

Escola de Engenharia de Lorena – EEL/USP



**ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE
(LOB1046)**

**Aula 1
Fundamentos**

Prof. MSc. Paulo Ricardo Amador Mendes

Crise Ambiental

População



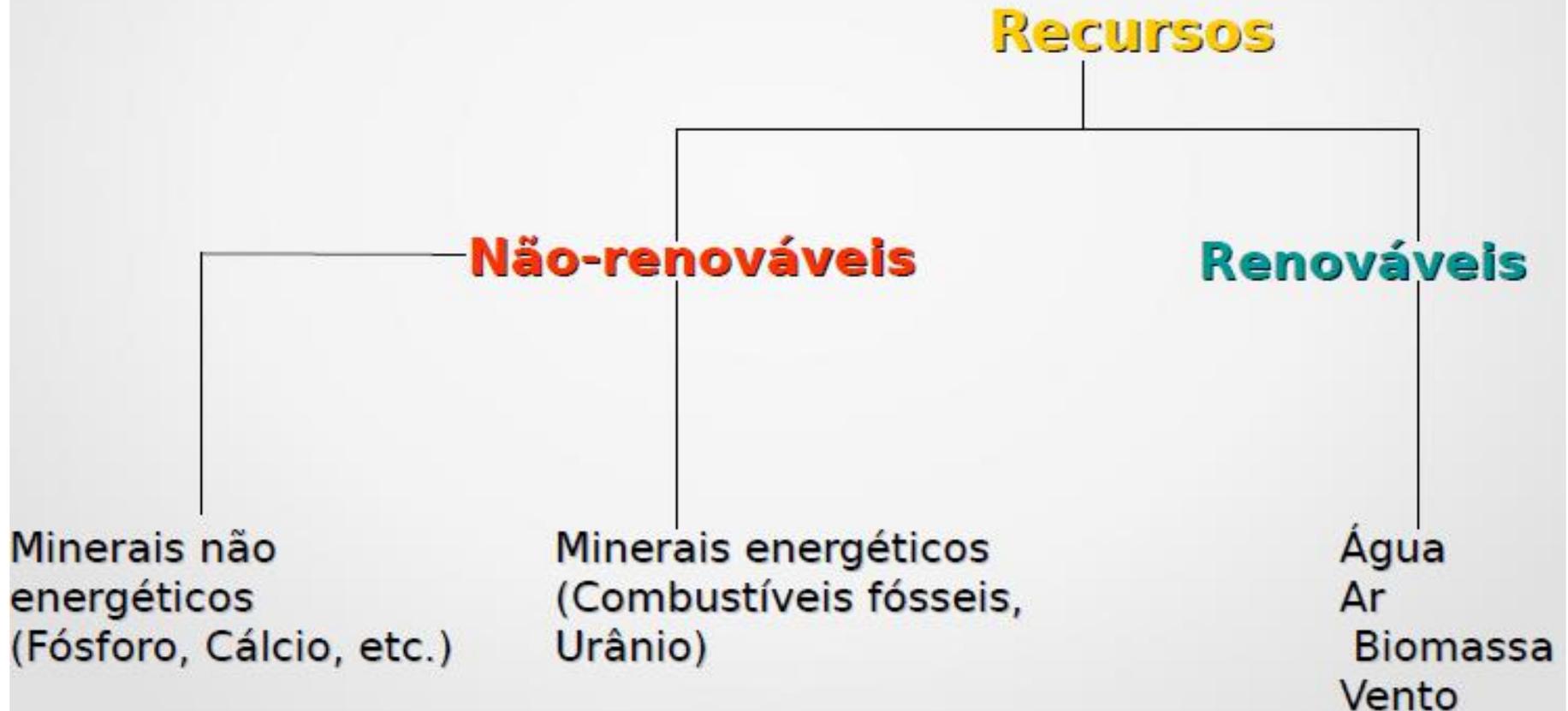
Recursos Naturais

Poluição

(principais componentes da crise ambiental)

Fundamentos

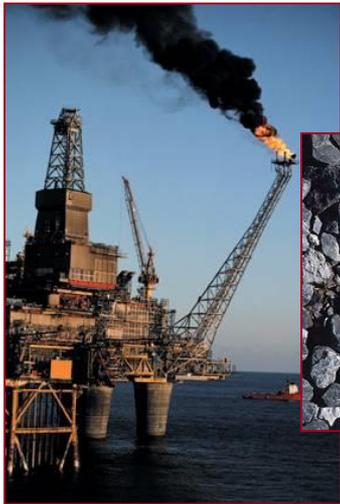
Classificação dos Recursos Naturais



O que são recursos naturais?

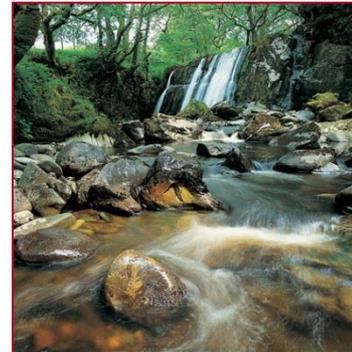
Matéria ou energia presentes na Natureza essenciais ou úteis para o Homem.

Os recursos naturais podem ser:



consumidos muito mais rapidamente do que se formam na Natureza.

Não-renováveis - energia fóssil, minérios, energia nuclear



repostos naturalmente num prazo relativamente curto.

Renováveis- hídricos, biológicos, energias alternativas



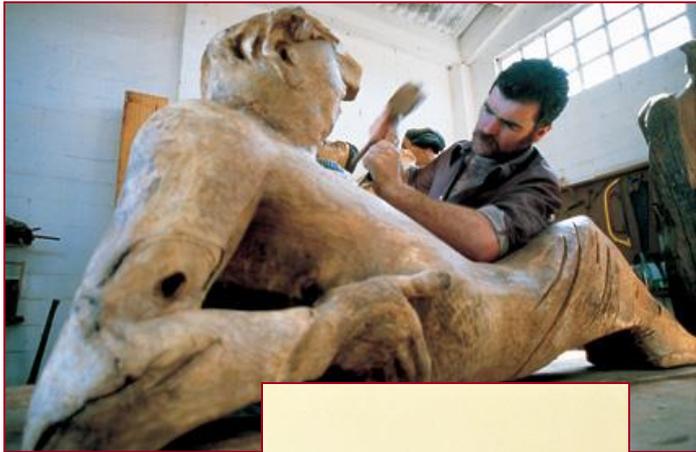
RECURSOS MINERAIS

Não renováveis

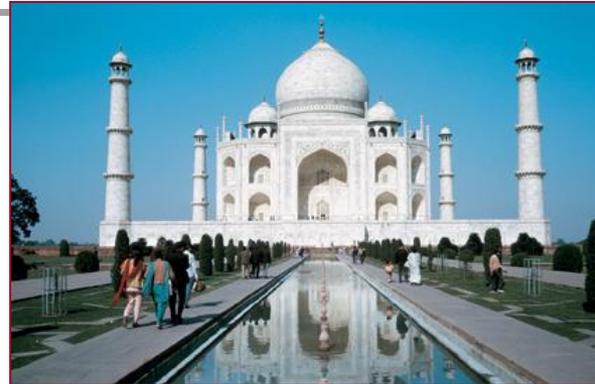
Minérios - são todos os minerais em que um ou mais elementos podem ser extraídos de uma forma rentável.

Jazidas minerais - Acumulações de rochas ou minerais que têm interesse económico rentável para o Homem.

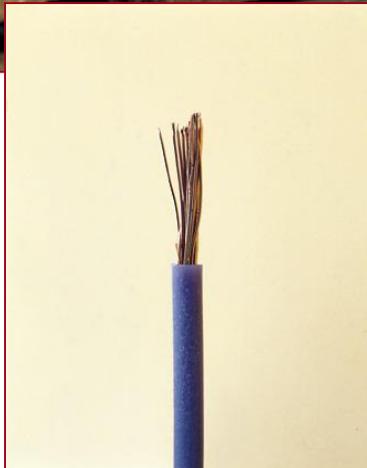
**São recursos não-renováveis de origem geológica:
rochas industriais, rochas ornamentais e minérios.**



Estátuas.



**O Taj Mahal é
feito de
mármore
branco.**



**Fios de cobre
usados em
cabos de
electricidade.**



Construção civil.

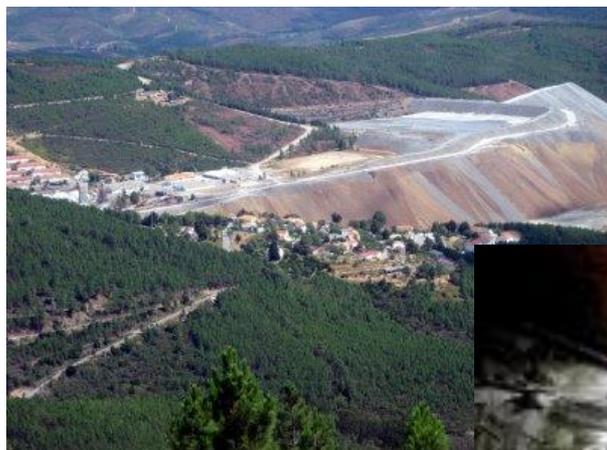
Como se extraem os recursos minerais da crosta terrestre?



Extração de granito

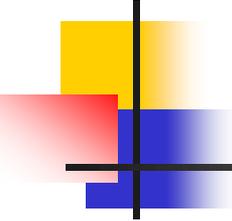


Salinas da Ria de Aveiro



Minas da Panasqueira



- 
-
- A exploração de **recursos minerais**, apesar dos benefícios econômicos, tem também custos ambientais:

Poluição de um rio com resíduos de cobre resultantes da exploração de uma mina.



Impacto visual da extração de ferro e vulnerabilidade perante os **agentes erosivos**.





RECURSOS BIOLÓGICOS

Os recursos biológicos são explorados através da

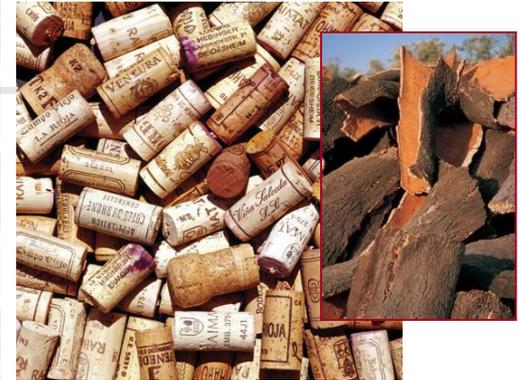
AGRICULTURA, PECUÁRIA, CAÇA, PESCA, PISCICULTURA e

EXPLORAÇÃO FLORESTAL

○ O Homem retira inúmeros benefícios a partir de outros seres vivos.



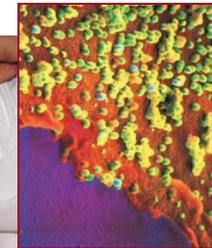
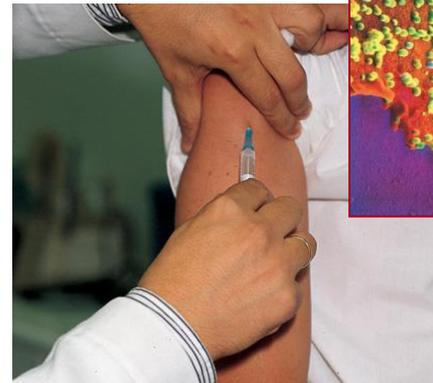
Vestuário.



Construção e industria.



Alimentação.



Produção de medicamentos e vacinas.

Recursos biológicos são organismos, partes destes ou quaisquer outros componentes bióticos de ecossistemas com utilidade para a Humanidade.

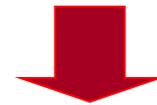
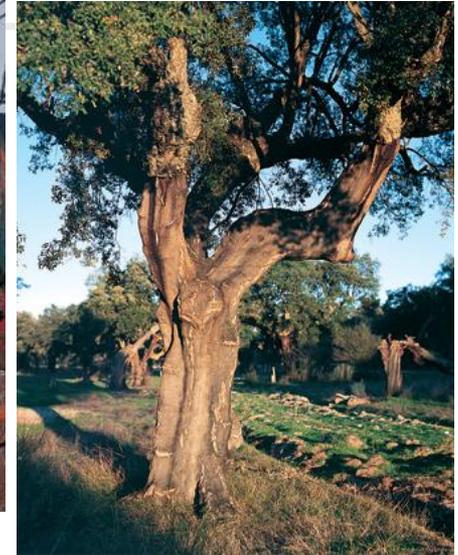
○ Existem vários tipos de recursos biológicos.



Recursos agrícolas



Recursos aquáticos



Recursos florestais

● Com a necessidade de produzir maior quantidade de alimentos, a agricultura:



**Começou a utilizar
excessivamente
pesticidas.**

Prejudica a biodiversidade



Tornou-se muito intensiva.

A **alteração das práticas agrícolas** pode contribuir para a conservação dos recursos naturais.

Com o aumento da procura de pescado:



A pesca deixou de ser artesanal e passou a ser industrial.



São pescadas grandes quantidades.



Algumas redes têm malhas muito reduzidas, sendo apanhados alguns animais ainda juvenis.



Algumas técnicas de pesca (por exemplo, o arrasto) destroem habitats.

As redes de pesca abandonadas constituem uma ameaça a todos os seres marinhos.

A melhor **gestão dos recursos aquáticos** pode ajudar a preservar a biodiversidade nos oceanos.

A exploração de **recursos florestais** permite obter muitos benefícios.



Cortiça.



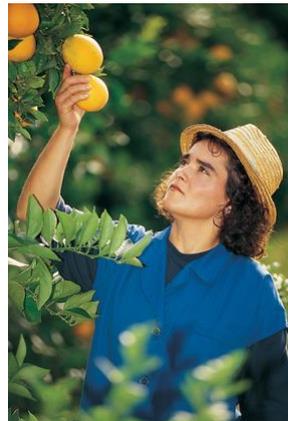
Madeira.



Celulose, para o fabrico de papel.



Resina.



Frutos.



Floresta.

— Protecção do solo
contra a erosão.

— Manutenção da
qualidade do ar e da água.

— Constituição de
ecossistemas de grande
biodiversidade.

● A exploração de **recursos florestais** permite obter muitos benefícios.

no entanto

A floresta é constantemente vítima de agressões



Incêndios.



Desflorestação para obtenção de madeira.



Desflorestação para a agricultura e ocupação urbana.

PISCICULTURA

Devido ao desenvolvimento desta atividade, várias espécies de pescado chegam aos mercados em quantidade que não seria possível através da pesca. Estes produtos são, também, mais baratos que os tradicionais.

No entanto, o crescimento industrial de viveiros pode causar poluição. Os peixes podem contrair doenças e têm de ser tratados com antibióticos e outros produtos químicos.



Viveiros de ostras



**Viveiros de
trutas
(Manteigas)**

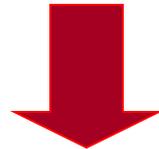


RECURSOS HÍDRICOS

- A água existe na Terra nos três estados físicos.



No entanto, apenas uma pequena parte está disponível para o uso do Homem.



Recursos hídricos



Consumo agrícola (70%).



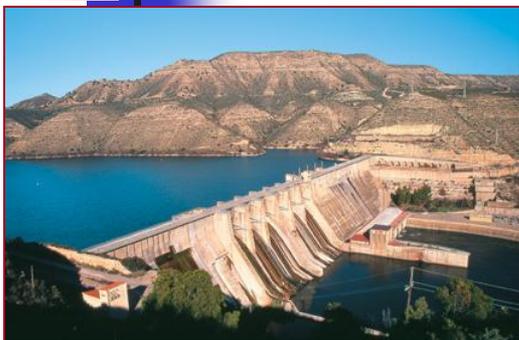
Consumo industrial (20%).



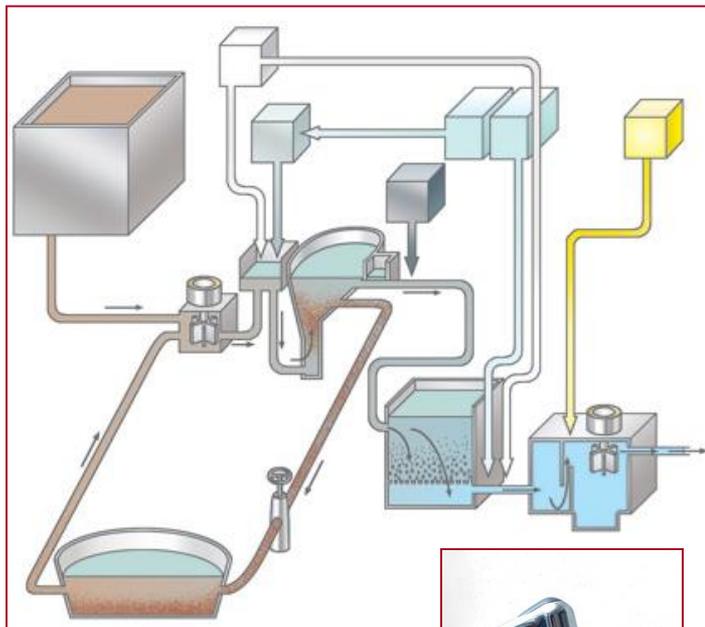
Consumo doméstico (10%).

Actualmente, durante a sua utilização nas diferentes actividades, existe desperdício de grandes quantidades de água.

- A água utilizada para consumo humano é geralmente sujeita a tratamento prévio.



Barragem: a água é retida e canalizada para tratamento.



Na ETA — Estação de Tratamento de Água — a água é sujeita a diferentes tratamentos e análises, que asseguram a qualidade da água para consumo humano.



A água entra na rede de distribuição com a qualidade necessária para o consumo.

Existem vários tipos de águas

Água de nascente

Baixa mineralização devido a um curto tempo de circulação no subsolo.



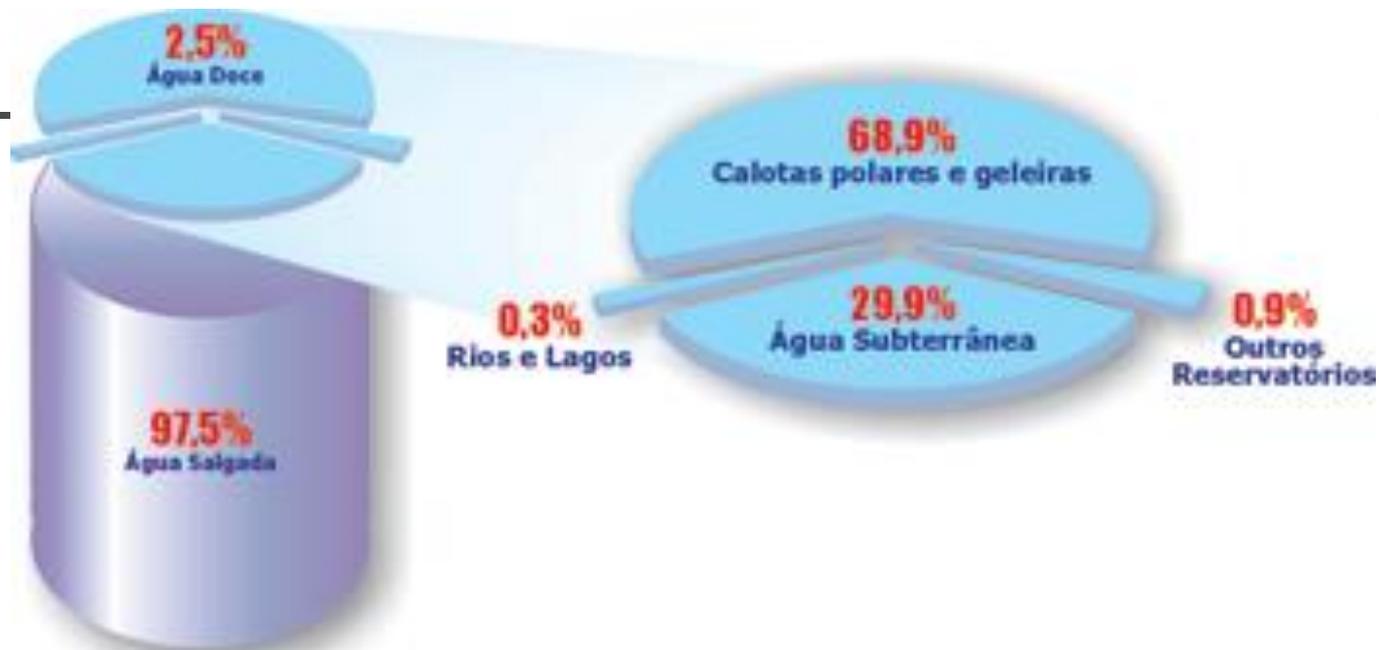
Água mineral

Elevado grau de mineralização resultante de uma longa permanência no subsolo.

Água minero-medicinal

Água mineral com propriedades medicinais.





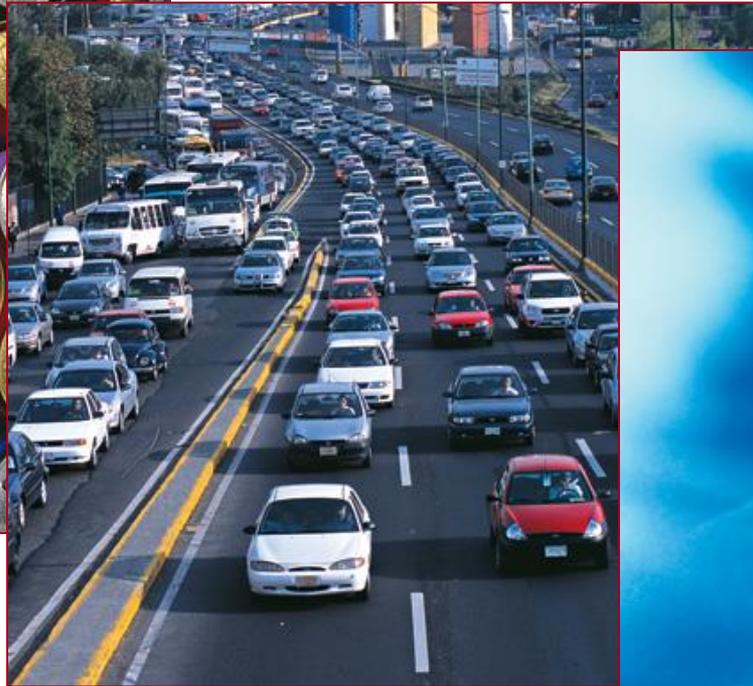
O gráfico acima mostra como a água está distribuída. A maior parte está nos oceanos.

RECURSOS ENERGÉTICOS

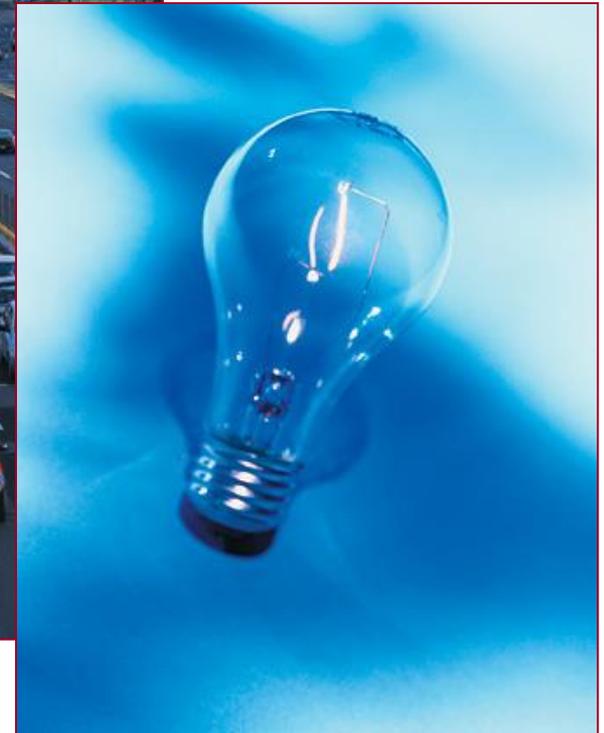
- Nas sociedades atuais, a produção e a utilização dos bens do dia-a-dia requer energia.



Produção de materiais.

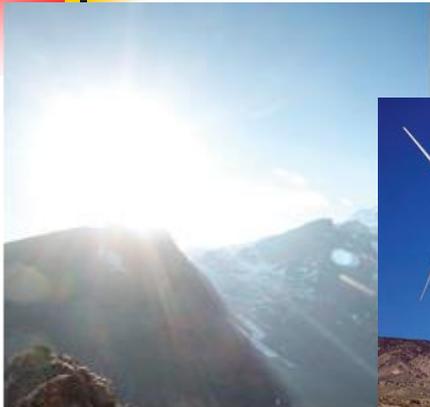


Transportes.



Electricidade.

● Nas sociedades atuais, a produção e a utilização dos bens do dia-a-dia requer **energia**.



Sol.



Vento.



Ondas.



Carvão.



Petróleo.



obtida a partir de
vários recursos

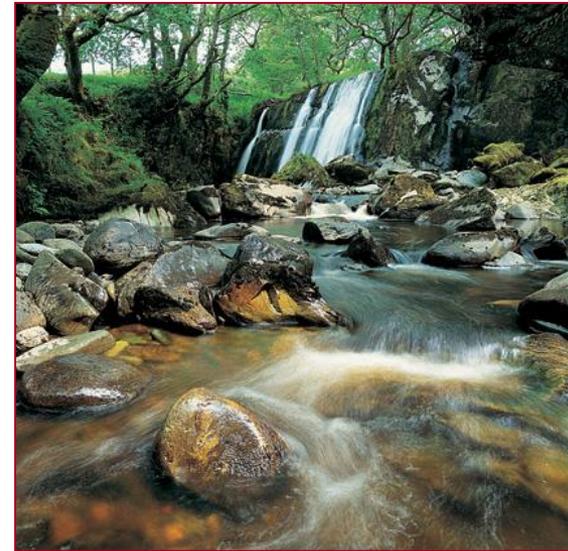


**Recursos
energéticos**

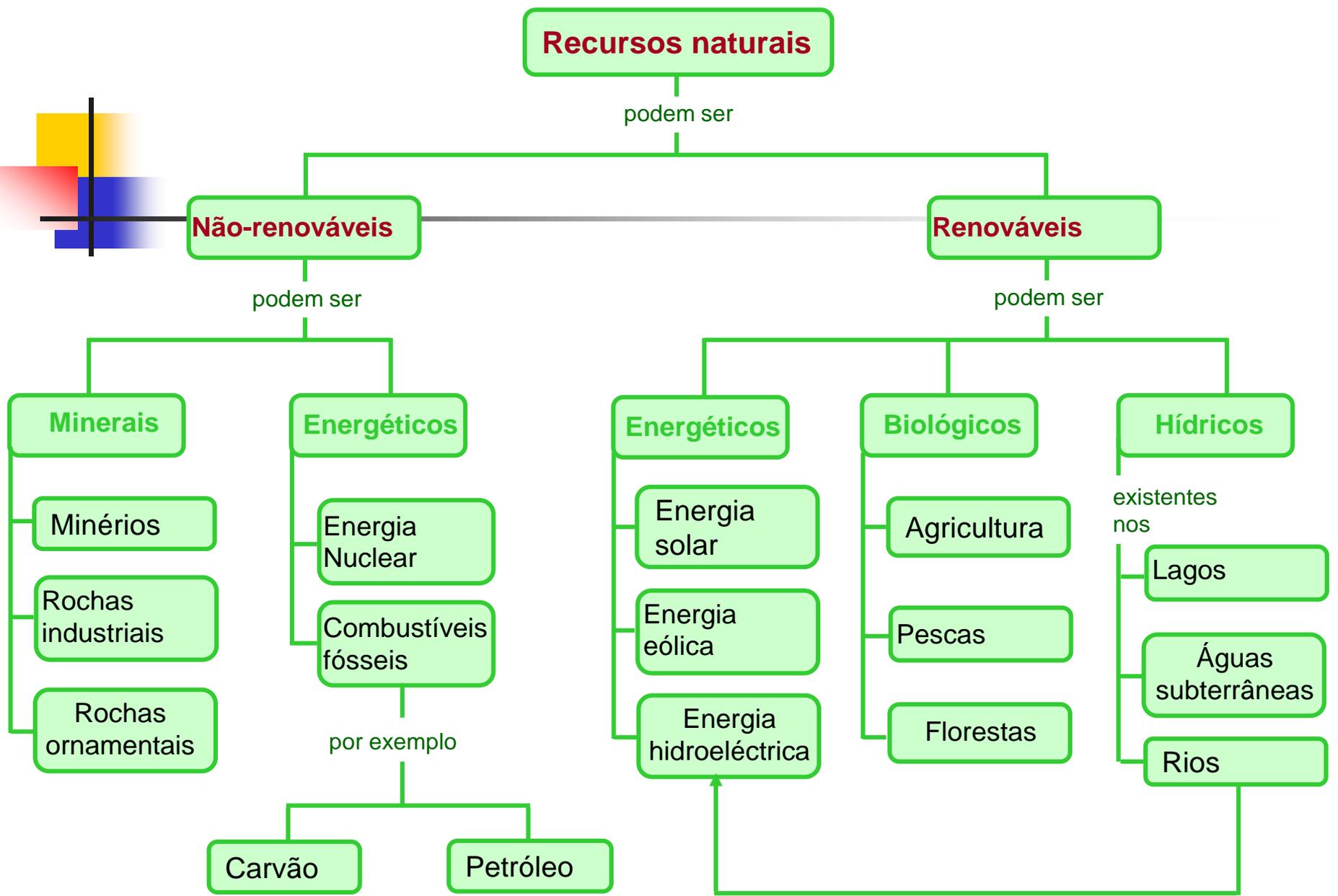
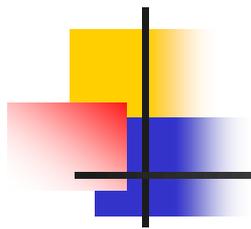
Os recursos energéticos podem ser



Não-renováveis



Renováveis



Fundamentos

A classificação de recursos renováveis e não-renováveis é fixa?



Fundamentos

Limites dos Recursos Renováveis (quando passa a ser não-renovável):

- Ocorre quando a **taxa de utilização** supera a máxima capacidade de sustentação do sistema.



Ex.

Um campo de pastagem comum é utilizado por um grupo de fazendeiros. O capim é o recurso natural renovável (biomassa). Para aumento dos “lucros” os fazendeiros colocam o n^o máx. de cabeças nesse pasto, resultando na depleção de um recurso pelo limite de sua renovação.





Fundamentos

Poluição:

Toda e qualquer forma de matéria ou energia, lançada ou liberada, na água, no solo ou no ar, em quantidade e concentração, que representem risco à fauna, flora ou à saúde pública.



Fundamentos

- ✓ **Poluentes:** rejeitos gerados pelas **atividades humanas**, causando um **impacto ou efeito ambiental negativo** - uma alteração indesejável ou não planejada.
- ✓ **Controle da Poluição:** Padrões e Indicadores
 - *Qualidade do Ar:* CO, NO_x, SO_x, Pb, ...
 - *Qualidade da Água:* O.D., Fenóis, Hg, pH, Turbidez, Cor, ...
 - *Qualidade do Solo:* Taxa de erosão, Sedimentos, infiltração,...

Leis de Conservação de Massa e Energia

Lei da conservação de massa

- Em qualquer sistema, físico ou químico, nada se cria nem se elimina matéria, tudo se transforma;
- Não se cria algo do nada nem se transforma algo em nada;
- Tudo que existe provem de matéria pré-existente;
- Tudo se realiza com a matéria que é proveniente do próprio planeta, retirando-se material do ar, da água e do solo para a elaboração do insumo desejado, dispondo, na Terra, de outra forma.

Leis de Conservação de Massa e Energia

Primeira lei da termodinâmica

A energia se transforma, não pode ser criada ou destruída:

- *Energia Cinética*: a matéria adquire, em função de sua movimentação, massa e velocidade;
- *Energia Potencial*: armazenada na matéria pela sua posição ou composição (fósseis, alimentos, etc.).

Energia Potencial Bruta vs Líquida.

Ex: Petróleo, gás natural, carvão.,

Combustíveis naturais...



Leis de Conservação de Massa e Energia

Segunda lei da termodinâmica

- Toda transformação de energia dá-se de uma maneira mais nobre para uma menos nobre ou de menor qualidade.
- Quanto mais trabalho realizar mais nobre será a energia.
- A quantidade é preservada (1ª lei) - mas a qualidade (nobreza) é sempre degradada (2ª lei).
- A transformação de energia envolve rendimentos inferiores a 100%
- O corpo que possui uma forma ordenada necessita de energia de alta qualidade para manter sua entropia baixa.

Consequência ambiental:

Tendência de globalização da poluição.

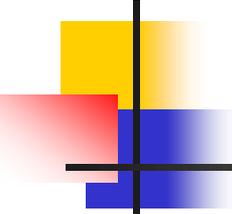
Ex: casos de chuvas ácidas internacionais (EUA, Canadá, UK, Suécia, etc.)

Leis de Conservação de Massa e Energia

Considerações

- É impossível obter energia de melhor qualidade do que aquela disponível inicialmente - não existe reciclagem completa de energia;
- Nunca estaremos livres de algum tipo de poluição (rejeitos);
- Por mais que se recicle sempre haverá necessidade de mais matéria e sempre sobrarão detritos não-recicláveis.

“A conservação do meio ambiente tem seu custo econômico e o compromisso adequado de ter, como meta, o desenvolvimento sustentável”.



Ecologia

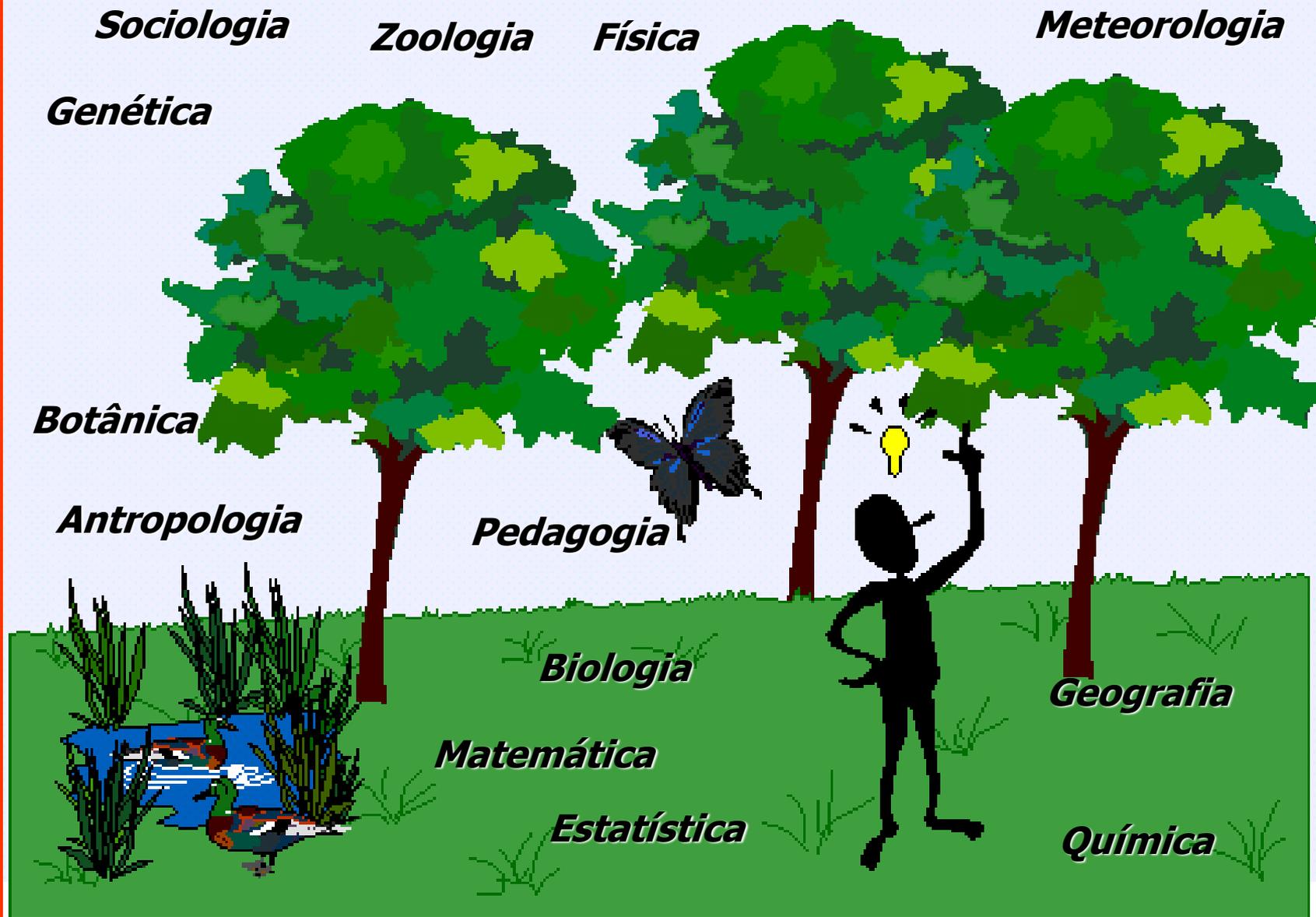
- O termo ***ECOLOGIA*** foi empregado pela 1ª vez por E. Haeckel, em 1866.



- **Ecologia** é o estudo das interações dos seres vivos entre si e com o meio ambiente.

Ciência 1869

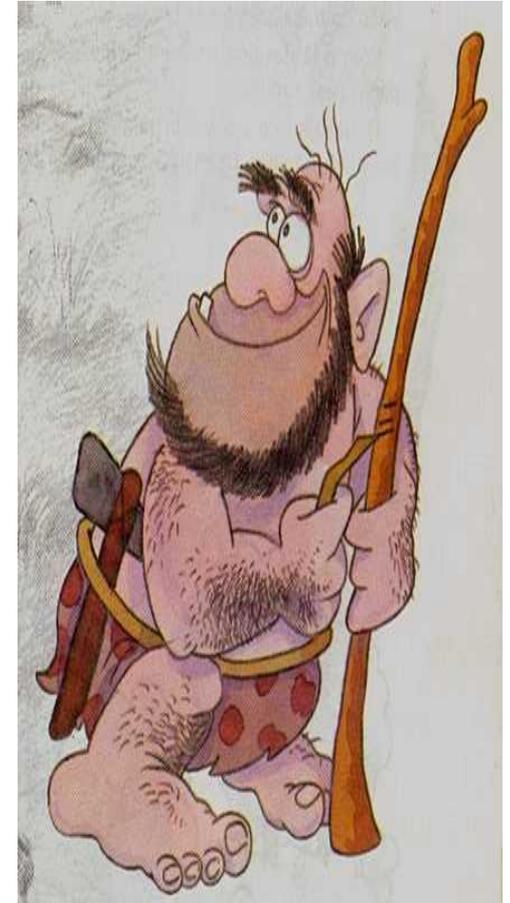
Fenômenos complexos



A VIDA

- Terra tem 4,6 bilhões de anos;
- Primeiro ser vivo → 3,5 bilhões (bactéria);
- Primeira planta → 1,5 bilhões;
- Primeiro animal → 570 milhões (esponja);
- Primeiros insetos → 250 milhões;
- Primeiros mamíferos → 175 milhões;
- O **HOMEM** → 46 milhões.

HOMEM



Qual o campo de atuação da ECOLOGIA?



CÉLULAS → TECIDOS → ÓRGÃOS →

SISTEMAS → ORGANISMOS → POPULAÇÕES

→ COMUNIDADES → ECOSSISTEMA →

BIOSFERA

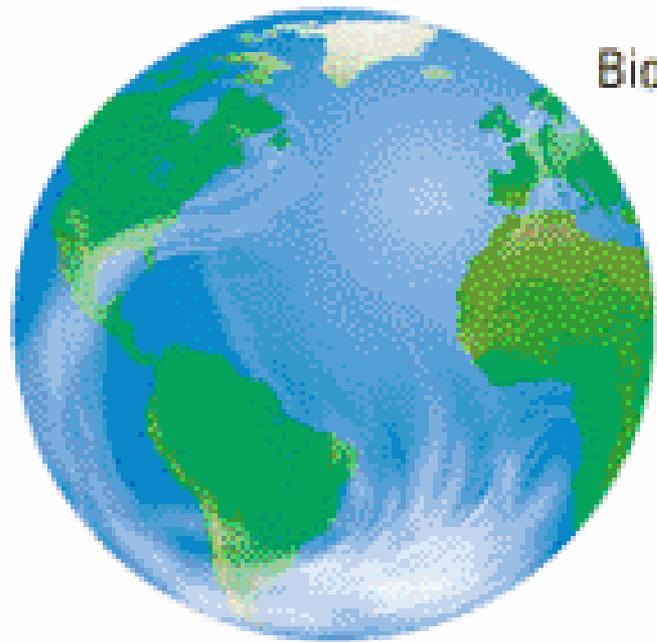
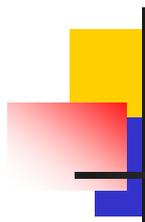
ESQUEMA DOS NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO



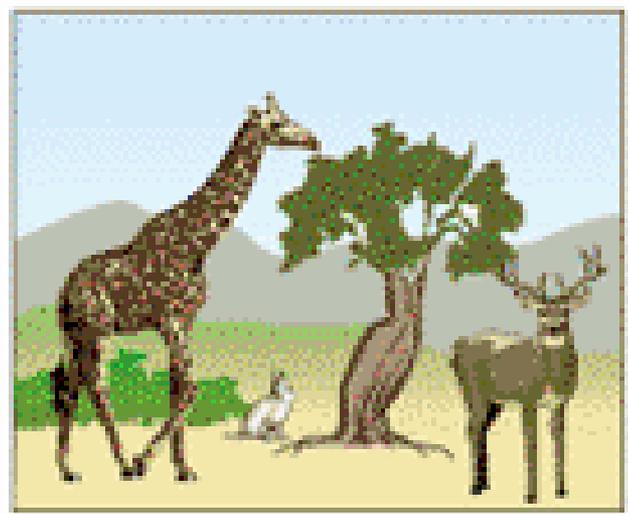
Qual o campo de atuação da ECOLOGIA?



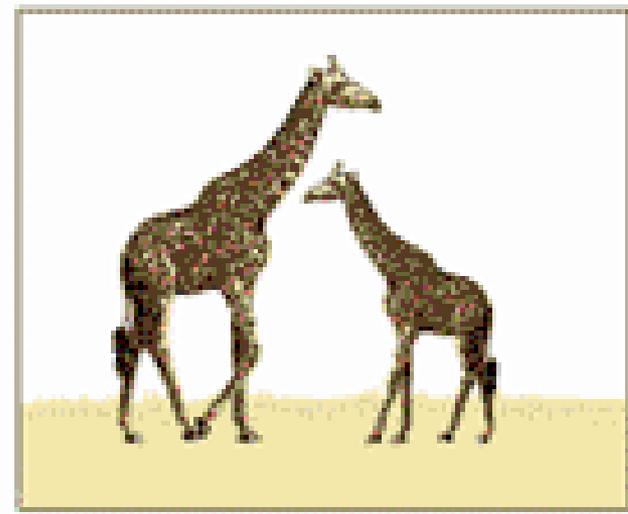
- **POPULAÇÕES:** conjuntos de indivíduos de uma mesma espécie;
- **COMUNIDADE:** conjunto de populações;
- **ECOSSISTEMA:** conjunto da comunidade e o ambiente (fatores bióticos e abióticos);
- **BIOSFERA:** é o conjunto de todos os ecossistemas da Terra.



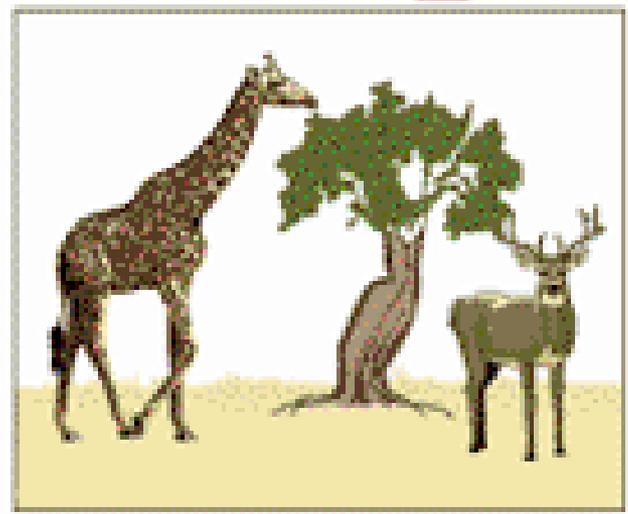
Biosfera



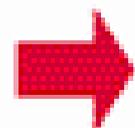
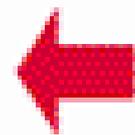
Ecossistema

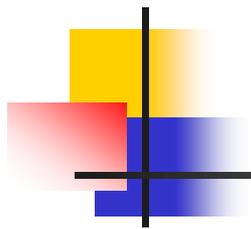


População



Comunidade



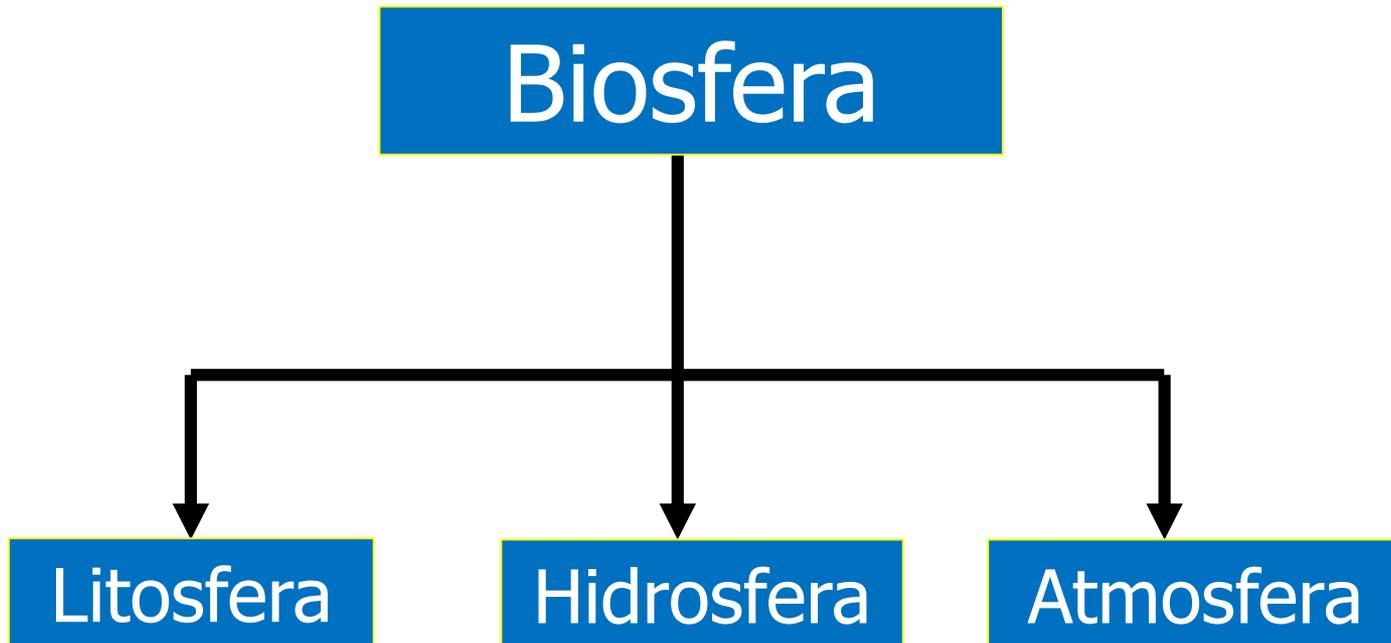


Biosfera

Litosfera

Hidrosfera

Atmosfera





BIOSFERA

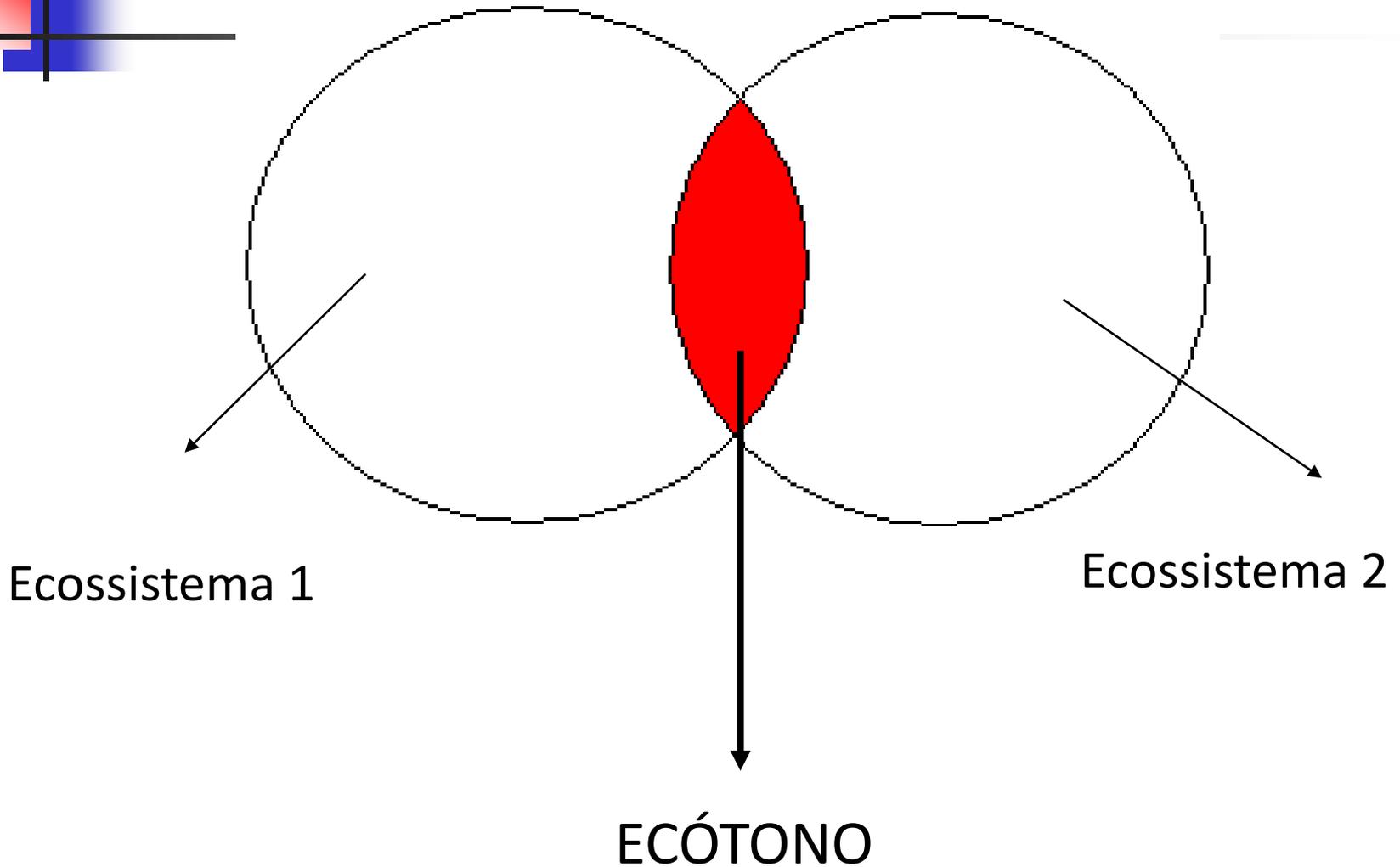
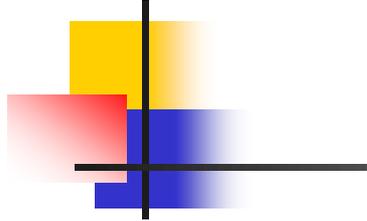
- Litosfera – camada superficial sólida da Terra ($1/4$ da superfície do planeta, condições climáticas variáveis, enorme biodiversidade);
- Hidrosfera – representada pelo ambiente líquido ($3/4$ da superfície do planeta, condições climáticas menos variáveis, salinidade variável, biodiversidade pequena;
- Atmosfera - camada gasosa que envolve as demais.

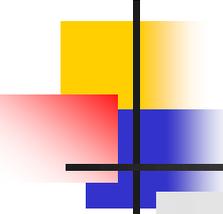
Condições essenciais à vida



- **Presença:**
 - Água
 - Fonte de energia
 - Elementos químicos em contínua reciclagem
- **Ausência:**
 - variações extremas de temperatura
 - radiações ionizantes
 - *partículas alfa, partículas beta* - elétrons e prótons
 - *os raios gama, raios-x e neutrons.*

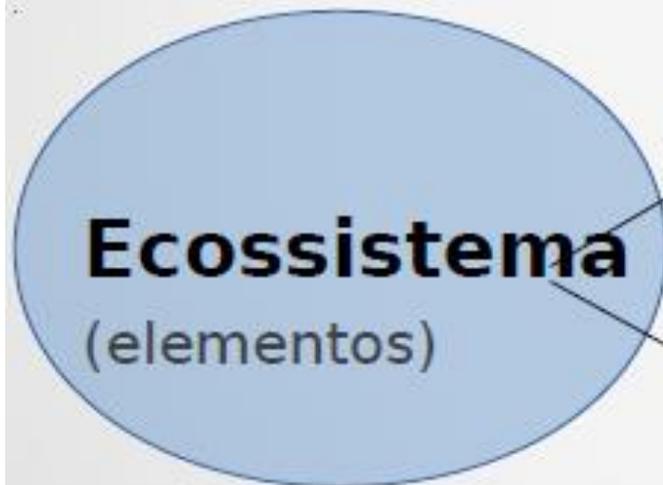
Ecótono: Transição entre dois ecossistemas vizinhos.





Ecossistemas

Unidade básica no estudo da Ecologia

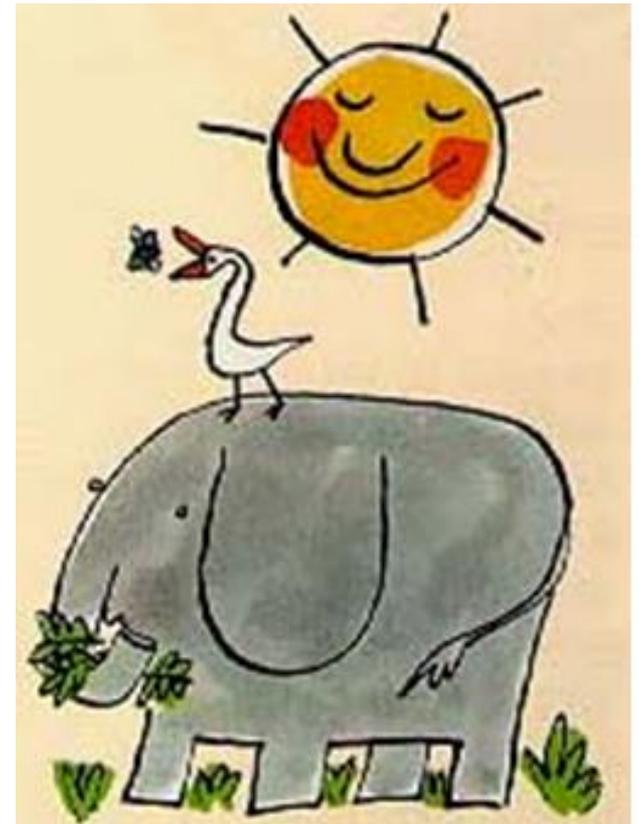


Abióticos
(água ar, solo)

Bióticos
(seres vivos)

CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

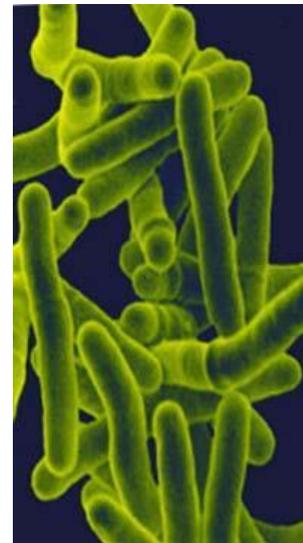
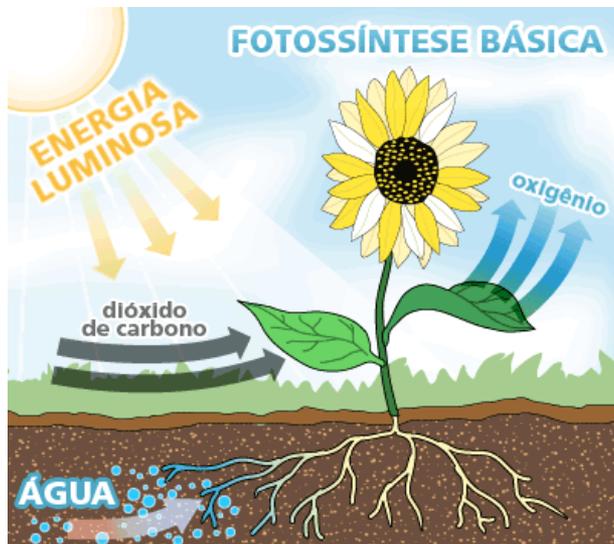
- Relações de alimentação entre os organismos de uma comunidade, iniciando-se nos produtores e passando pelos herbívoros, predadores e decompositores, por esta ordem.



CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

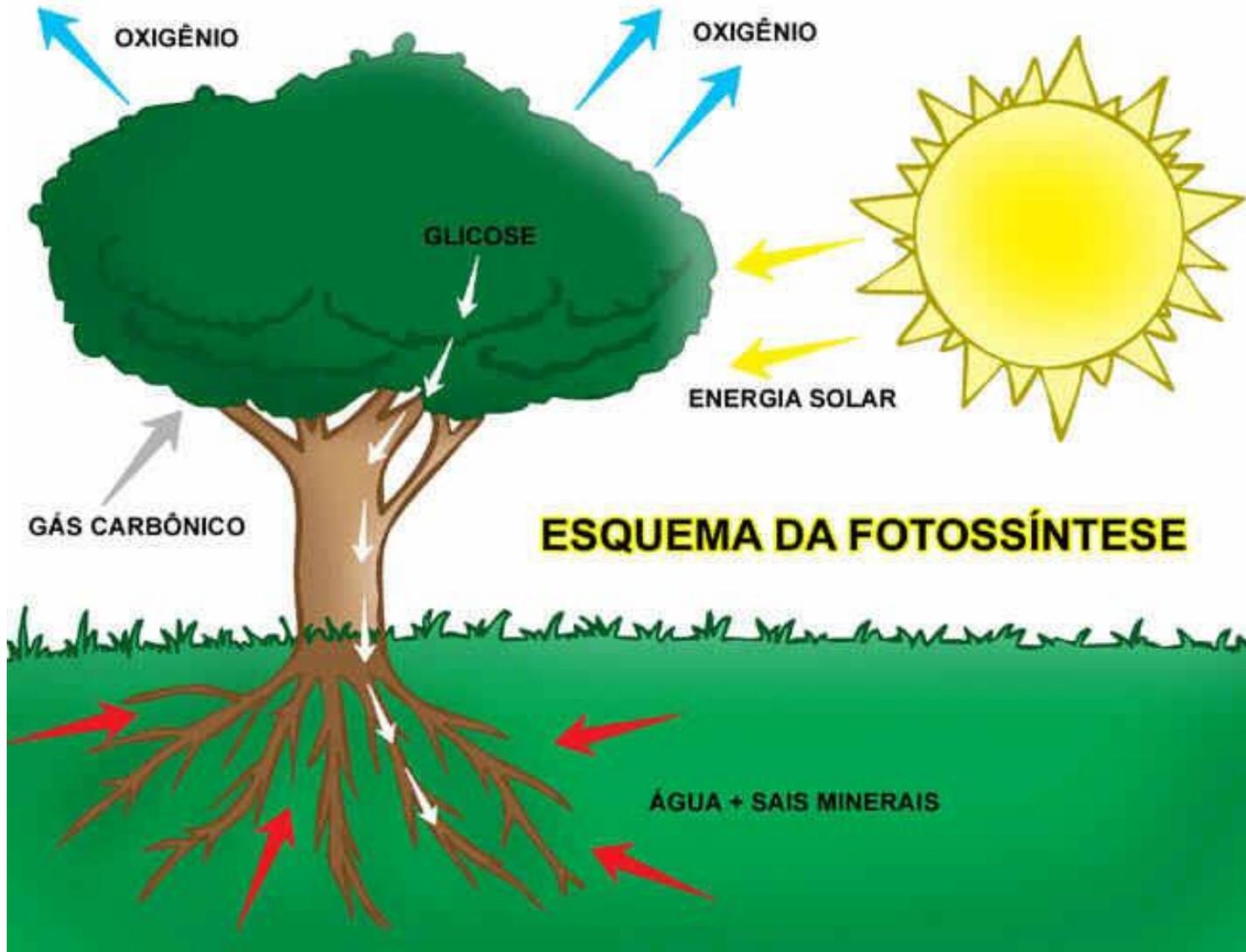
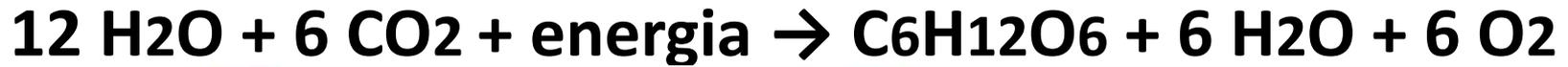
PRODUTORES: capazes de fixar a energia luminosa sob a forma de **energia química**. São chamados ***autótrofos***.

- Dividem-se em:
 - * Produtores fotossintetizantes;
 - * Produtores químiossintetizantes.



➤ PRODUTORES FOTOSSINTETIZANTES:

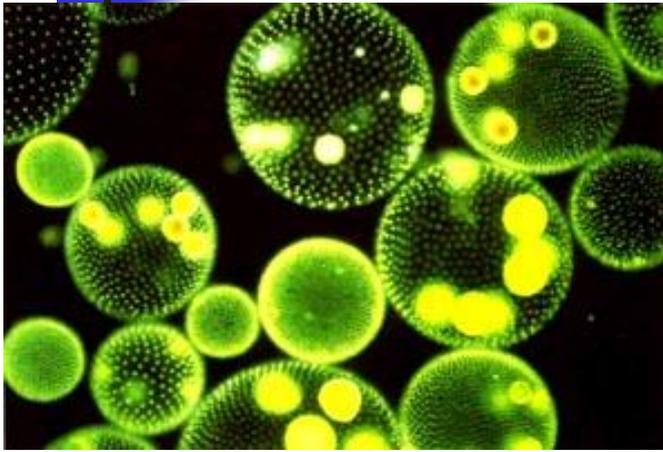
* Equação geral da fotossíntese:



CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

➤ PRODUTORES FOTOSSINTETIZANTES:

* São as plantas verdes, algas e fitoplâncton.

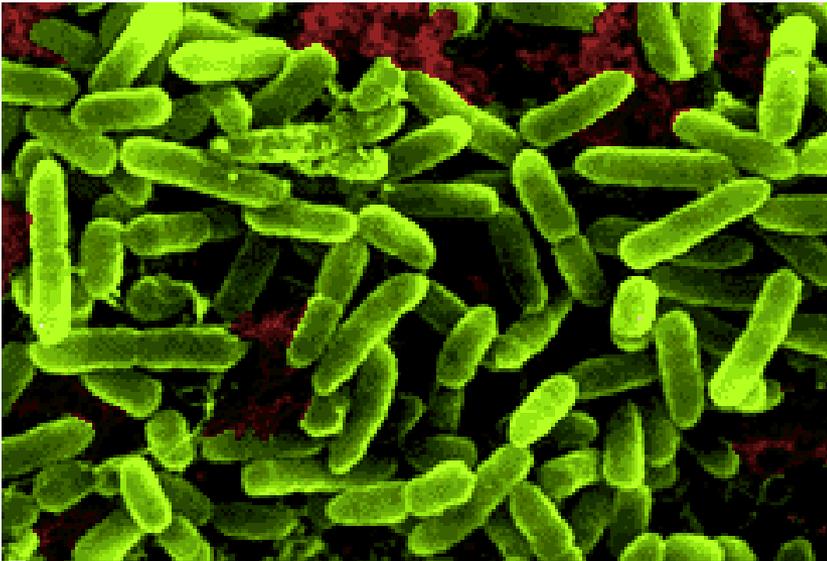
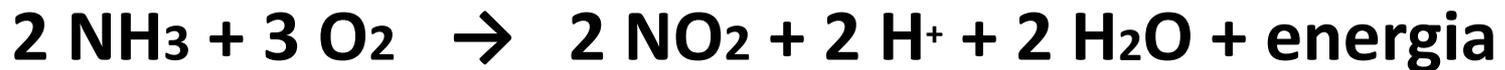


CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

➤ PRODUTORES QUIMIOSSINTÉTICOS:

* A matéria orgânica é proveniente da oxidação de compostos orgânicos;

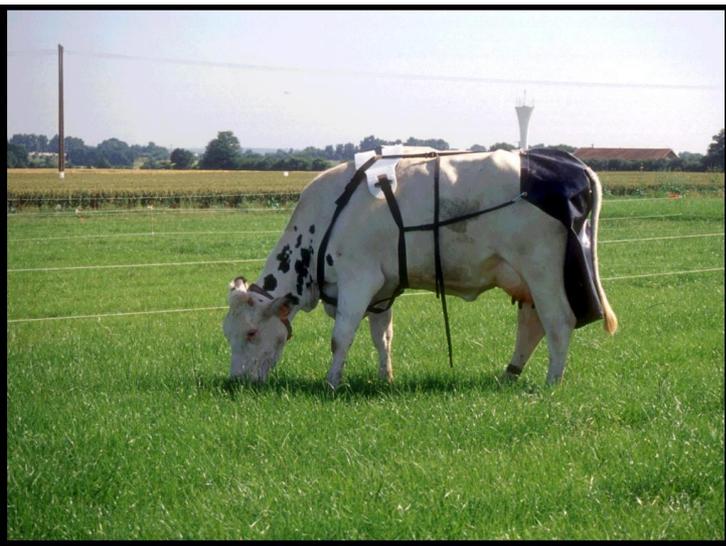
* Ocorrem em certas bactérias.



CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

CONSUMIDORES: são organismos que não produzem seu alimento (heterótrofos) e nutrem-se dos produtores (direta ou indiretamente).

* **Consumidores primários (C1):** são os herbívoros e parasitas de plantas verdes.



CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

* Consumidores secundários (C2): são os carnívoros que se alimentam de herbívoros.



CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

* Consumidores terciários (C3): são os carnívoros que se alimentam de carnívoros.



Tarântula



Armadilha



Aranha Marrom



Caranguejeira



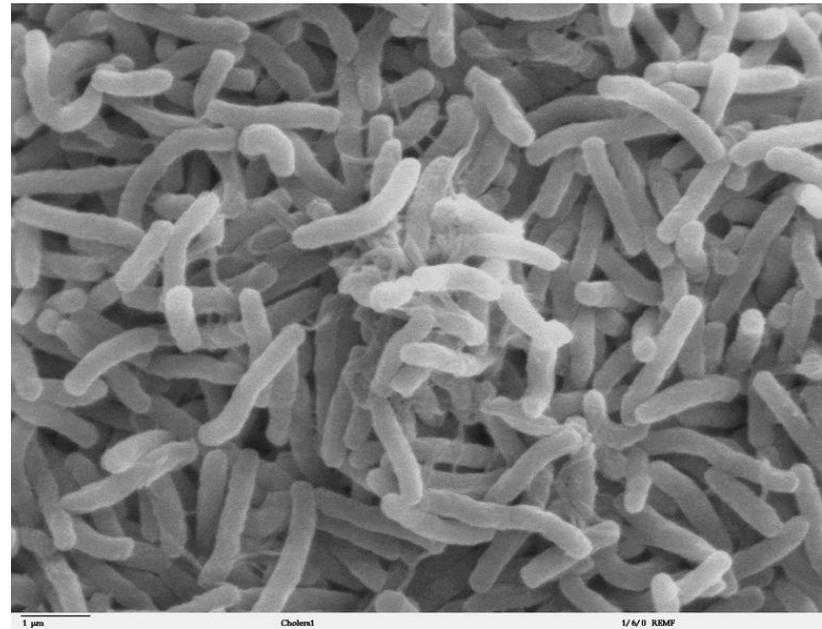
Viúva Negra



Balkalai

CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

***Decompositores**: decompõe matéria orgânica morta em inorgânica, num processo natural de reciclagem de matéria.



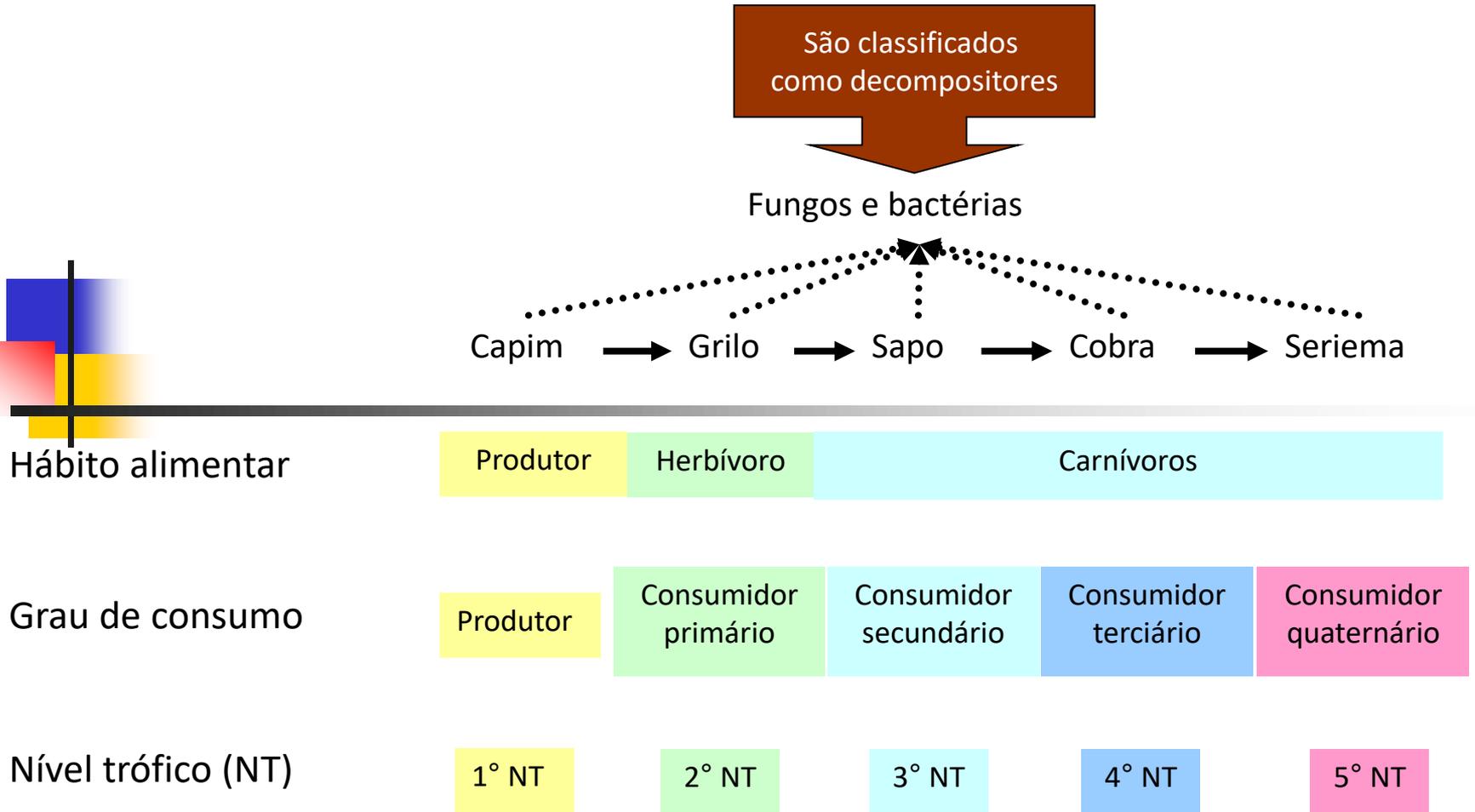
CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

Numa CADEIA ALIMENTAR o NÍVEL TRÓFICO é a posição do organismo na cadeia.

PLANTA > **HERBÍVORO** > **CARNÍVORO**
1º Nível Trófico **2º Nível Trófico** **3º Nível Trófico**



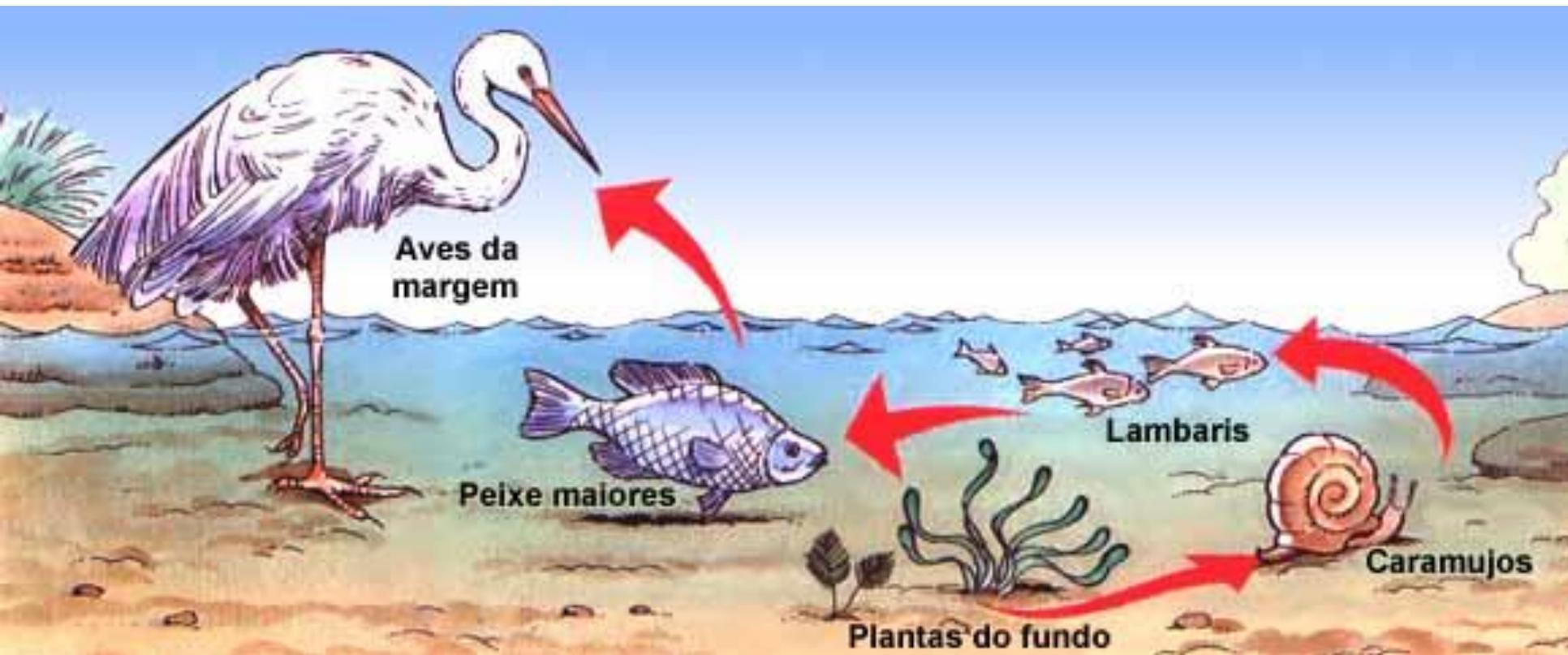
Classificação dos seres vivos nas cadeias alimentares



A classificação de onívoro não aparece, no hábito alimentar, para os animais representados em cadeias, mas somente em teias alimentares.

CADEIA ALIMENTAR (Cadeia Trófica)

Quando se constrói uma cadeia alimentar, as setas indicam sempre o trajeto do alimento.

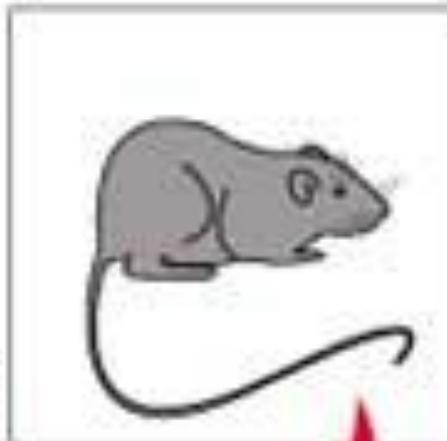




Produtores



Consumidores Primários

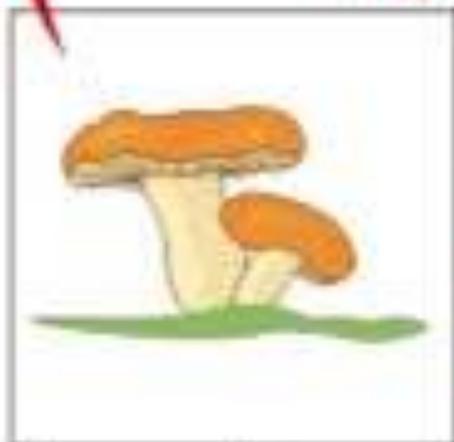


Consumidores Secundários

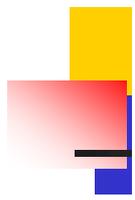
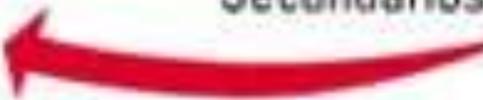


Consumidores Terciários

Sais minerais



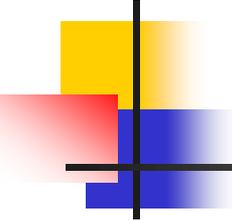
Decompositores (fungos)



TEIA ALIMENTAR

É um conjunto de cadeias alimentares interconectadas, geralmente representado como um diagrama das relações entre os diversos organismos de um ecossistema. Nas teias

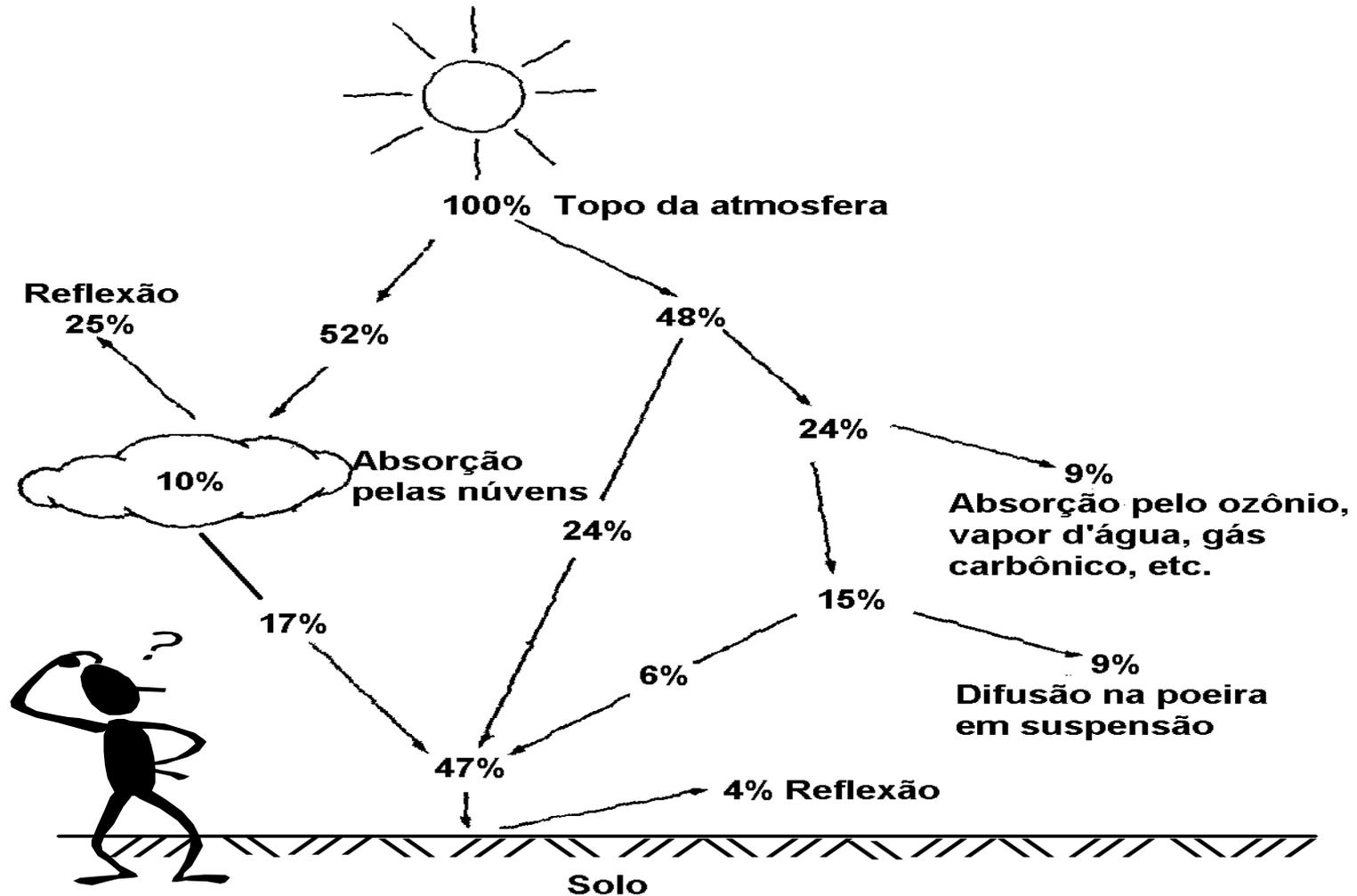


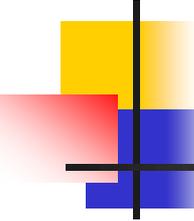


ENERGIA

- Seres vivos → necessitam de energia para manter sua constituição interna, para locomover-se, para crescer, etc.;
- Fonte de energia na biosfera → Sol:
 - ✓ Ilumina e aquece o Planeta;
 - ✓ Fornece energia para a síntese de alimentos;
 - ✓ Responsável pela distribuição e reciclagem de elementos químicos.

DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA

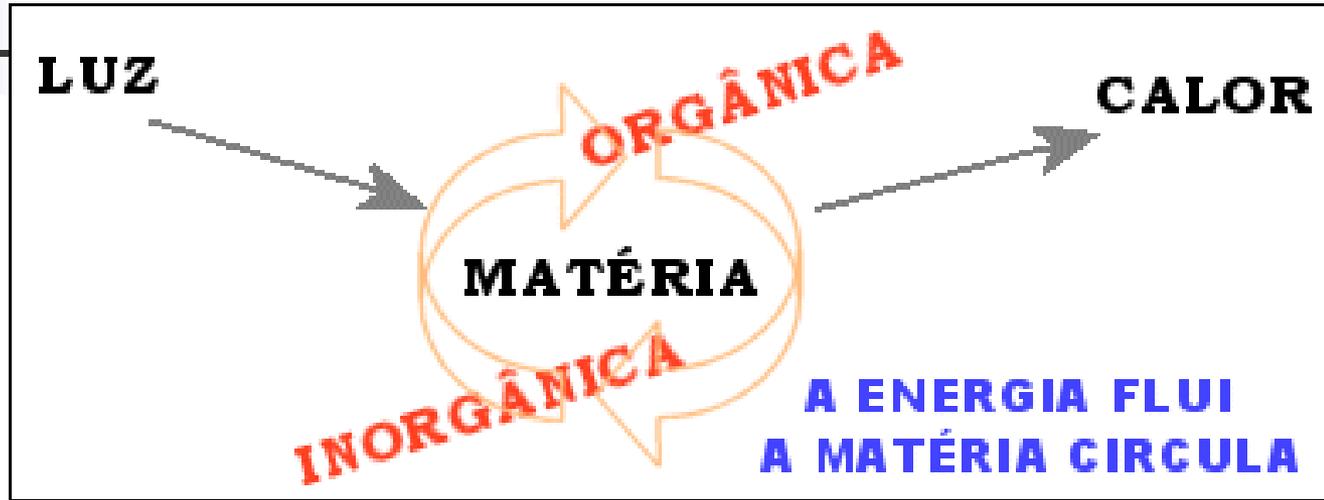




A ENERGIA

- Radiação Ultravioleta (ionizante): formação da vitamina D, poder de mutação (incidência de câncer/boa parte é absorvida pela camada de ozônio);
- Radiação Visível (luz): produção de alimentos;
- Radiação Infravermelha (calor): influência sobre os seres vivos, dando origem a fenômenos meteorológicos.

Fluxo de Energia nos Ecossistemas



A ENERGIA FLUI DE PRODUTORES PARA DECOMPOSITORES



UNIDIRECIONAL

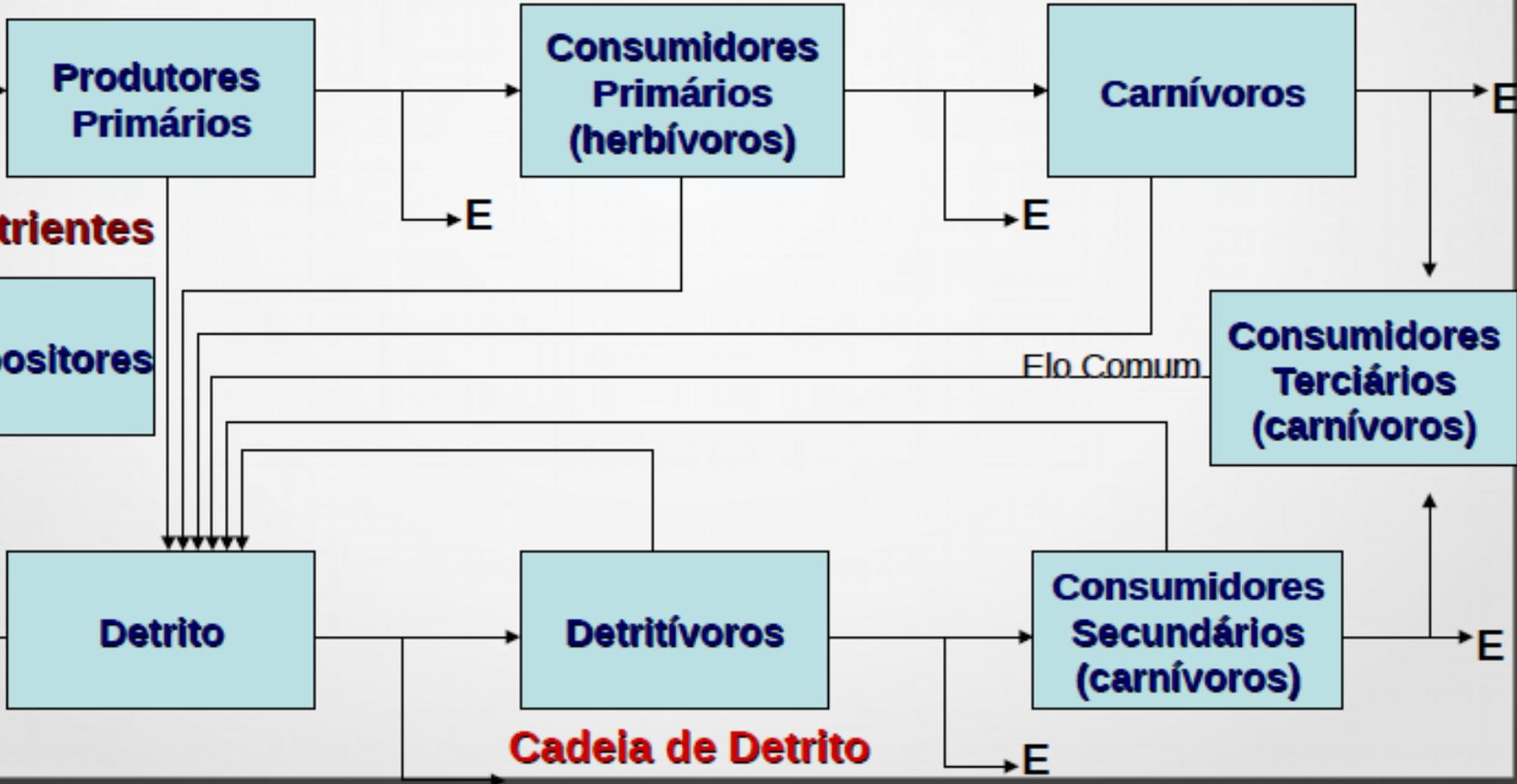
CADEIA ALIMENTAR E FLUXO ENERGÉTICO



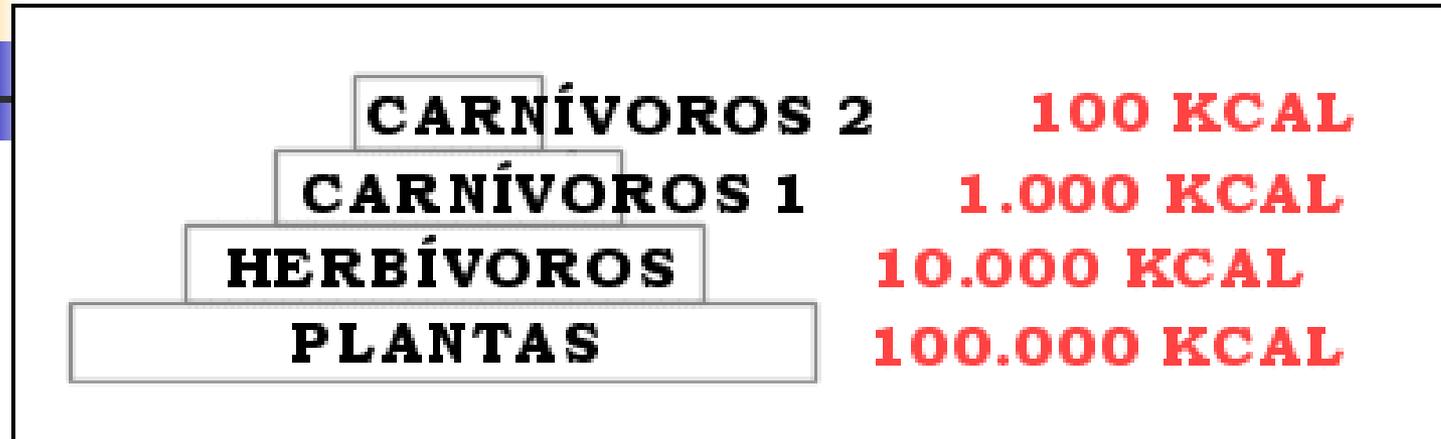
Cadeia Alimentar e Fluxo Energético

E: Calor

Cadeia de Pastagem



Fluxo de Energia nos Ecossistemas



A ENERGIA DECRESCE A CADA NÍVEL TRÓFICO

POR ISSO:

**AS CADEIAS ALIMENTARES SÃO NORMALMENTE COMPOSTA
DE POUCOS NÍVEIS TRÓFICOS**

Por que é difícil encontrarmos cadeias alimentares com muito elos?

A transformação da energia luminosa em química, denominada fotossíntese, é responsável pela entrada de energia nos ecossistemas.

Um aspecto importante para se entender a transferência de energia dentro de uma cadeia alimentar é a compreensão da primeira Lei da Termodinâmica, que diz: *“A energia não pode ser criada nem destruída, e sim transformada.”* Outro aspecto importante é o fato de que a quantidade de energia disponível diminui à medida que é transferida de um nível trófico ao outro.

A explicação para este decréscimo energético de um nível trófico ao outro é o fato de cada organismo gasta grande parte da energia absorvida na manutenção das funções vitais.

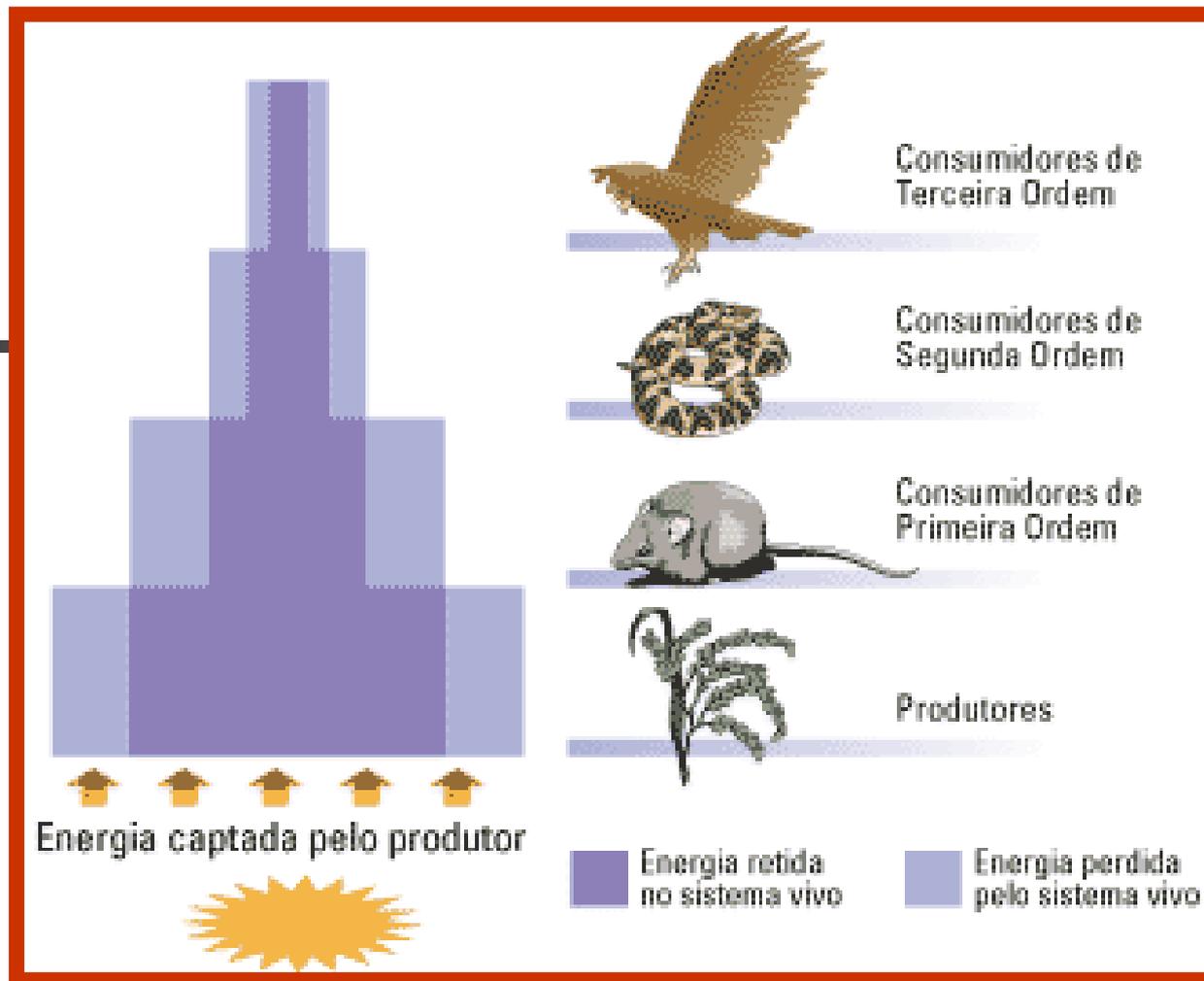
Por que é difícil encontrarmos cadeias alimentares com muito elos?

Respiração é um processo ineficiente: 1,6 % da energia disponível do carboidrato;

Exemplo: Vegetal recebe **1000 J** de energia solar:

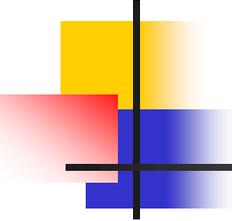
- 760 J são rejeitados (não absorvidos);
- 240 J são absorvidos:
 - 228 J são liberados como calor;
 - 12 J são utilizados para a produção:
 - 7 J – Respiração;
 - 5 J – Novos tecidos:
- Ingestão do vegetal pelo consumidor: **5 J**
 - 90 % (4,5 J) - Manutenção animal;
 - 10 % (0,5 J) - Novos tecidos.

Fluxo de energia nas cadeias alimentares



Aumento do nível trófico

Diminuição da energia disponível



Quantificação dos Ecossistemas

Pirâmides ecológicas: para se fazer uma avaliação quantitativa do que acontece nos ecossistemas, geralmente utilizam-se gráficos na forma de pirâmides que podem ser: de números, de biomassa ou de energia.

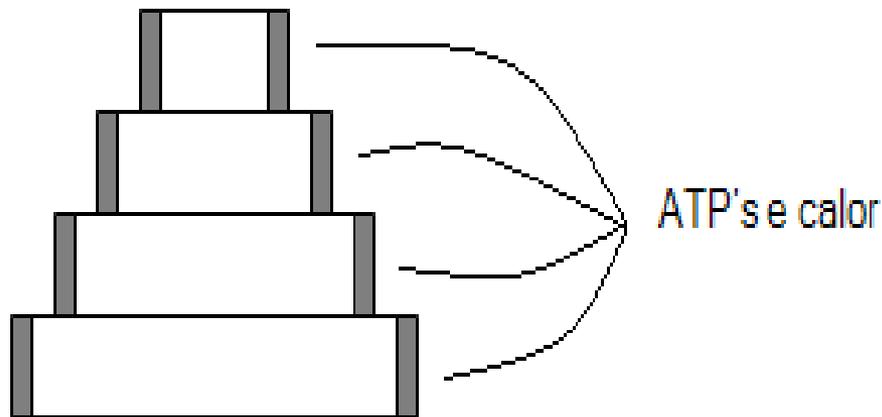
Quantificação dos Ecossistemas

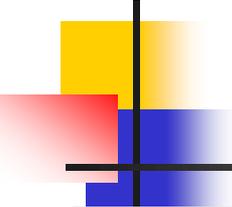
Pirâmides de números: na grande maioria das cadeias alimentares o número de produtores é maior do que o número de consumidores primários, que por sua vez é maior que o número de consumidores secundários e assim por diante. Isto ocorre normalmente do predativismo.



Quantificação dos Ecossistemas

- Pirâmide de biomassa: ao invés de contar indivíduos, avalia-se a biomassa.
- Pirâmide de energia: desconta-se a energia dissipada durante a respiração





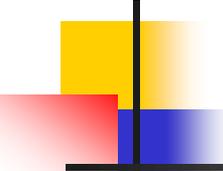
Ecossistemas

Amplificação Biológica:

Aumento da concentração de determinados elementos (poluentes) na cadeia alimentar.

Fatores:

- 1- É necessário grande nº de elementos do nível trófico anterior para alimentar um determinado elemento do nível trófico seguinte;
- 2- O poluente considerado deve ser recalcitrante (de difícil degradação);
- 3- O poluente deve ser lipossolúvel (dissolução em tecidos gordurosos).



Ecossistemas

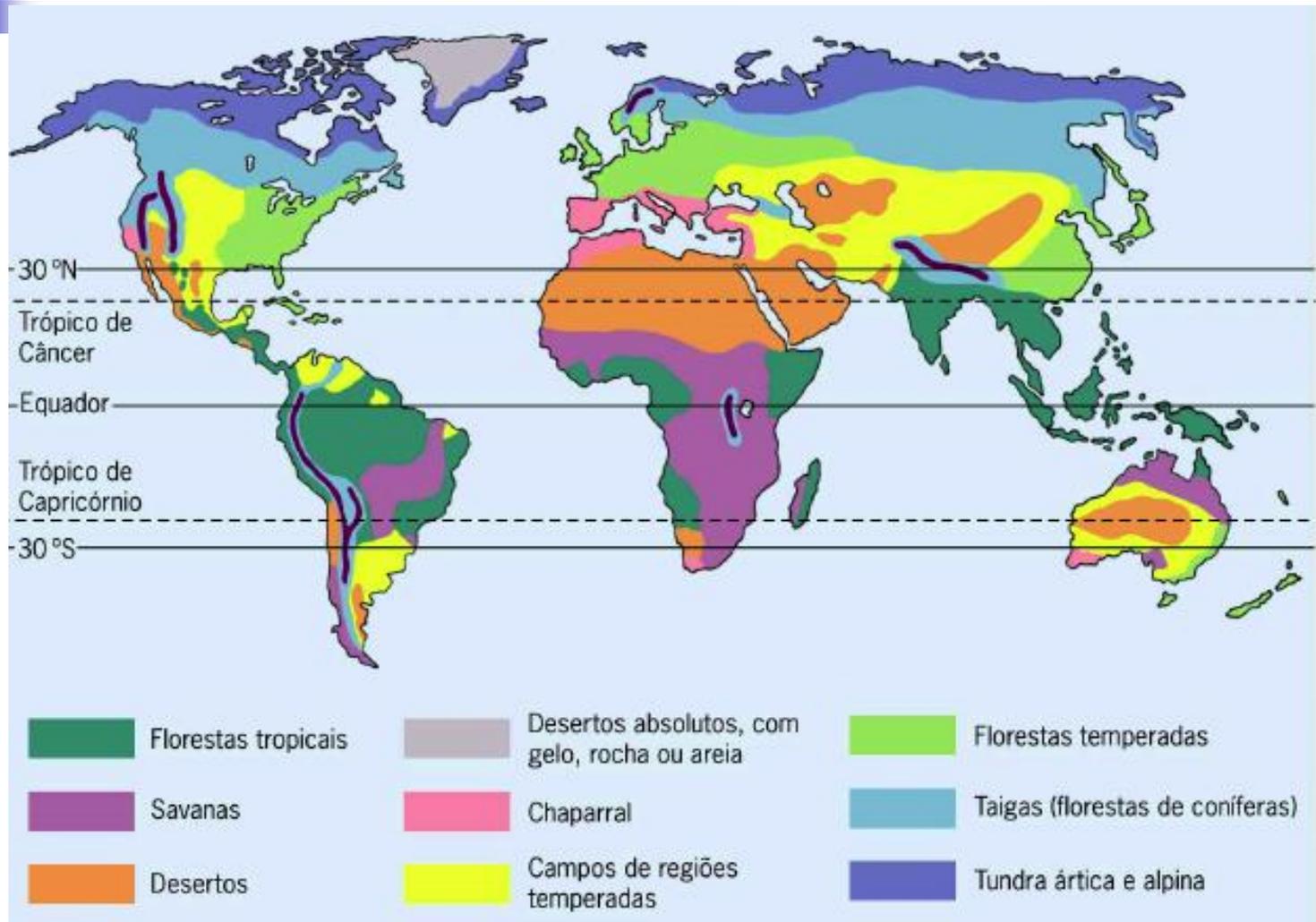
Amplificação Biológica:

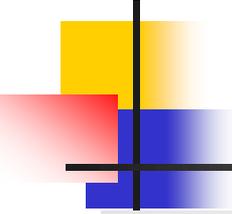
O caso do inseticida DDT: Não é ***fatal*** para o indivíduo, mas ***letal*** para a espécie.

Tabela: DDT na cadeia alimentar - Long Island, EUA (Odum, 1971)

ELEMENTOS	Concentração de DDT (ppm) nos tecidos
Água (pequena contaminação)	0,00005
Plâncton	0,04
Silverside Minnow (peixe pequeno porte)	0,23
Sheepeat Minnow (peixe pequeno porte)	0,94
Pickered (peixe predador)	1,33
Peixe-espada (peixe predador)	2,07
Heron (alimenta-se dos menores)	3,57
Tern (alimenta-se dos menores)	3,91
Herring Gull (gaivota)	6,00
Ovo de gavião marinho	13,8
Merganser (pato que se alimenta de peixe)	22,8
Pelicano (se alimenta de peixe)	26,4

Biomomas





Biomas

Biomas: Grandes ecossistemas (função da latitude - do clima)

Diversidade de *hábitats*: variação do clima, distribuição de nutrientes, topografia, etc.

Ecossistemas terrestres e aquáticos (diferenças básicas):

- Fatores limitantes:

Terrestre: água; Marinho: luz;

- Variações de temperatura:

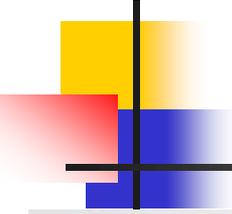
Terrestre varia mais que aquático: alto calor específico da água;

Biomassa vegetal: terrestre maior que aquático

Cadeias alimentares: maiores nos aquáticos

Rigidez do esqueleto: menor no aquático (empuxo do ar é bem inferior ao da água)

- Circulação do ar: No meio terrestre, faz rápida reciclagem de gases, enquanto, no aquático, o oxigênio pode ser fator limitante.



Biomass

✓ **Ecossistemas aquáticos:**

Água doce (sais dissolvidos $\leq 0,5$ g/L)

Água salgada (sais dissolvidos no mar ~ 35 g/L)

Três categorias dos seres aquáticos:

- *Plânctons*: Organismos suspensos na água, sem meio de locomoção própria - fitoplânctons (algas)
zooplânctons (protozoários)
- *Bentos*: Organismos da superfície sólida submersa, fixos
móveis
- *Nectons*: Organismos providos de meio de locomoção própria, como os peixes.

Biomass



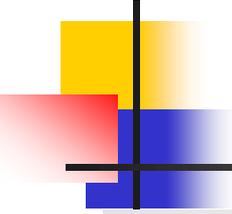
Plâncton: - Fitoplâncton
- Zooplâncton



Bentos



Nécton



Biomass

✓ **Ecosistemas terrestres:**

- *Tundra*: gelo e degelo, pouca profundidade com regiões pantanosas, cadeias alimentares curtas;
- *Floresta de coníferas*: vegetação pouco diversificada (pinheiros e árvores com folhas afiladas)
- *Florestas temperadas*: clima moderado com precipitação abundante (Europa, EUA, Japão), vegetação mais baixa (arbustos) e diversificada
- *Florestas tropicais*: bioma descontínuo, baixas altitudes e próximas ao Equador, não há distinção entre verão e inverno, com precipitação elevada e altas temperaturas, alta variedade de espécies (fauna e flora)
- *Campos*: predomina vegetação herbácea baixa (estepe e savana)
- *Desertos*: regiões áridas de rara vegetação, baixa precipitação, alta pressão (ventos), altitudes elevadas.

low

Temperature

high



tundra



coniferous forest (taiga)



cool desert



cool grassland



temperate deciduous forest



temperate rain forest



warm desert



warm grassland



savanna



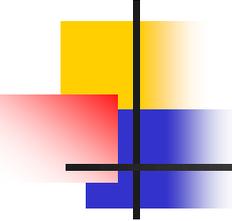
tropical deciduous forest

tropical rain forest

low

Rainfall

high

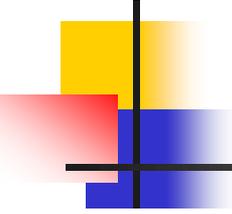


Histórico da crise energética

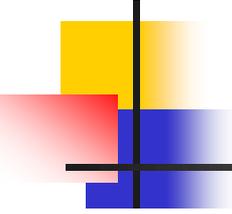
Ao longo dos anos a **modificação do padrão de vida do homem** (utilizando a tecnologia para viver mais e melhor) , **implica um maior consumo de energia.**

Miller (1985) - Relação **desenvolvimento versus consumo** de energia – **Desafio** da sociedade :

Desenvolvimento versus Consumo de Energia (Miller-1985)

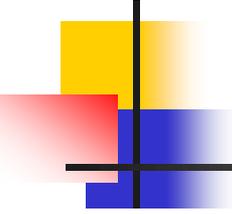


- Humanos primitivos - 2.000 kcal por dia, obtidas do alimento consumido. Até então, não se controlava o fogo.
- 1^{os} grupos humanos e caçadores - 5.000 kcal/dia.
- 1^{os} agricultores - 12.000 kcal/dia (fogo para cozimento e aquecimento (queima de madeira) e a tração animal para o plantio);
- Revolução Industrial (Sec. XIX), 1850 - 60.000 kcal/dia (uso da madeira – máquinas a vapor);



Desenvolvimento versus Consumo de Energia (Miller-1985)

- 1900 - Mineração do carvão e substituição integral da madeira;
- 1869 – 1º poço de petróleo perfurado e descoberta do gás natural;
- 1950 – EUA: Petróleo (1ª fonte) e gás natural (3ª fonte);
- 1983 – Petróleo e gás natural (53 % da energia primária mundial);
 - 1980 – Consumo energético: 125.000 kcal/dia

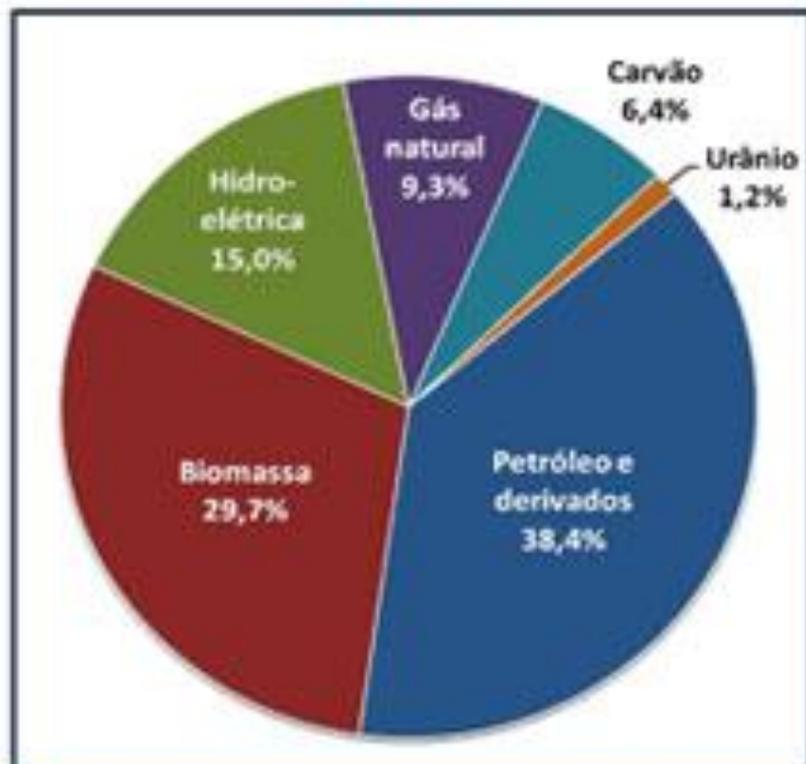


Desenvolvimento versus Consumo de Energia (Miller-1985)

- Grande diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento:
 - EUA: 4,7 % da população mundial e consumo de 25 % da energia comercial mundial;
 - Índia: 16 % da população mundial e consumo de 1,5 % da energia.

Matriz energética

Brasil

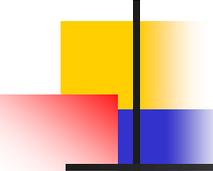


44,7% renovável

Mundo



13,3% renovável



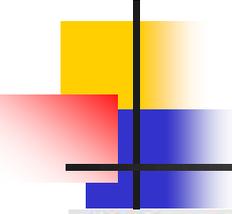
HISTÓRICO DA CRISE ENERGÉTICA

- **Agravamento da questão energética** (além do problema da disponibilidade): Fatos políticos que envolvem principalmente os países produtores de petróleo.
- **As guerras nos países do Oriente Médio** (grandes exportadores de petróleo), geraram enormes impactos econômicos no mundo.
- Em 1973, o embargo promovido pela **Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP)** alterou drasticamente o preço do barril de petróleo, (US\$ 2,70 para US\$ 10).



HISTÓRICO DA CRISE ENERGÉTICA

- **A Revolução Iraniana (1979):** Elevação do preço do barril para US\$ 34.
- Década de 1990, o quadro energético não se alterou – Estabilização do preço do petróleo;
- **Alteração política nas regiões produtoras de óleo pode criar um ‘caos’ econômico global ;**
- Desafios da humanidade para o futuro próximo: demanda energética associada ao emprego de fontes finitas.



Bases do Desenvolvimento Sustentável

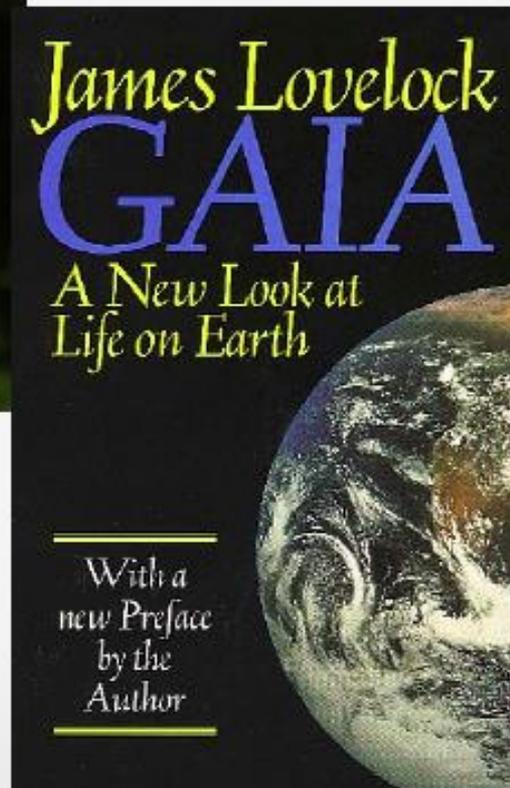
Motivos da degradação ambiental do planeta:

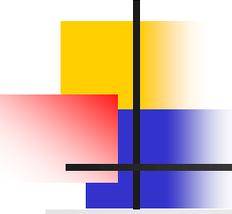
- ✓ Incertezas sobre perpetuação da espécie humana:
 - é um sistema aberto;
 - depende de suprimento contínuo de matéria e energia;
 - após uso são devolvidas ao meio ambiente (jogadas fora).

- ✓ Premissas a serem cumpridas:
 - suprimento inesgotável de energia;
 - suprimento inesgotável de matéria; e
 - capacidade infinita do meio ambiente de reciclar matéria e absorver resíduos.

Bases do Desenvolvimento Sustentável

A Hipótese de Gaia (Deusa da Terra) (LOVELOCK, 1979)





Bases do Desenvolvimento Sustentável

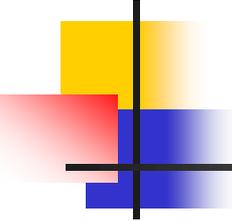
A Hipótese de Gaia (Deusa da Terra)

Organismos individuais se adaptam ao ambiente físico e, também, **adaptam o ambiente geoquímico** segundo as suas necessidades, **através da sua ação conjunta**.

As comunidades e os ambientes de **entrada e saída** desenvolvem-se em conjunto, como os ecossistemas.

A química da atmosfera e o ambiente físico fortemente tamponado da Terra são **completamente diferentes das condições dos outros planetas** do sistema solar.

A **Hipótese de Gaia** sustenta que os organismos, **principalmente os microrganismos**, evoluíram junto com o ambiente físico, e com **sistema complexo de controle**.



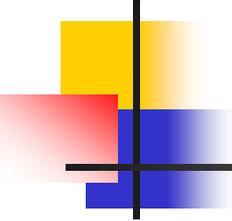
Bases do Desenvolvimento Sustentável

A Hipótese de Gaia (LOVELOCK, 1979)

O ambiente abiótico (fatores físicos) controla as atividades dos organismos, mas os organismos influenciam e controlam o ambiente abiótico de muitas maneiras importantes.

A natureza físico-química dos materiais está sendo sempre mudada pelos organismos, que devolvem ao ambiente novos compostos e fontes de energia.

Bases do Desenvolvimento Sustentável



A Hipótese de Gaia

(LOVELOCK, 1979)

Exemplos de interferência dos organismos:

- A ação dos organismos marinhos determina, em grande parte, o conteúdo da água marinha e do lodo do fundo
- As plantas que crescem sobre a duna de areia formam um solo radicalmente diferente do substrato original
- Um atol de coral do Pacífico Sul é um ex. da interferência dos organismos no ambiente abiótico - a partir da matéria prima simples do mar, constroem-se ilhas inteiras, através das atividades animais e plantas.

Bases do Desenvolvimento Sustentável

A Hipótese de Gaia

Conclusões:

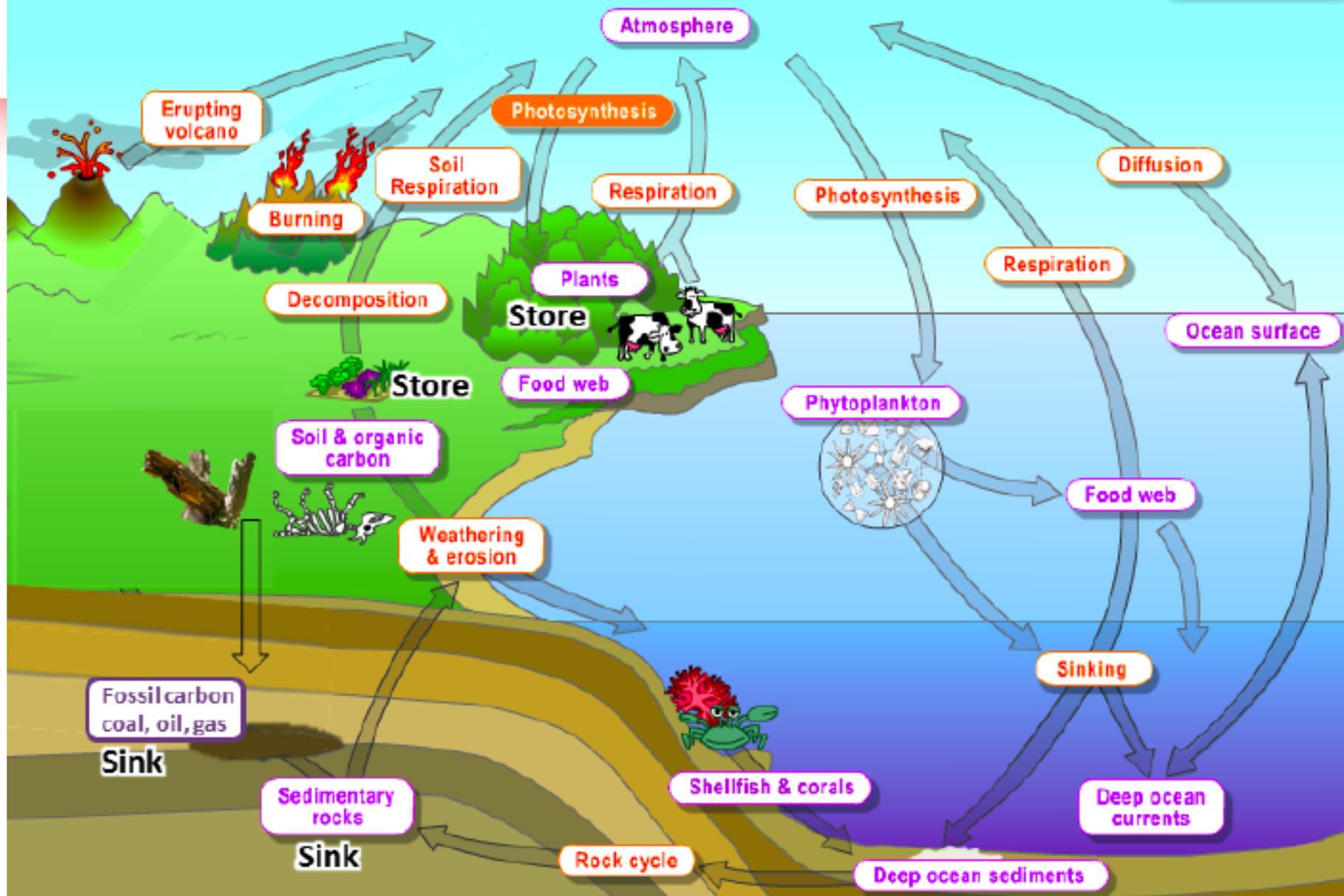
Conteúdo singular da atmosfera da Terra, rico em O₂ e pobre em CO₂, e condições moderadas de temperatura e pH, só podem ser explicadas pelas atividades críticas de tamponamento das formas primitivas de vida, e continuada atividade das plantas e micróbios.

Quadro: Condições Atmosféricas e Temperatura de Marte, Vênus, Terra e Terra hipotética sem vida (ODUM, 2012).

	Marte	Vênus	Terra sem vida	Terra real
Atmosfera:				
Gás Carbônico		95%	98%	98% 0,03%
Nitrogênio		2,7%	1,9%	1,9% 79%
Oxigênio		0,13%	Traços	Traços 21%
Temp. superf. °C		-53	477	290+-50

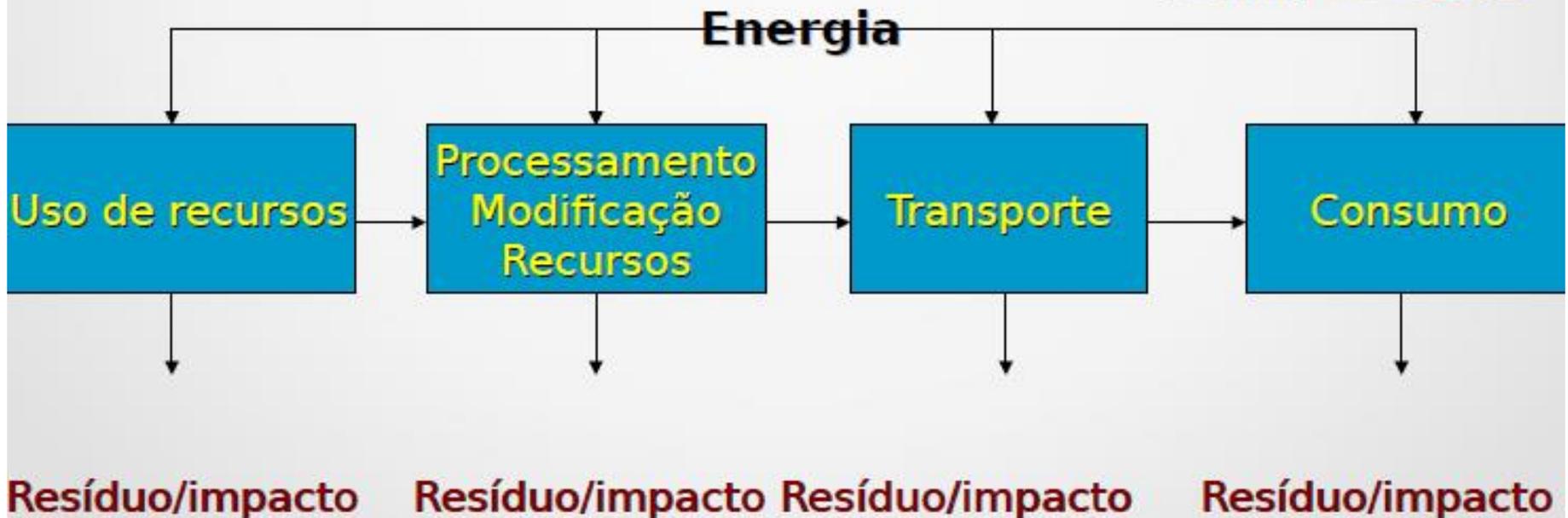
THE CARBON CYCLE

KEY
Process (orange box)
Reservoir (purple box)

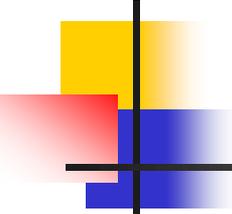


Bases do Desenvolvimento Sustentável

O enfoque linear humano:
modelo atual de desenvolvimento



Bases do Desenvolvimento Sustentável

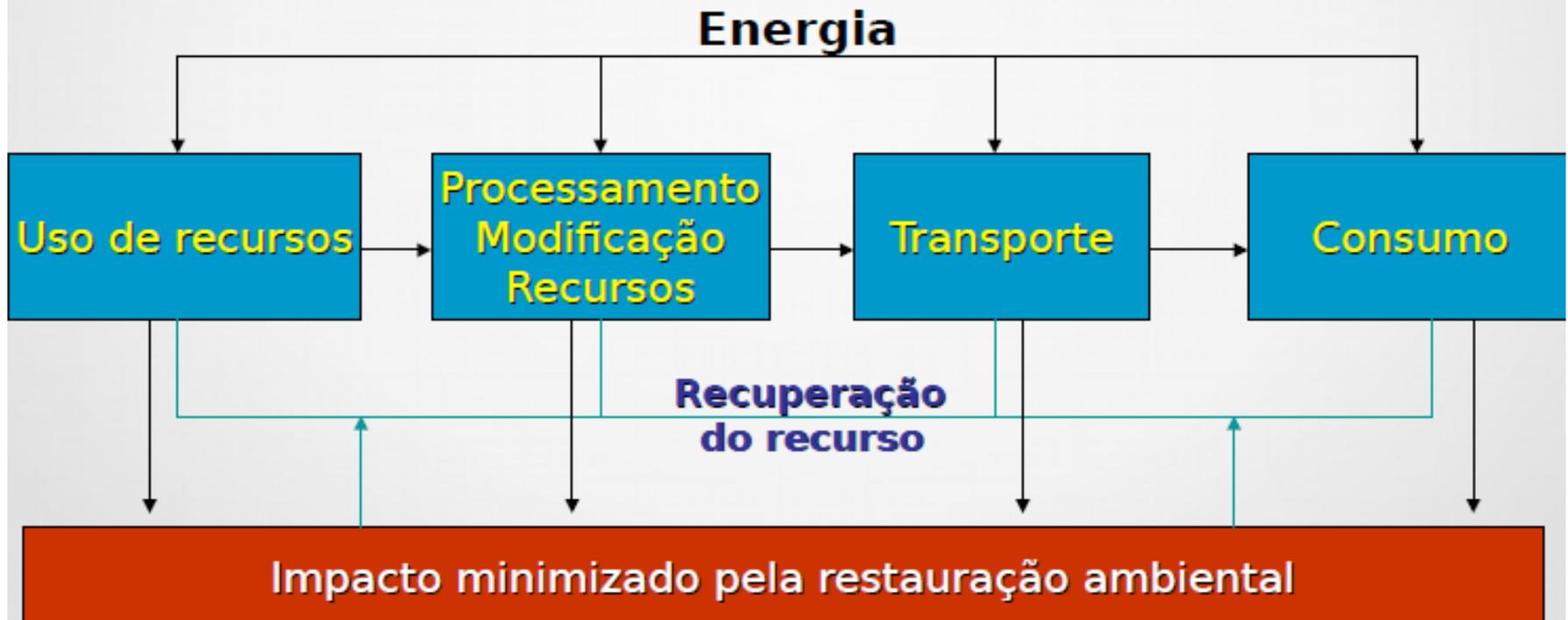


Modelo de desenvolvimento sustentável

- ✓ Sistema fechado com as seguintes premissas:
 - suprimento externo contínuo de energia (sol);
 - uso racional de energia e matéria com ênfase à conservação, em contraposição ao desperdício;
 - promoção da reciclagem e do reuso dos materiais;
 - controle da poluição, gerando menos resíduos para serem absorvidos pelo ambiente; e
 - **“controle do crescimento populacional em níveis aceitáveis, com perspectivas de estabilização da população”.**

Bases do Desenvolvimento Sustentável

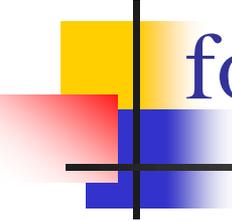
Modelo de sistema sustentável para os humanos



A EFICIÊNCIA DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Além da questão do gerenciamento e do controle do consumo, outro **desafio técnico** é a **eficiência do aproveitamento das fontes de energia**. O parâmetro que avalia o grau de eficiência é a **Razão de Energia Líquida (REL)**, definida por:

$$REL = \frac{\text{Energia Solar Obtida}}{\text{Energia Gasta na Produção}}$$



Razão Líquida: Aquecimento Doméstico fonte de energia empregada (Miller, 1985).

Fonte	Razão de energia útil líquida
Aquecimento doméstico	
Sol	5,8
Gás natural	4,9
Petróleo	4,5
Carvão gaseificado	1,5
Térmica a carvão	0,4
Térmica a gás natural	0,4
Térmica nuclear	0,3

Razão Líquida: Processos Industriais

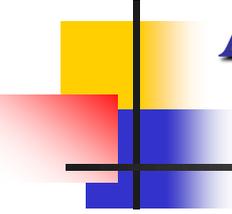
fonte de energia empregada (Miller, 1985).

Fonte	Razão de energia útil líquida
Processos Industriais	
Carvão mineral (superfície)	28,2
Carvão mineral (subterrâneo)	25,8
Gás natural	4,9
Petróleo	4,7
Carvão gaseificado	1,5
Solar direto	0,9

Razão Líquida : Transporte

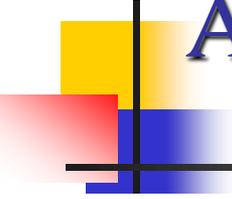
fonte de energia empregada (Miller, 1985).

Fonte	Razão de energia útil líquida
Transporte	
Gás natural	4,9
Gasolina	4,1
Biocombustível (álcool)	1,9
Carvão liquefeito	1,4



A EFICIÊNCIA DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

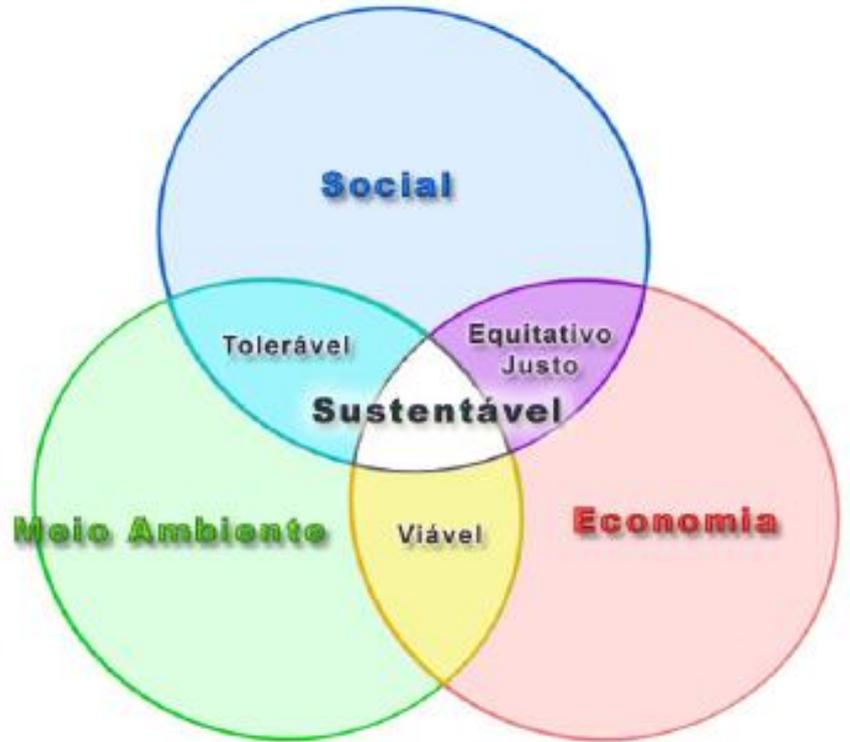
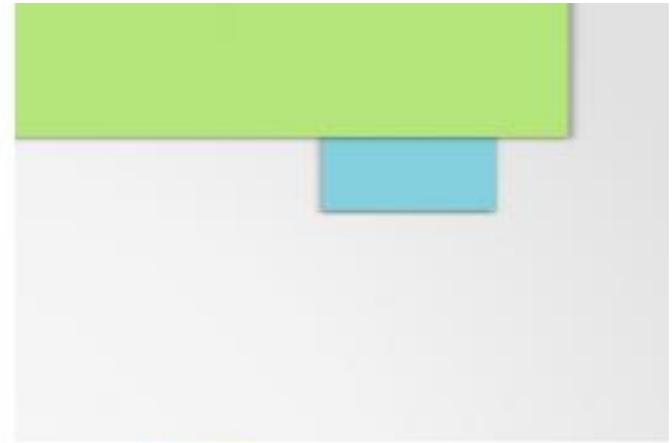
- O **petróleo possui uma alta razão líquida**, pois as reservas disponíveis hoje são ricas e muito acessíveis. A medida que essas fontes forem se esgotando, **a razão líquida deverá decrescer** (a energia útil gasta na sua obtenção deverá aumentar, tanto para extrair quanto para processá-lo e entregá-lo para consumo).
- As **usinas nucleares possuem uma razão líquida muito baixa** (quantidade enorme de energia despendida na sua construção e produção).
- Além disso, as **usinas atômicas exigem a desativação e o confinamento do lixo produzido**, o que implica maior demanda de energia.



A EFICIÊNCIA DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Uma saída para a crise de energia é a conservação. Isso significa desenvolver meios de utilizar mais eficientemente as fontes hoje disponíveis.

Os benefícios da conservação são enormes, prolongam o uso das fontes finitas e, principalmente, minimizam os impactos ambientais decorrentes da geração de energia.



Esquema do Desenvolvimento Sustentável
 Website: www.jrrio.com.br