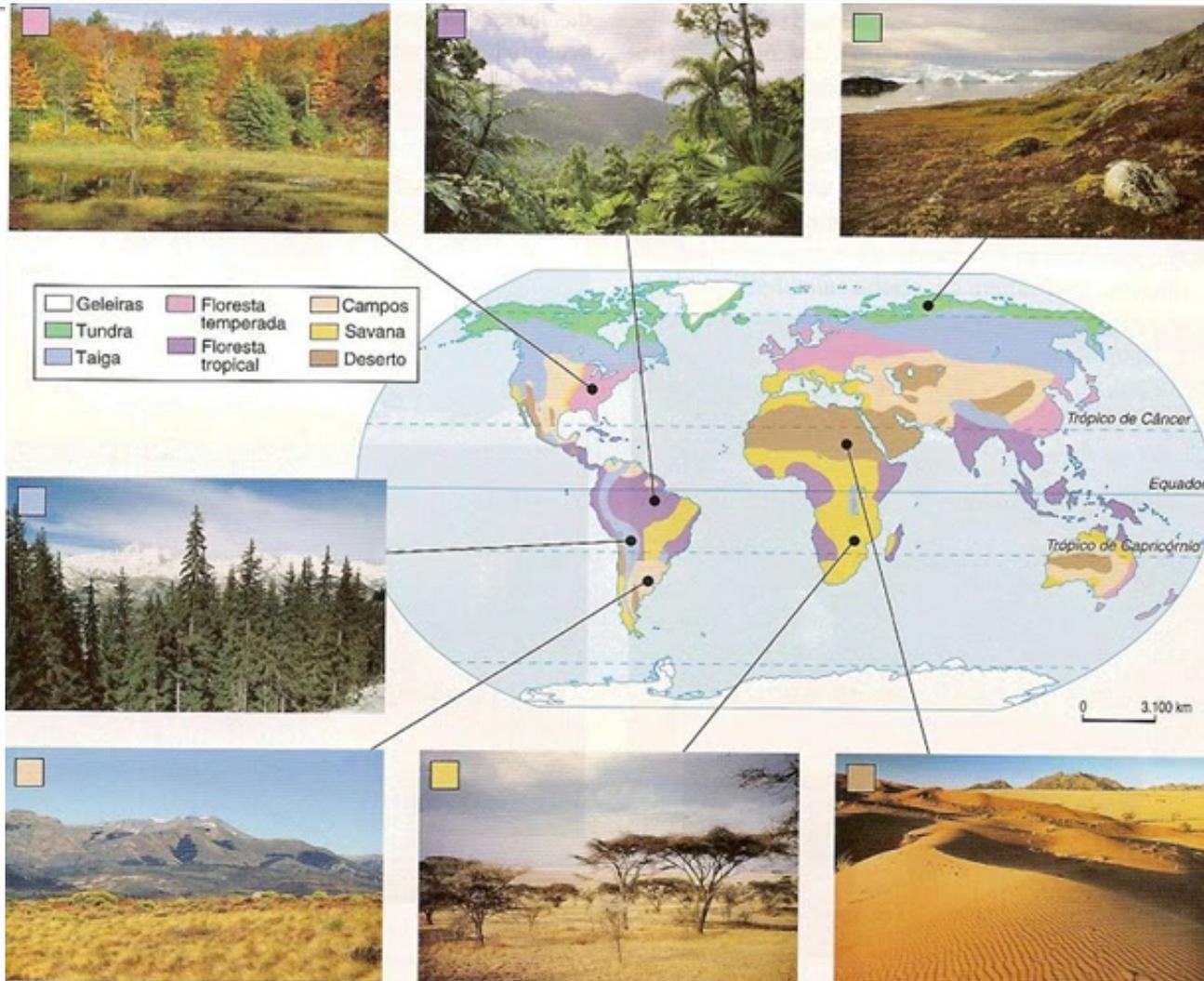
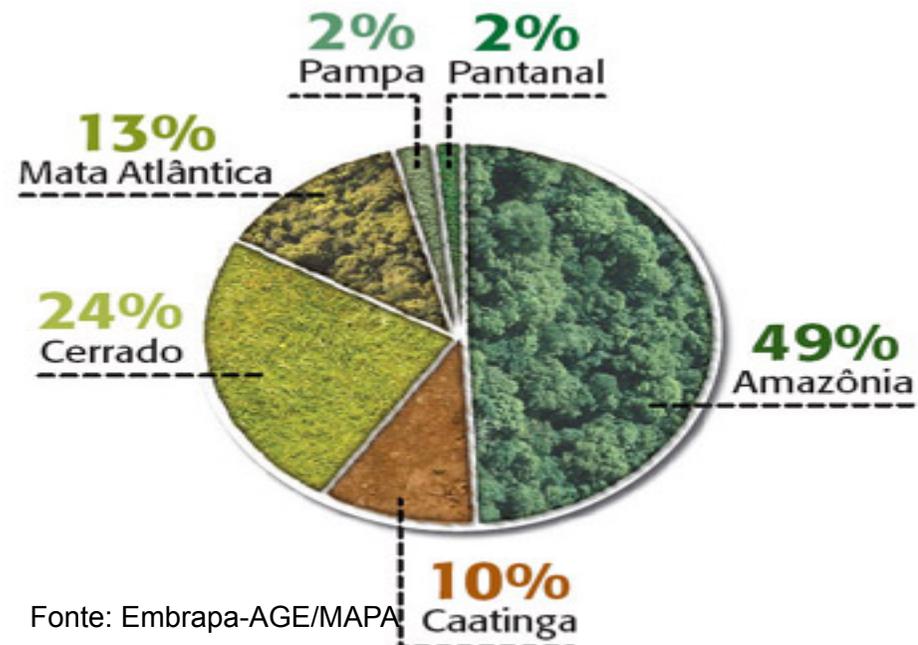


Figure 33-10 Discover Biology 3/e  
© 2006 W. W. Norton & Company, Inc.

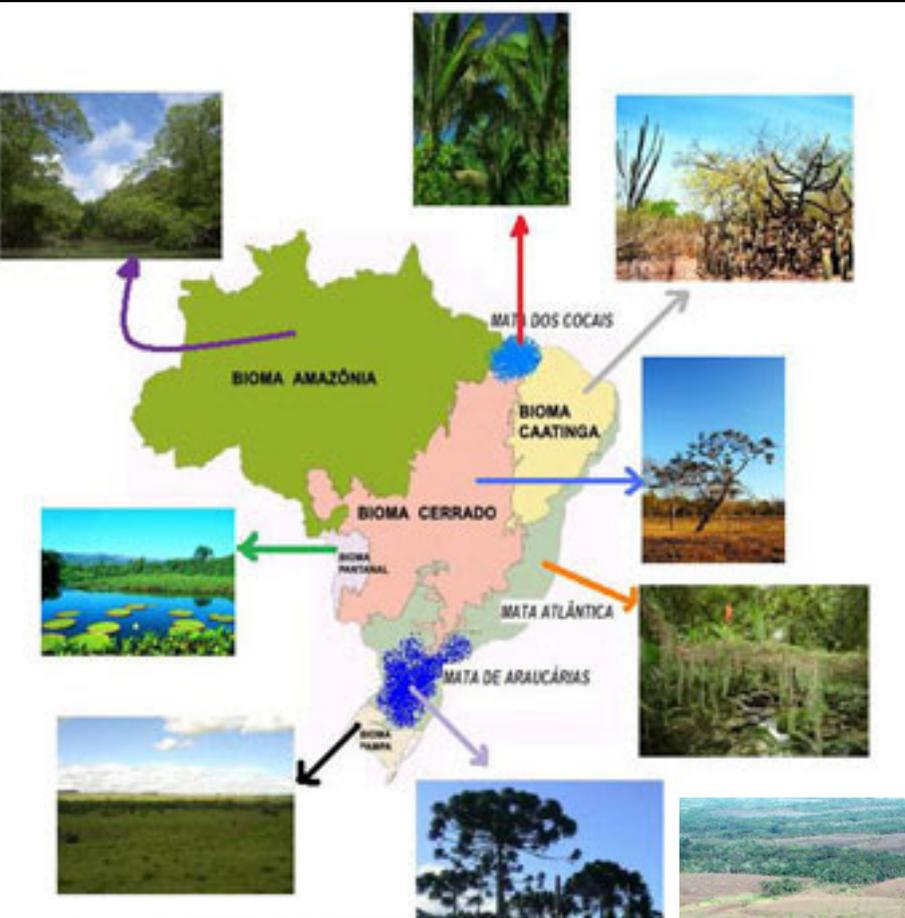
# Biomas



# Biomas brasileiros



# Grandes obras e biomas brasileiros



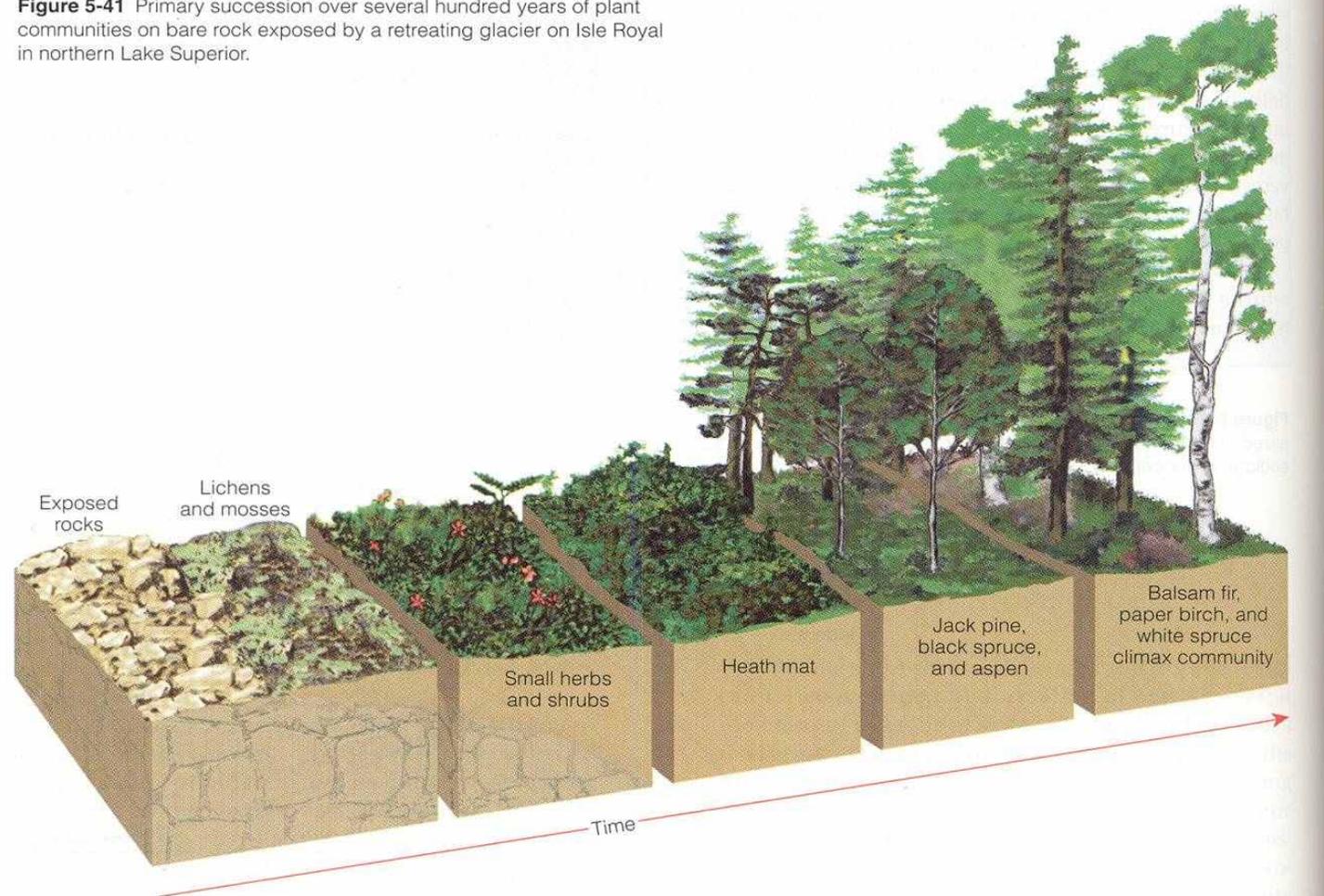
# Propriedades dos Ecossistemas

- **idade (maduro ou imaturo)** – sucessão ecológica
- **teia alimentar (diversidade)** - cadeias
- **eficácia no uso da energia (produtividade)** – caloria por m<sup>2</sup>
- **ciclos biogeoquímicos**: identificar os problemas
- **estabilidade**
- **contaminação** (amplificação biológica)
- **resiliência** (homeostase)
- **risco** = probabilidade natural x probabilidade função da Vulnerabilidade (tempo, espaço, condição econômica, área, etc.)

# Propriedades dos Ecossistemas

## IDADE

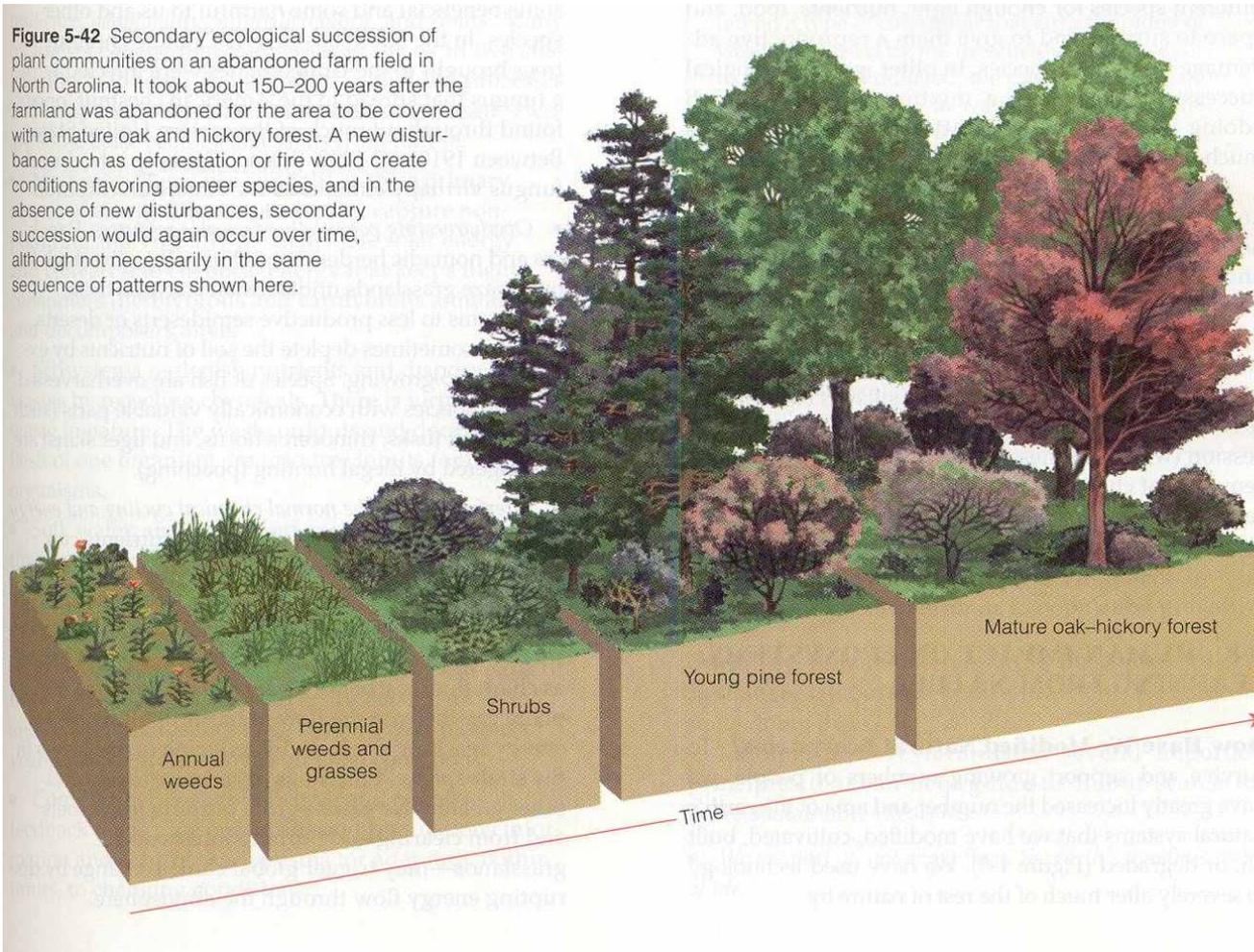
**Figure 5-41** Primary succession over several hundred years of plant communities on bare rock exposed by a retreating glacier on Isle Royal in northern Lake Superior.



# Propriedades dos Ecossistemas

## IDADE

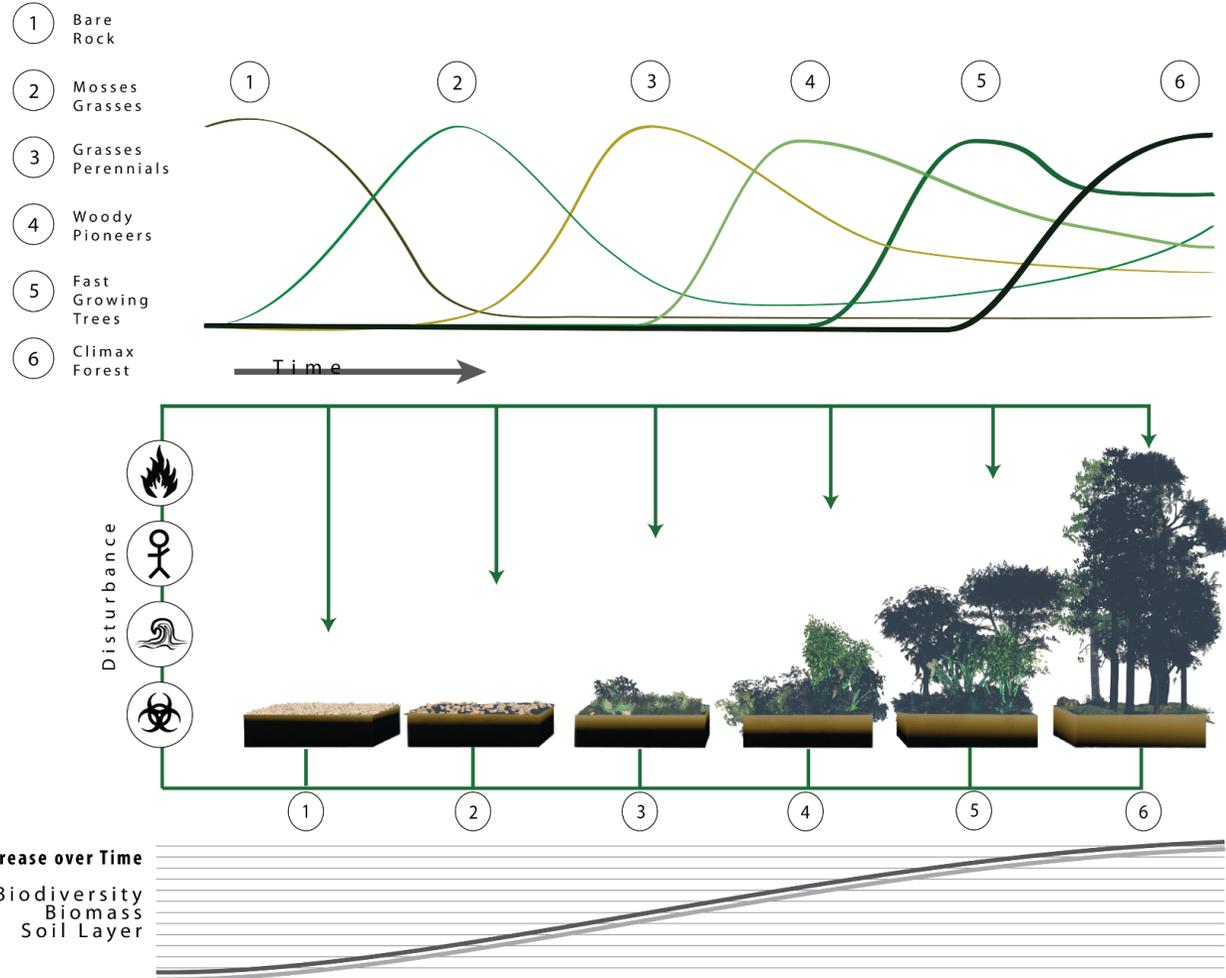
**Figure 5-42** Secondary ecological succession of plant communities on an abandoned farm field in North Carolina. It took about 150–200 years after the farmland was abandoned for the area to be covered with a mature oak and hickory forest. A new disturbance such as deforestation or fire would create 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.



# Propriedades dos Ecossistemas

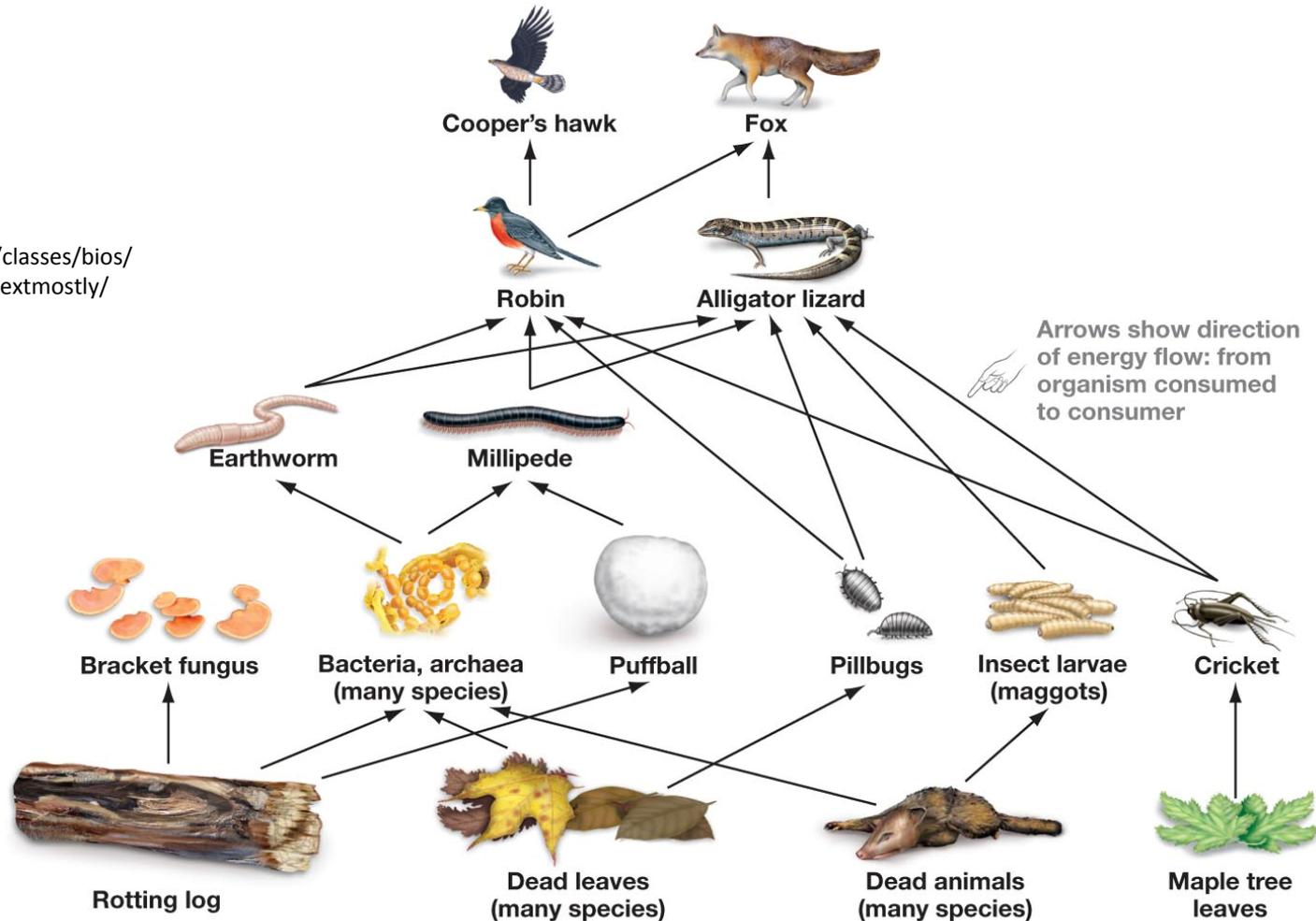
IDADE

Forest Succession Over Time In Six Stages

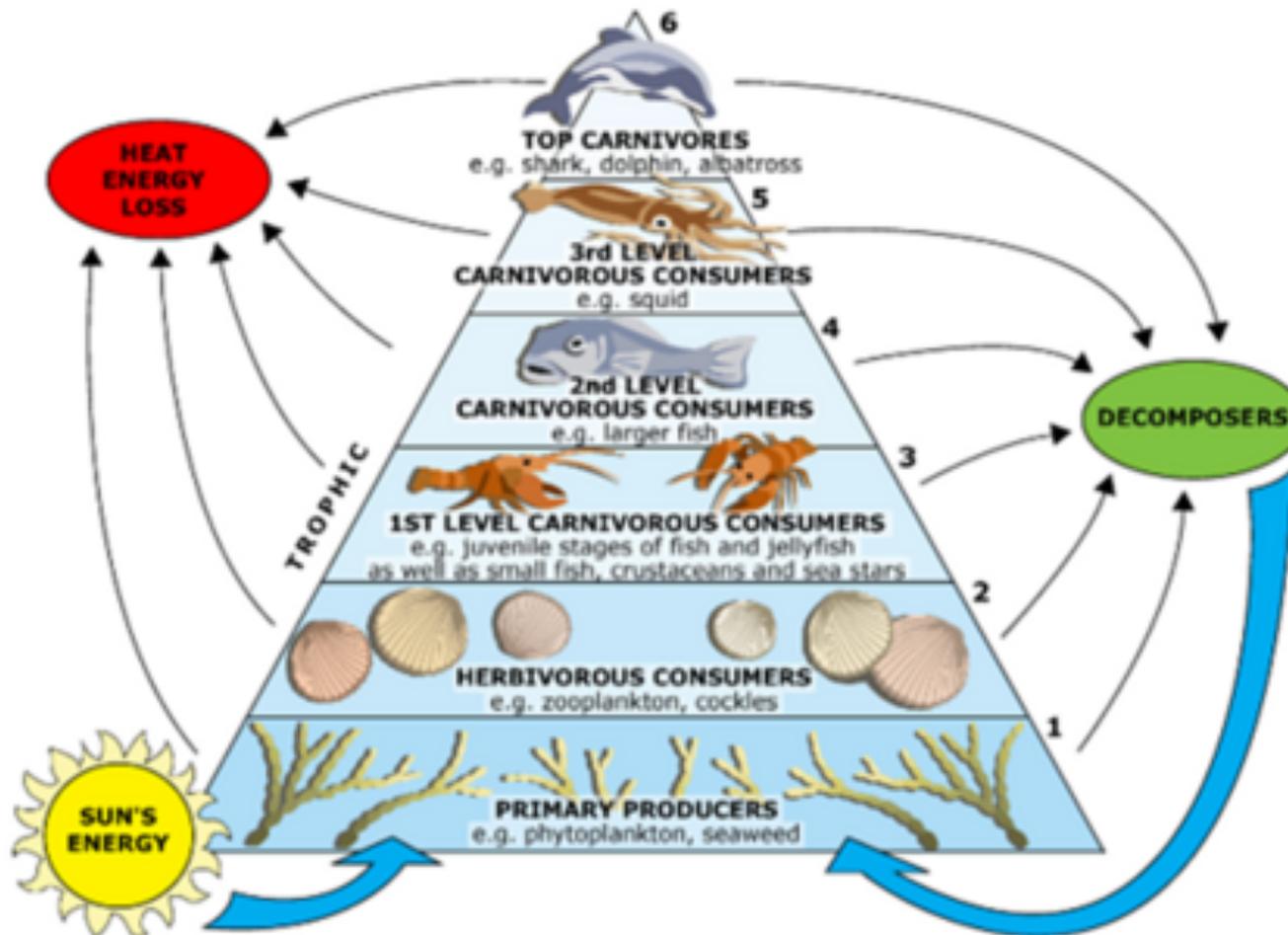


# Teia alimentar

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

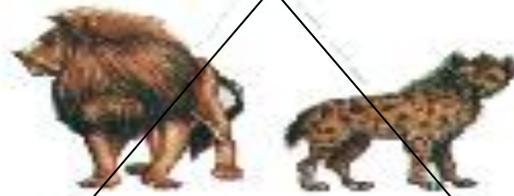


# Teia alimentar



# Teia alimentar – Lei dos 10%

Consumidores Terciários  
(1 Kcal)



Consumidores Secundários  
(10 Kcal)



Consumidores Primários  
(100 Kcal)



Produtores  
(1000 Kcal)

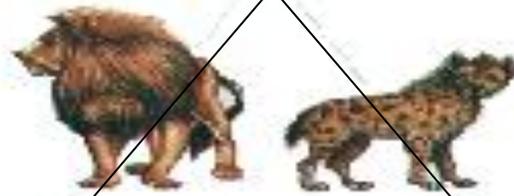


- Os seres vivos incapazes de sintetizar seus alimentos têm à sua disposição uma quantidade total de energia bem inferior à disponível aos seres capazes de tal síntese.

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

# Teia alimentar – Lei dos 10% - qual as relações com questões ambientais?

Consumidores Terciários  
(1 Kcal)



Consumidores Secundários  
(10 Kcal)



Consumidores Primários  
(100 Kcal)



Produtores  
(1000 Kcal)

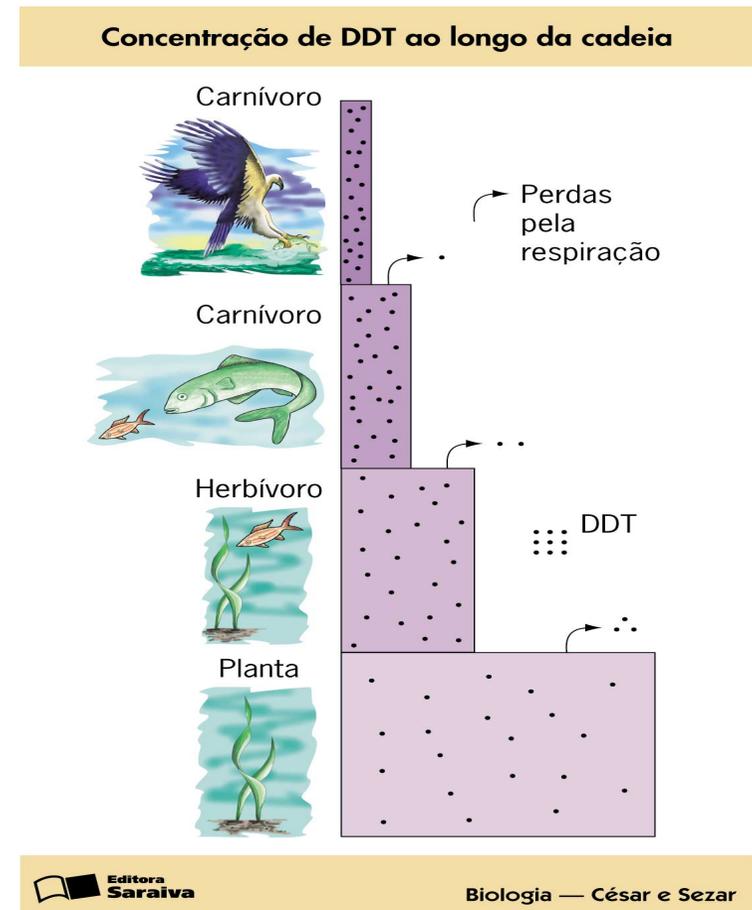
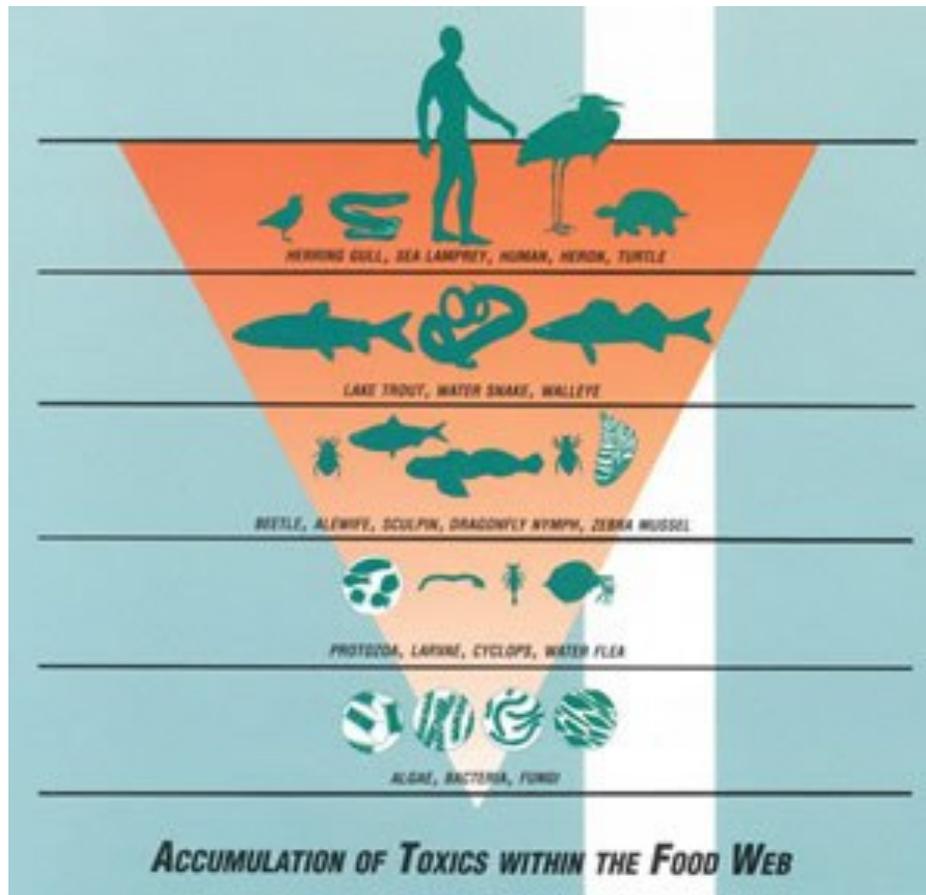


- Os seres vivos incapazes de sintetizar seus alimentos têm à sua disposição uma quantidade total de energia bem inferior à disponível aos seres capazes de tal síntese.

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

# Amplificação biológica

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



dicloro-difenil-tricloetano

# Primavera silenciosa – marco do pensamento ambiental

Quando a bióloga marinha Rachel Carlson lançou seu histórico livro, *Primavera Silenciosa*, em setembro de 1962, qualquer indústria química de inseticidas e outros derivados sintéticos podia lançar no meio ambiente o que bem entendessem, sem testes cientificamente projetados.

No primeiro capítulo, “**Uma Fábula para o Amanhã**”, a autora descreve, liricamente, um lugar onde as árvores não davam folhas, os animais morriam, os rios contaminados não tinham peixes e, principalmente, os pássaros que cantavam na primavera haviam sumido.

O uso do **DDT foi banido em muitos países na década de 1970** e em outros possui rigoroso controle de utilização desde que seja obedecida a [Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, em que seu uso é permitido no combate à malária;](#)

No Brasil: proibido desde 1985 na agricultura, 1998 na saúde pública e 2009 em todo o território nacional.

# Amplificação biológica

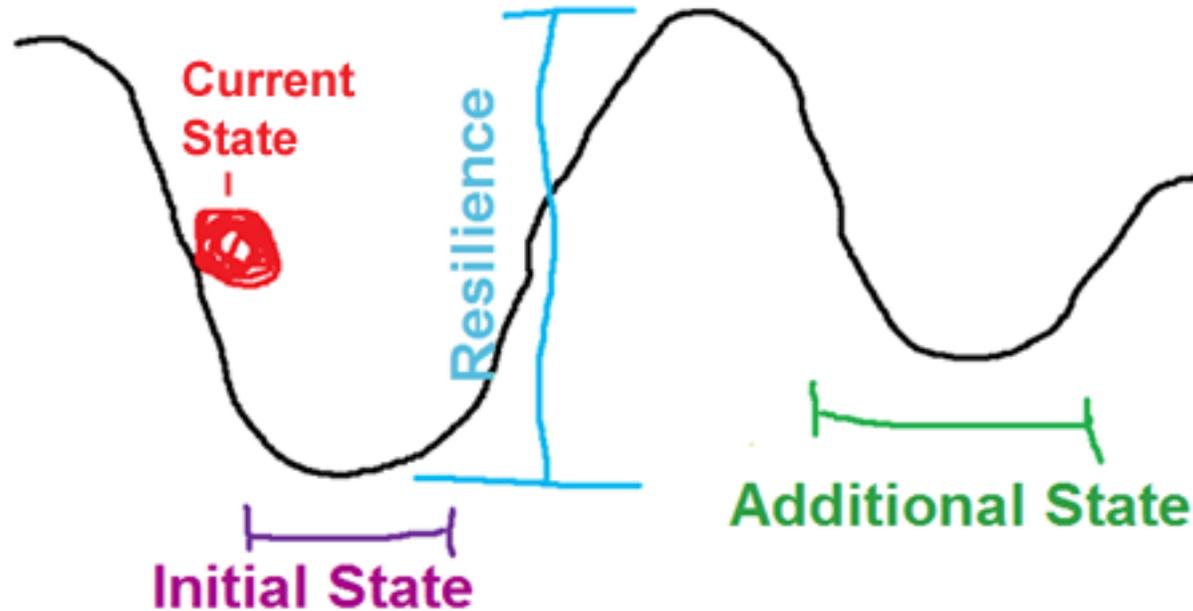


**Desastre de Minamata** (Japão - 1956). Mais de 900 pessoas morreram devido a envenenamento por mercúrio, lançado na Baía de Minamata por uma fábrica de acetaldeído e PVC. Cerca de 2 milhões de pessoas podem ter sido afetadas por comer peixe contaminado (1930-1956).

# Problemas ambientais

- Lançamento de inúmeros compostos sintetizados pelo homem ou substâncias químicas naturais em concentrações elevadas sem o conhecimento dos efeitos no ambiente e na saúde humana.

# Resiliência, estabilidade e resistência

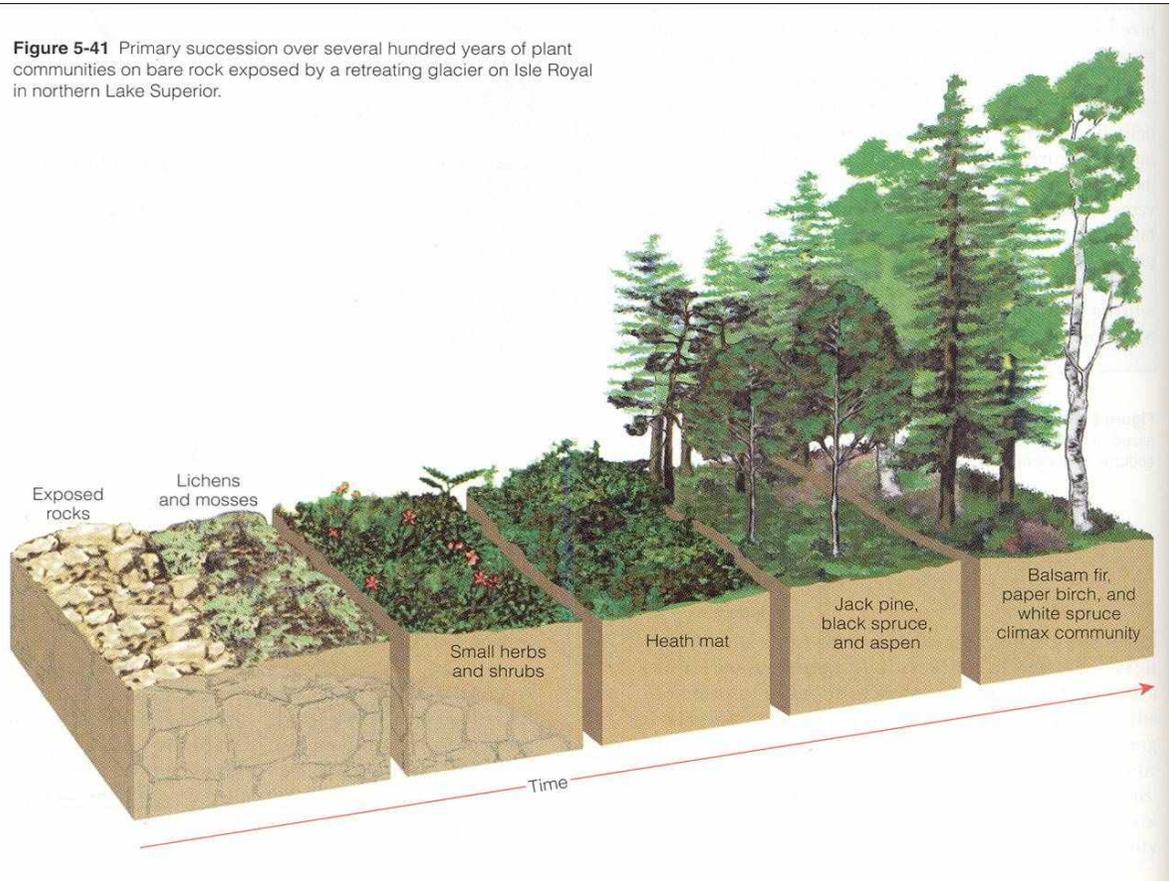


Resiliência e Estado, a metáfora de uma bola numa bacia

Imaginem uma bola repousando entre dois picos. Se a bola for levantada e depois deixada para cair ela retorna ao seu **estado inicial**, agora se ela for levantada e ultrapassar o pico do morro ela vai para o outro lado, vai para um **estado adicional novo**. A resiliência é medida pela altura do pico (em azul)

# Resiliência, estabilidade e resistência

**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.



Ecosistemas maduros: mais resilientes

Ecosistemas mais imaturos: menos resilientes

Resiliência: capacidade adaptativa

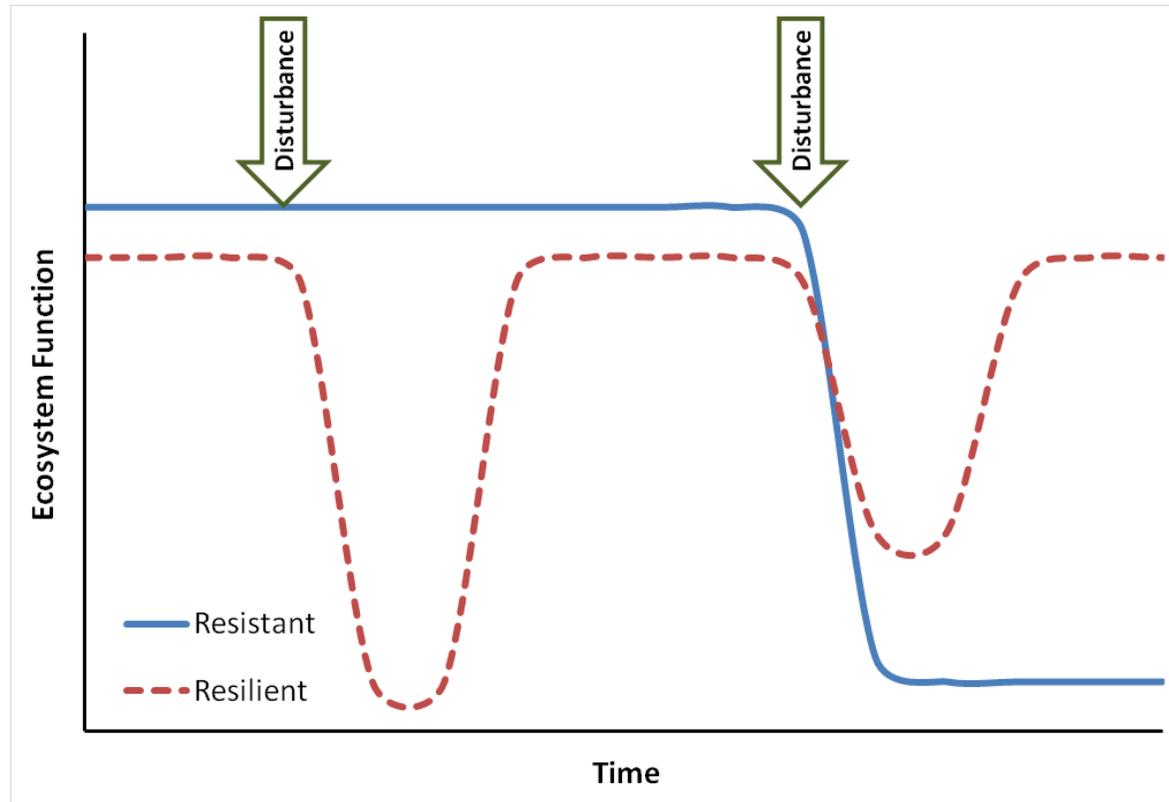
# Resiliência, estabilidade e resistência

- Resiliência: capacidade que um sistema tem de ser restaurado;
- Resistência: capacidade que um ecossistema tem de resistir a uma perturbação sem sofrer qualquer alteração;
- Quanto mais tempo o ecossistema demora a se recuperar menor é a resiliência do ecossistema;
- a rapidez de recuperação de um ecossistema (resiliência) é diretamente proporcional há estabilidade do ecossistema, quanto mais resiliente mais estável é o ecossistema

# Resiliência, estabilidade e resistência

- Resistência é a habilidade de um ecossistema de manter seus atributos estruturais e funcionais em face de stress e perturbações.
- Resiliência é a habilidade de um ecossistema de recuperar seus atributos estruturais e funcionais que sofreram dano por estresse ou perturbação.
- Estabilidade de ecossistema é a habilidade dele manter sua trajetória apesar de estresse, o que denota um equilíbrio dinâmico.
- Estabilidade é atingida parcialmente com base na capacidade do ecossistema para resistência e resiliência

# Resiliência, estabilidade e resistência



Uma representação simplista de como o ecossistema reage a resistência a distúrbios versus ecossistemas resilientes.

# Resiliência, vulnerabilidades e adaptação

PIONEERED BY THE  
ROCKEFELLER FOUNDATION

100

RESILIENT CITIES

ABOUT US

THE CHALLENGE

BLOG

CITIES

PLATFORM PARTNERS

CITY RESILIENCE



GET UPDATES



Helping **cities** around the world become more resilient to the physical, social, and economic **challenges** that are a growing part of the 21st century.

SYDNEY, AUSTRALIA  
PHOTO: JEFFREY YAO

LATEST RESILIENCE NEWS

# Resiliência, vulnerabilidades e adaptação

100 RESILIENT CITIES

[ABOUT US](#)

[THE CHALLENGE](#)

[BLOG](#)

[CITIES](#)

[PLATFORM PARTNERS](#)

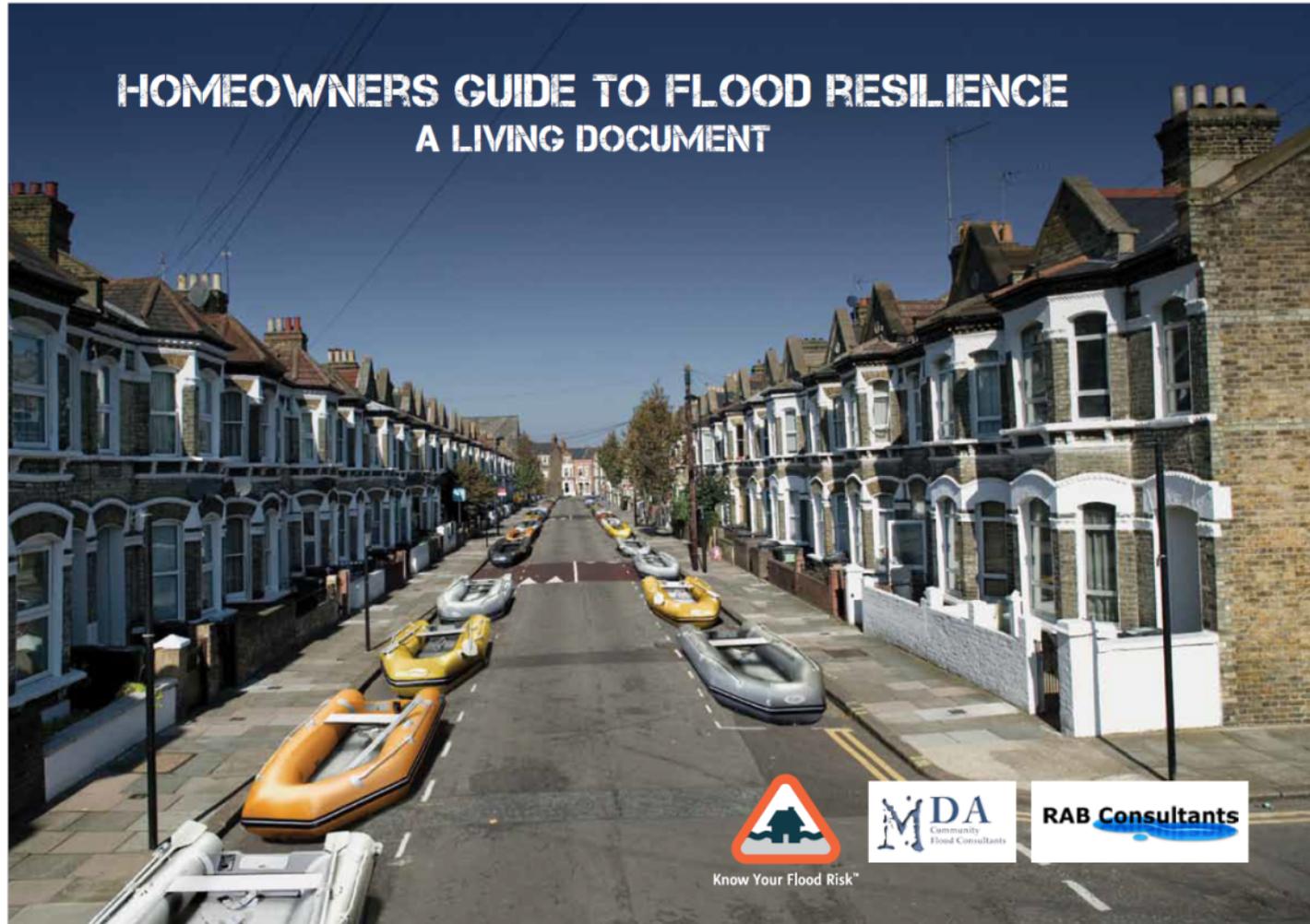
[CITY RESILIENCE](#)



## Resilience Roundup: Earthquakes, Climate Records, and More

07.31.15 | BY [100RC](#)

# Resiliência, vulnerabilidades e adaptação



# Os ciclos biogeoquímicos



# O ciclo da água



# O ciclo da água - Desequilíbrios

- Enchentes



[http://3.bp.blogspot.com/-Daq-hjbvYFs/TjMy4Obf6XI/AAAAAAAAIFk/z6tEcktgCE/s1600/IMG\\_5743.JPG](http://3.bp.blogspot.com/-Daq-hjbvYFs/TjMy4Obf6XI/AAAAAAAAIFk/z6tEcktgCE/s1600/IMG_5743.JPG)

# O ciclo da água - Desequilíbrios

- Escorregamentos (vulnerabilidades)



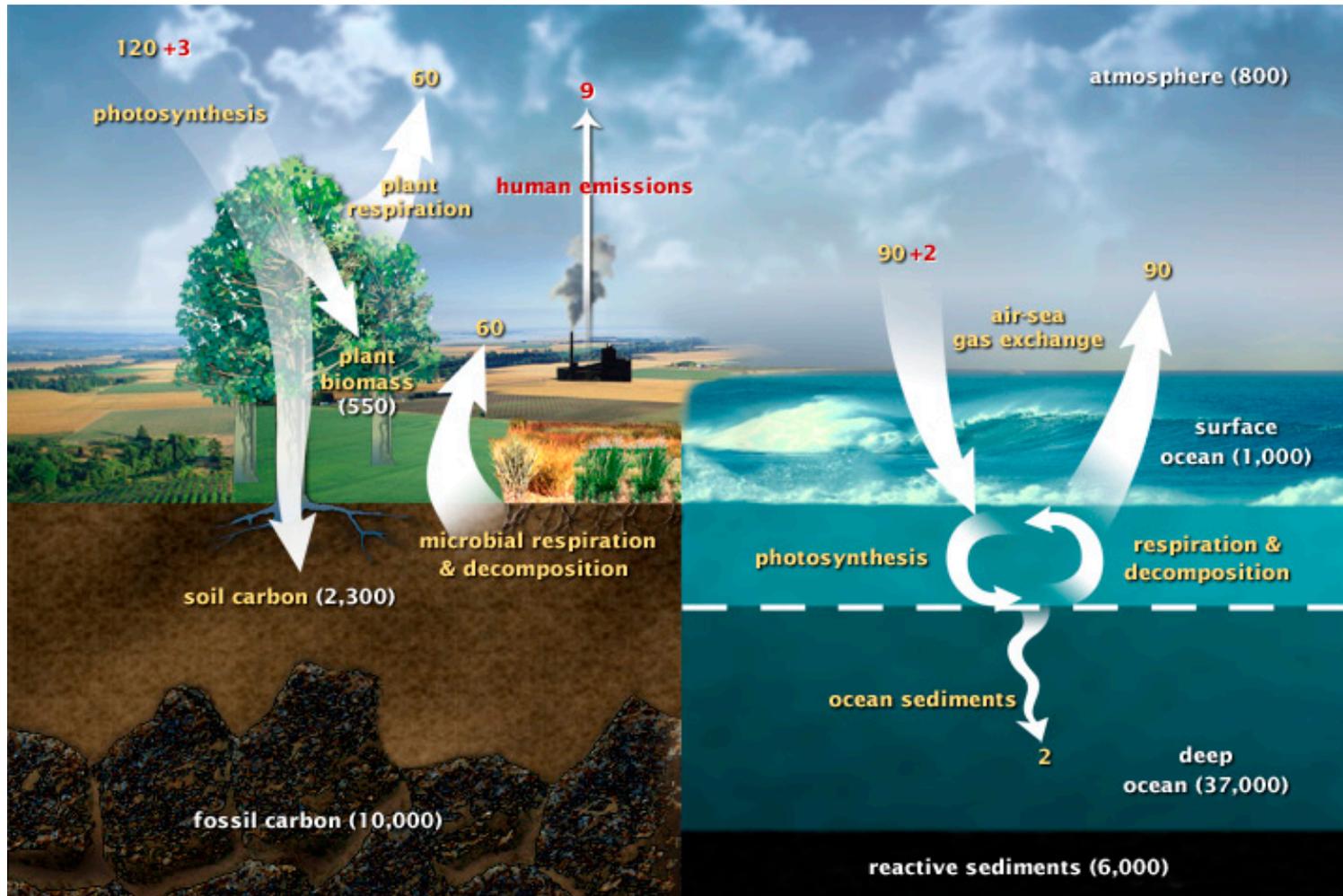
# O ciclo da água - Desequilíbrios

- Mudanças climáticas – Chuvas intensas



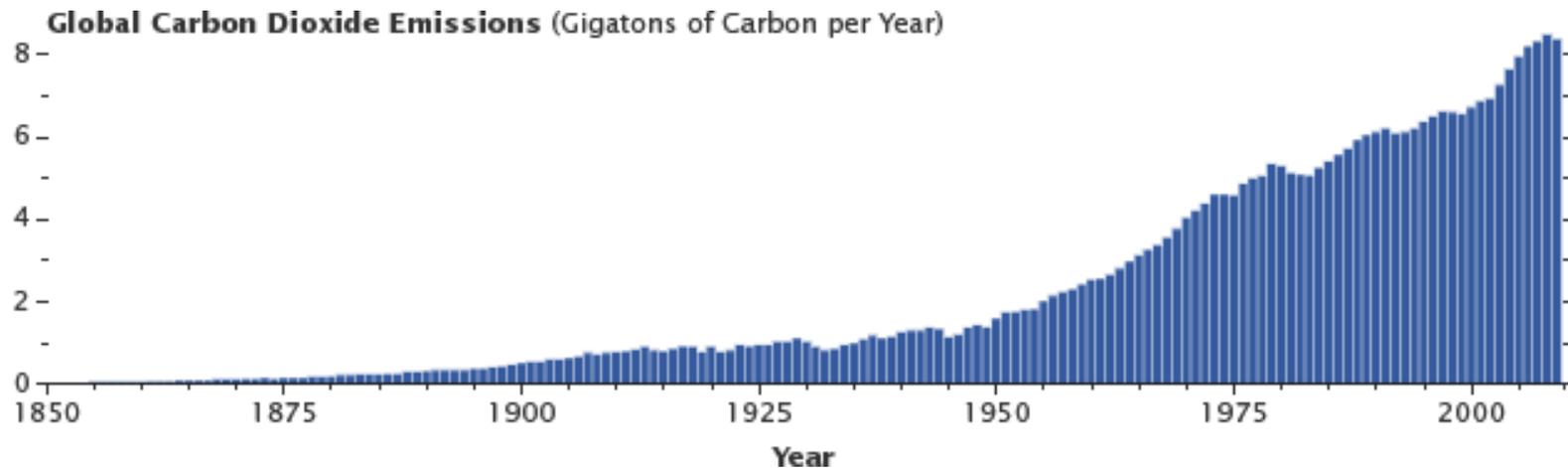
<http://static.boredpanda.com/blog/wp-content/uploads/2016/07/dust-storm-microbust-jerry-ferguson-arizona-2.jpg>

# O ciclo do carbono



# O ciclo do carbono - Desequilíbrios

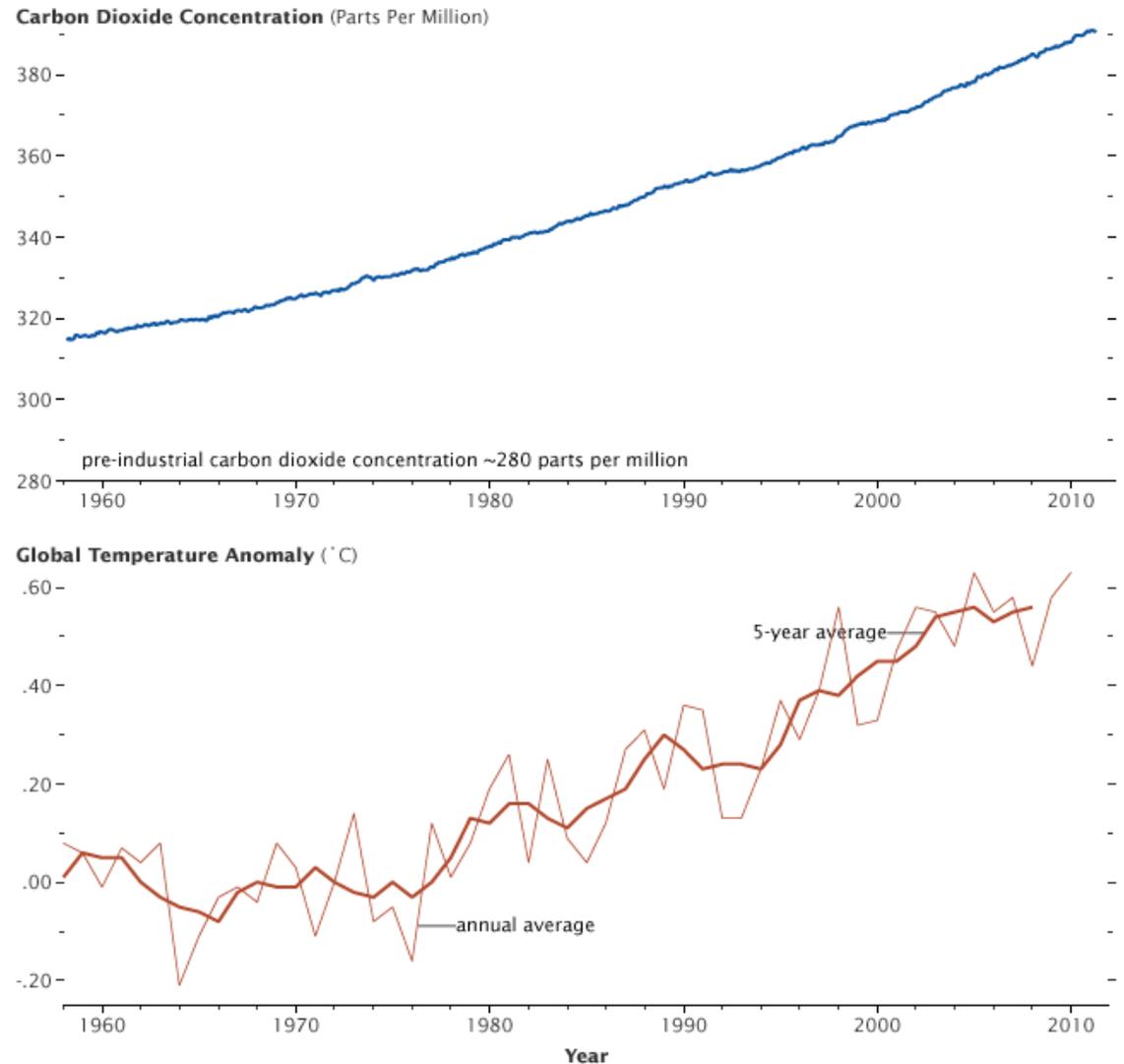
- Queima de combustíveis fósseis



<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/>

# O ciclo do carbono - Desequilíbrios

- Queima de combustíveis fósseis



# O ciclo do carbono - Desequilíbrios

- Queimadas



<http://ineam.com.br/wp-content/uploads/2015/03/queimada-bastrop-texas-september-5-2011.jpg>

# O ciclo do carbono - Desequilíbrios

- Poluição de corpos hídricos



# O ciclo do nitrogênio

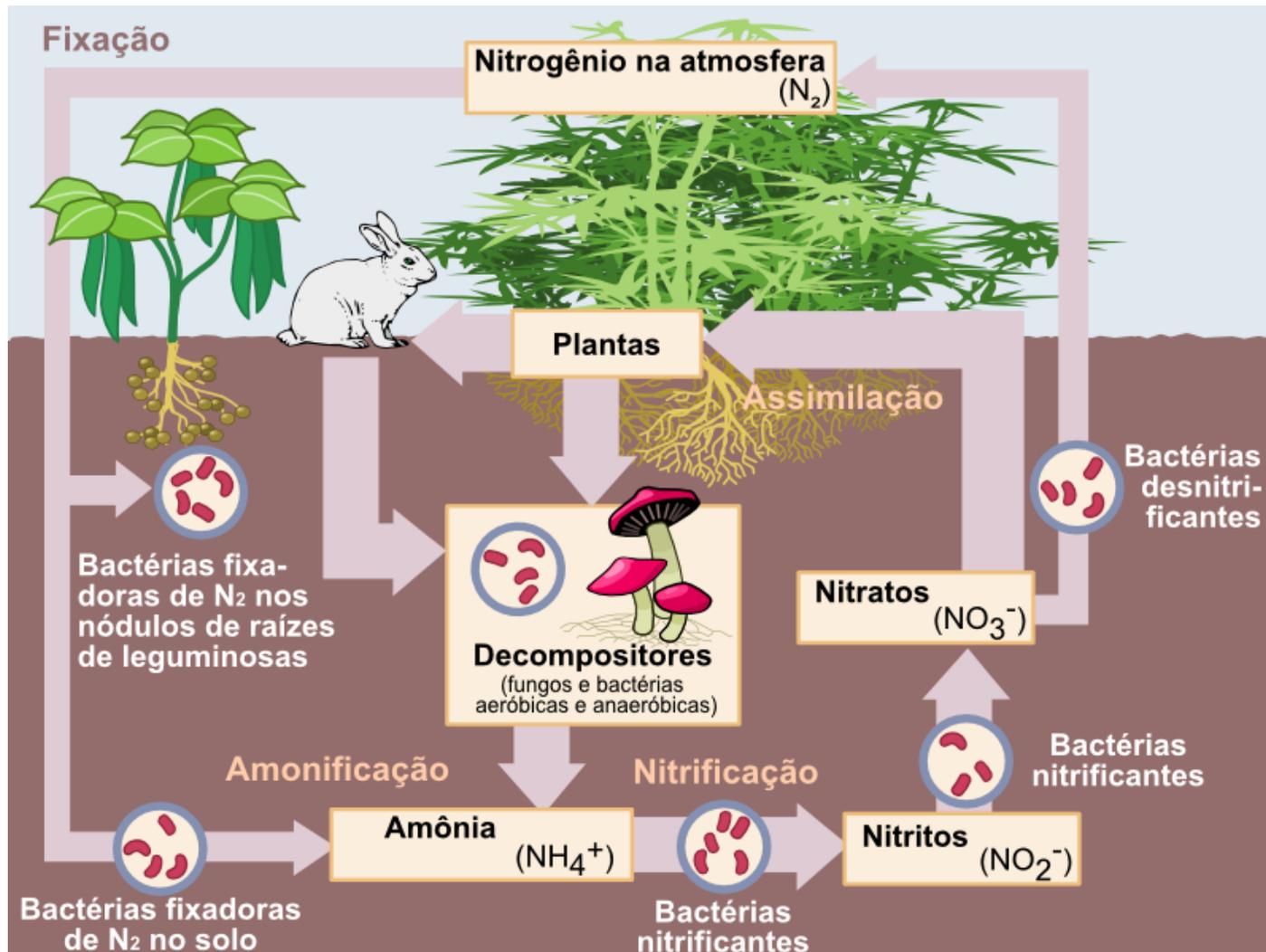
- Nitrogênio: nutriente fundamental à vida
  - Proteínas
  - Bases nitrogenadas
- Gama variada de estados de oxidação
- Presença em efluentes:
  - Nitrogênio orgânico
  - Fertilizantes

**Tabela 21.4** Estados de oxidação de compostos nitrogenados chave

<i>Composto</i>	<i>Estado de oxidação do átomo de N</i>
N orgânico ( $-\text{NH}_2$ )	-3
Amônia ( $\text{NH}_3$ )	-3
Nitrogênio gasoso ( $\text{N}_2$ )	0
Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )	+1 (média, por N)
Óxido de nitrogênio ( $\text{NO}$ )	+2
Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ )	+3
Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ )	+4
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )	+5

Fonte: Madigan et al. (2010)

# O ciclo do nitrogênio



# O ciclo do nitrogênio - Desequilíbrios

- Excesso de fertilizantes



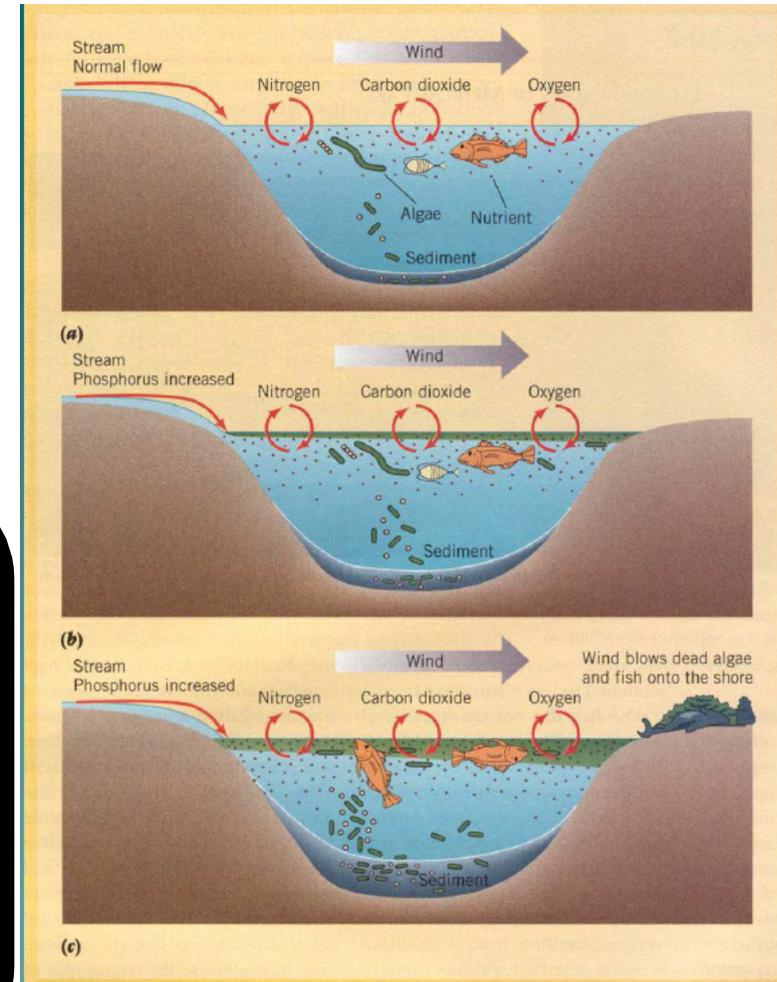
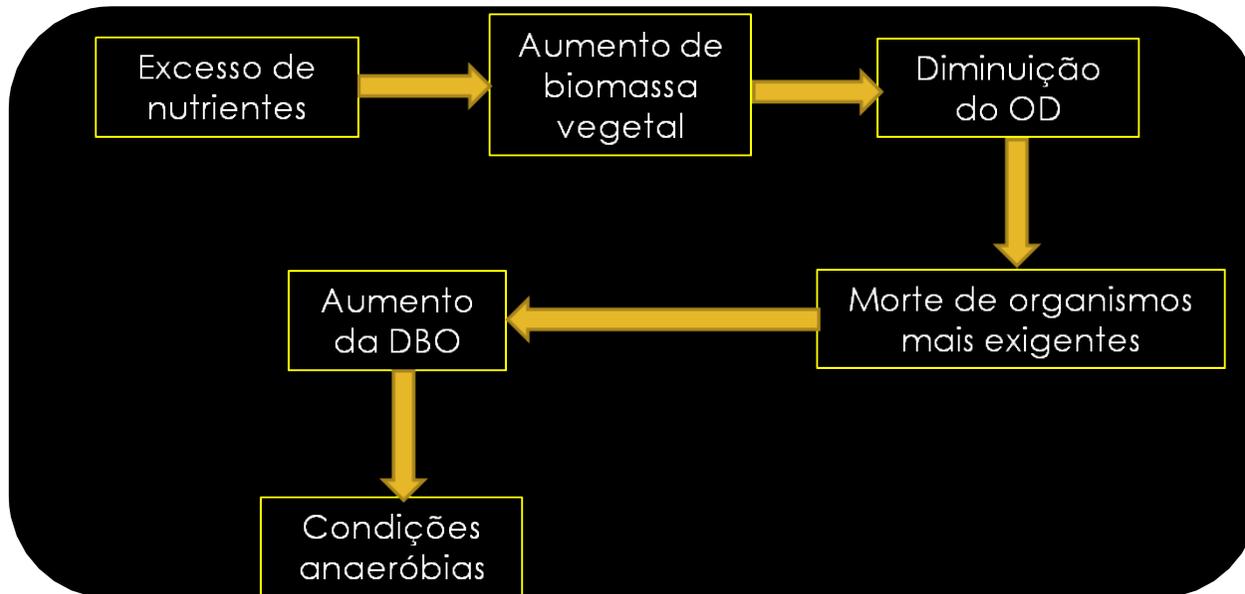
# O ciclo do nitrogênio - Desequilíbrios

- Eutrofização



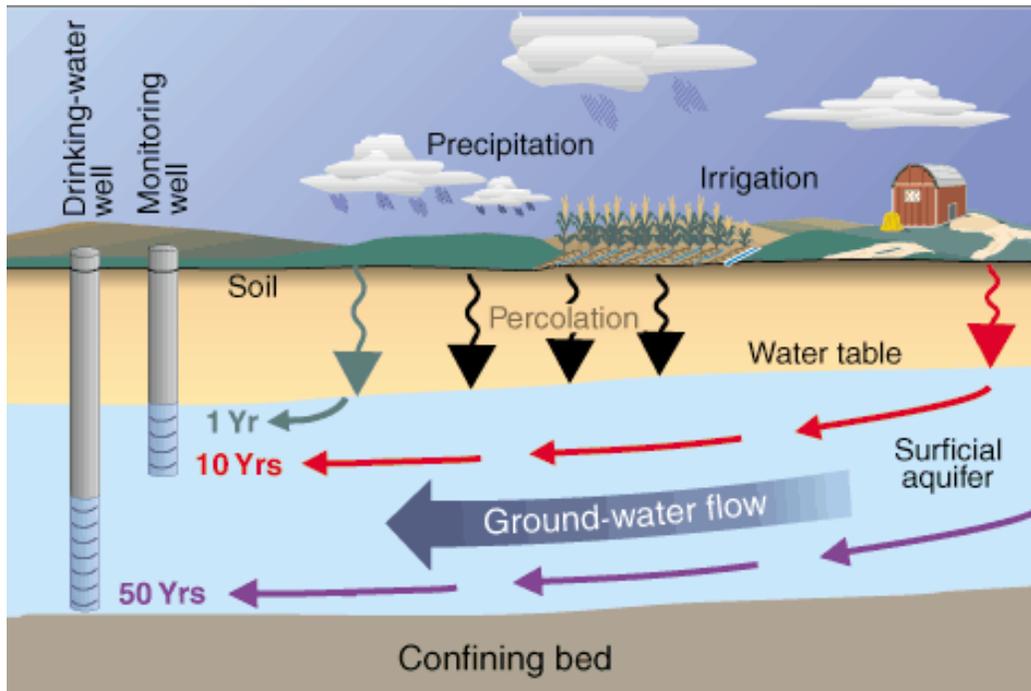
# O ciclo do nitrogênio - Desequilíbrios

- Eutrofização acelerada pela atividade humana:
- Controle da eutrofização acelerada
  - Remoção de nutrientes N e P
  - Controle de fertilizantes
  - Tratamento terciário de águas residuárias (remoção dos organismos patogênicos ou N e P)



# O ciclo do nitrogênio - Desequilíbrios

- Nitrato em águas de abastecimento



<http://water.usgs.gov/edu/graphics/gwflowlagtimetowell.gif>

## Metahemoglobinemia



ADAM

[terra.whrc.org](http://terra.whrc.org)

# O ciclo do enxofre

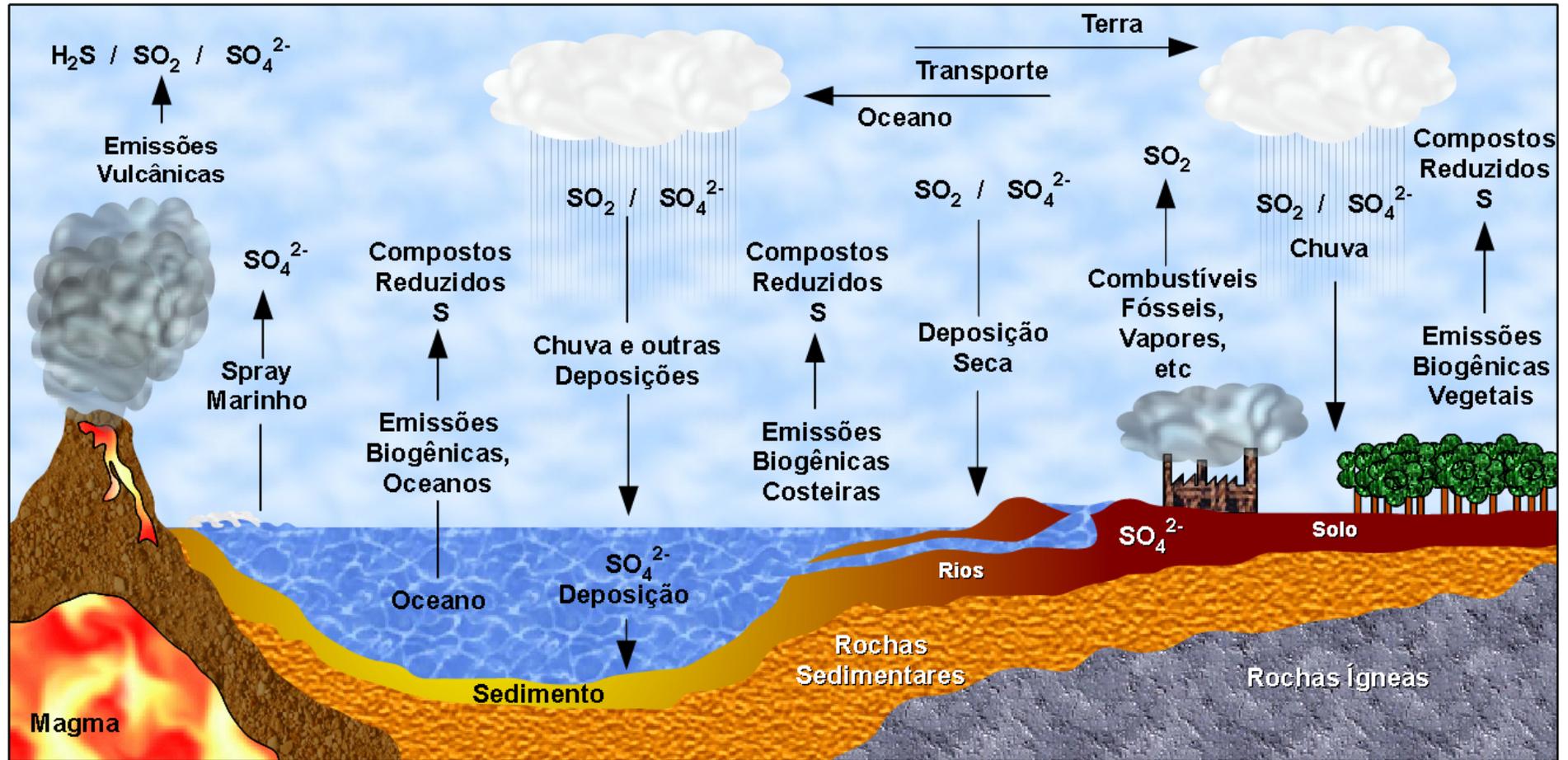
- Enxofre
  - Elemento abundante no ambiente
  - Grande gama de estados de oxidação
- Principais fontes:
  - Oceanos
  - Minerais (ex: pirita (Fe<sub>2</sub>S))
  - Combustíveis fósseis
  - Matéria orgânica
- Essencial na composição de:
  - Aminoácidos
  - Cofatores
  - Ferredoxinas
  - Enzimas

**Tabela 21.5** Compostos sulfurados e doadores de elétrons na redução de sulfato

Composto	Estado de oxidação por átomo de S
<b>Estados de oxidação de importantes compostos sulfurados</b>	
S orgânico (R-SH)	-2
Sulfeto (H <sub>2</sub> S)	-2
Enxofre elementar (S <sup>0</sup> )	0
Tiosulfato (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	+2 (média por S)
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	+4
Sulfito (SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	+4
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	+6

Fonte: Madigan et al. (2010)

# O ciclo do enxofre



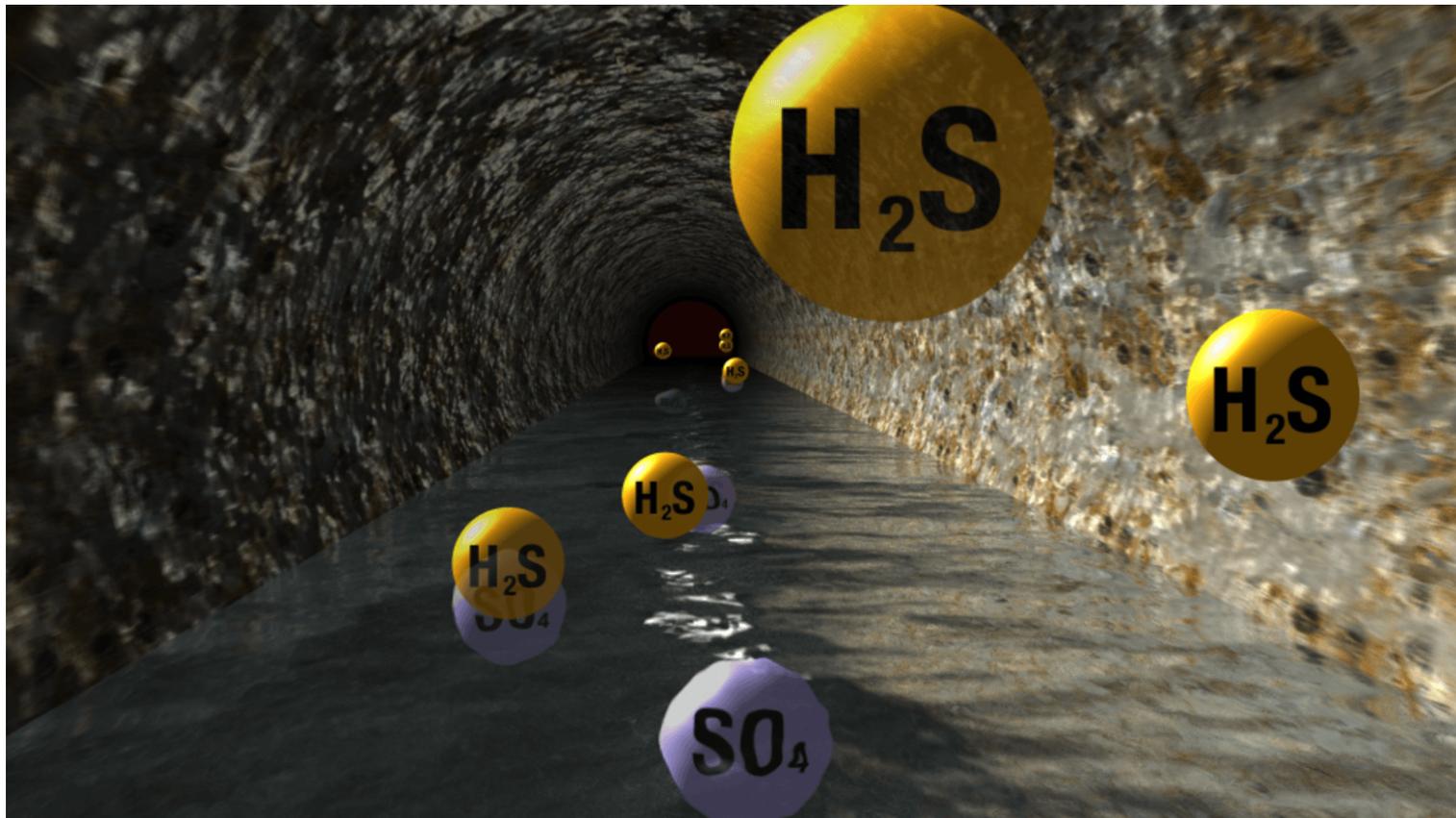
# O ciclo do enxofre - Desequilíbrios

- 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



# O ciclo do fósforo

## ■ Fósforo

- Nutriente importante para a vida:

- DNA, RNA, ATP

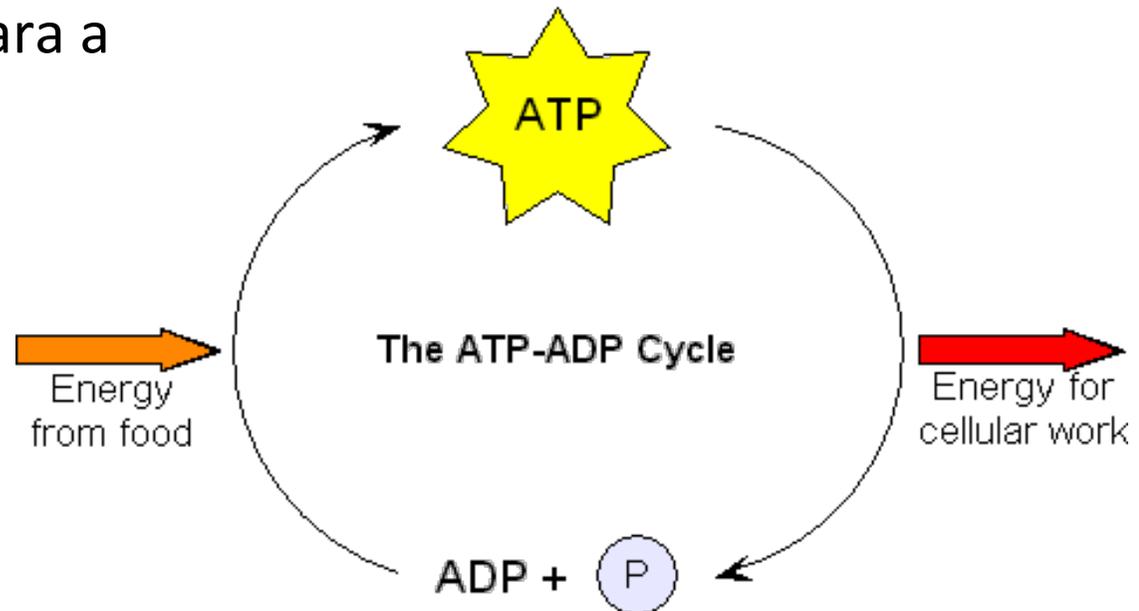
- Fontes principais:

- Minerais fosfatados

- Decomposição da matéria orgânica

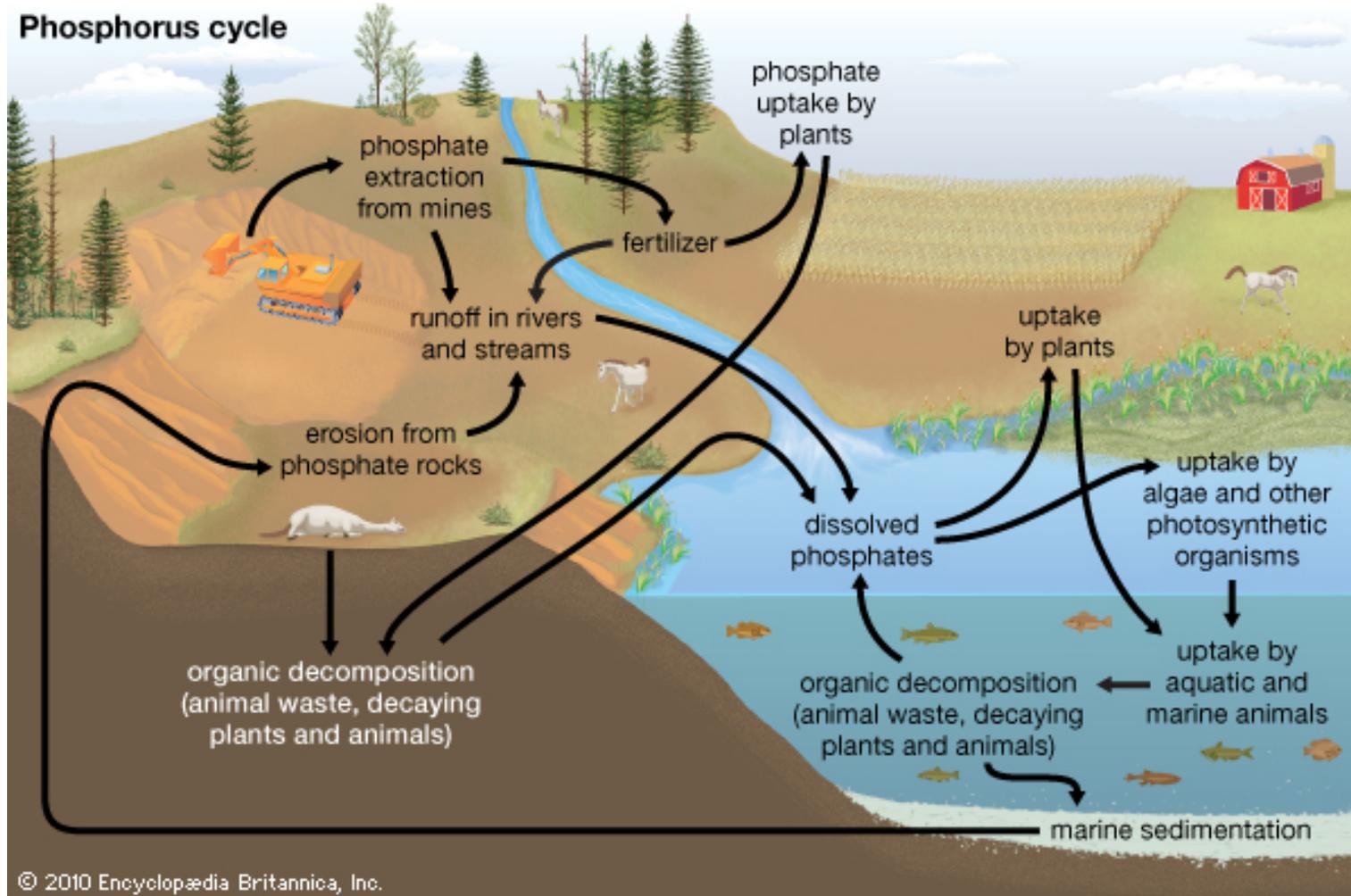
- Fertilização

- Águas residuárias



[http://www.thealevelbiologist.co.uk/\\_/rsrc/1379087920084/atp/ATP-ADP-CYCLE.gif](http://www.thealevelbiologist.co.uk/_/rsrc/1379087920084/atp/ATP-ADP-CYCLE.gif)

# O ciclo do fósforo



# O ciclo do fósforo - Desequilíbrios

- Eutrofização (causada também por compostos nitrogenados)



# O ciclo do fósforo - Desequilíbrios

## ■ Escassez de fósforo

INTERNACIONAL DER SPIEGEL

Especialistas alertam sobre a iminente crise de escassez de fósforo

26/04/2010 - 00h01 | do UOL Notícias

Ali Haider/AP



Máquina move minérios com fosfato em complexo de produção de fertilizantes no Iraque

Hilmar Schmundt

O elemento fósforo é essencial à vida humana e o ingrediente mais importante dos fertilizantes. Mas os especialistas alertam que as reservas de rochas de fosfato do mundo estão acabando. Será que reciclar o esgoto é a resposta?

<http://noticias.bol.uol.com.br/internacional/2010/04/26/especialistas-alertam-sobre-a-iminente-crise-de-escassez-de-fosforo.jhtm>

## How the great phosphorus shortage could leave us short of food

February 17, 2016 by Charly Faradji, University Of Bristol, And Marissa De Boer, VU University Amsterdam, The Conversation



Testing crops in 1940s Tennessee. Credit: Franklin D. Roosevelt Presidential Library and Museum

<http://phys.org/news/2016-02-great-phosphorus-shortage-short-food.html>

# Ciclos biogeoquímicos

- Poluição
- Impacto Ambiental
- Degradação Ambiental