



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**  
**Departamento de Ciência do Solo**

**LSO - 0257 - Fundamentos de Ciência do Solo**

**AS FUNÇÕES AMBIENTAIS  
DO SOLO**



**Prof. Dr. Antonio Carlos Azevedo**  
**Prof. Dr Antonio Roque Dechen**  
**Prof. Dr. Quirino Augusto de Camargo Carmello**

**Piracicaba**

**2017**

# Ambiente e ecossistemas

- **Ambiente**: aqui usado em sentido amplo, incluindo, além dos ecossistemas, os sistemas antrópicos, não auto-sustentáveis;
- **Ecossistemas**: aqui usado como proposto por ODUM (1988)
  - Contém organismos;
  - Interação com ambiente físico;
  - Há fluxos de energia;
  - Há ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas.



**Ambiente**

**Ecosistemas**

# Funções do solo nos ecossistemas

- Consistem em funções que beneficiam não somente a espécie humana, mas também todas as espécies do sistema;
- Relacionadas à:
  - Origem da vida;
  - Evolução da vida;
  - Manutenção da vida.

# As funções do solo no ambiente

- Além das anteriores, as funções tecnológicas e culturais, restritas à espécie humana.

# Funções Ambientais do Solo

## Funções ecológicas

### Funções do "passado"

Origem da vida

Evolução da vida

### Funções do "presente"

Manutenção da vida

Sustentar a produção de biomassa

Filtragem, tamponamento e transformação

Habitat biológico e reserva genética

## Funções Tecnológicas e Culturais

Meio de obras de engenharia (civil, sanitária, ...)

Fonte de material bruto

Meio histórico

# Funções do Solo nos Ecossistemas

## 1. Origem da vida



# Teoria Bioquímica

- As substâncias que devem ter dado origem à vida, provavelmente se formaram nos mares e oceanos pré-históricos;
- Substâncias simples tiveram que, em algum momento, se polimerizar para poderem transmitir informação genética



# Algumas características dos seres vivos

- Capacidade de reproduzir-se;
- Capacidade de transmitir características aos descendentes (informação genética);

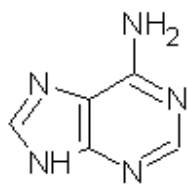
# Algumas características dos seres vivos

- Capacidade de reproduzir-se;
- Capacidade de transmitir características aos descendentes (informação genética);



**Só polímeros conseguem isto !**

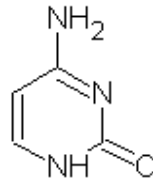
# Moleculas Simples: Bases Nitrogenadas



Adenina



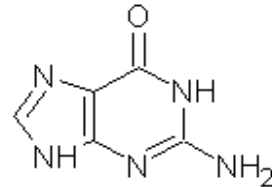
**A**



Citosina



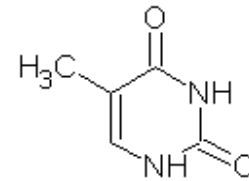
**C**



Guanina



**G**

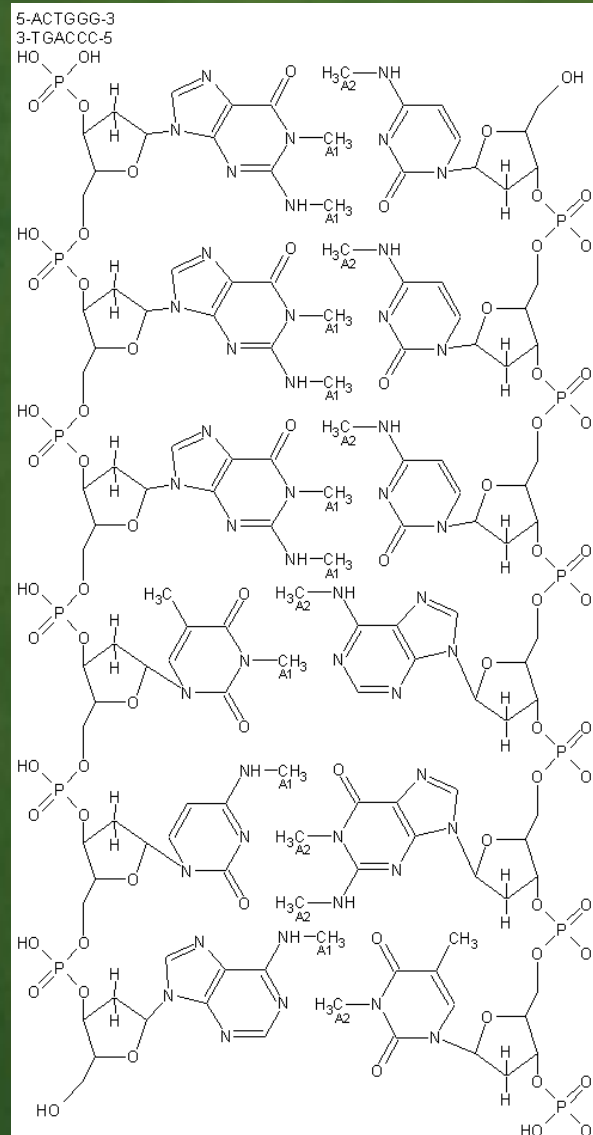


Timina



**T**

# Polímero: pedacinho de DNA



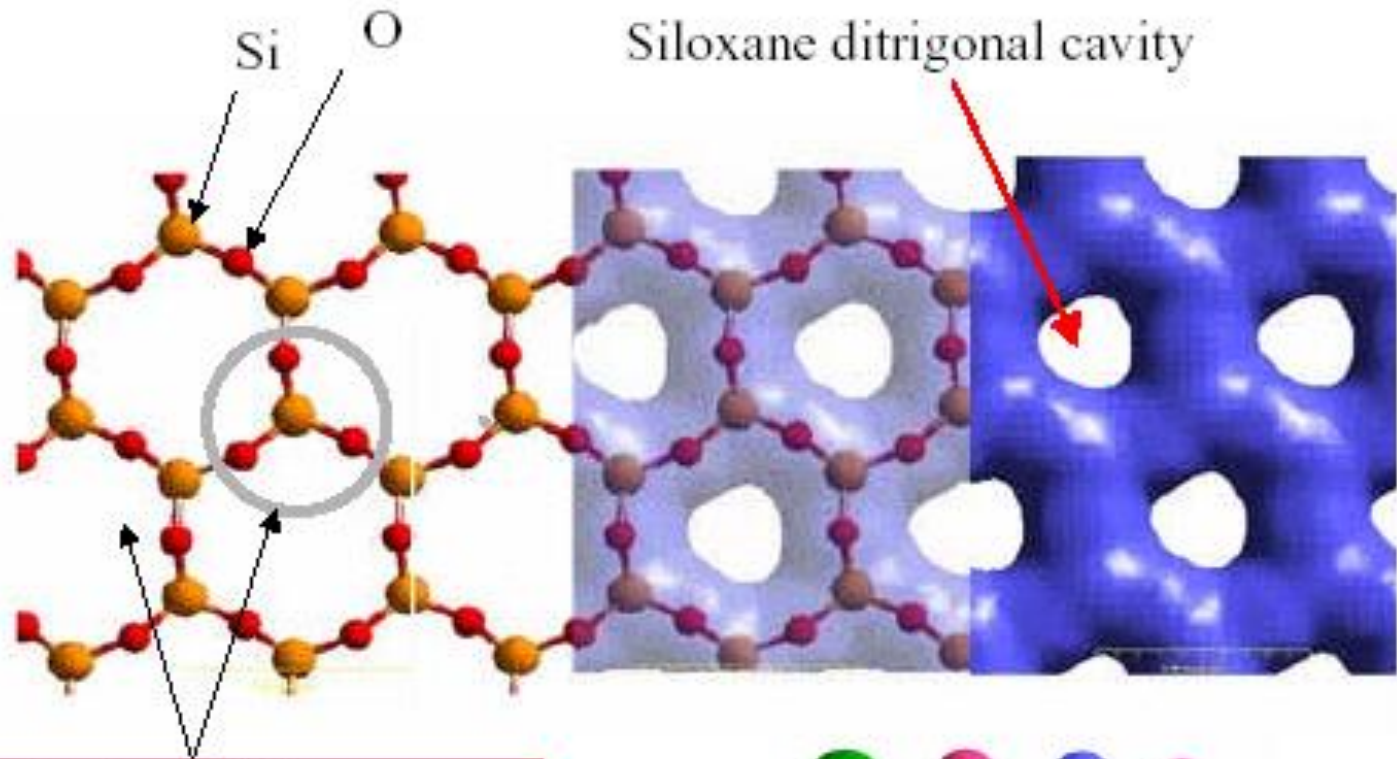
# DNA



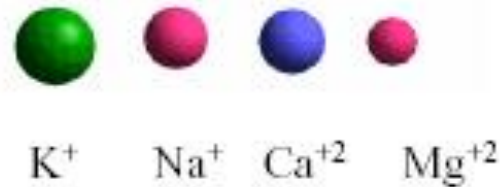
# Polímeros

- É muito pouco provável que polímeros se formassem em abundância nas condições da Terra há 3 bilhões de anos atrás;
- Especula-se que um dos fatores determinantes para que isso possa ter ocorrido, seja a presença de montmorilonita, um mineral comum nos solos.

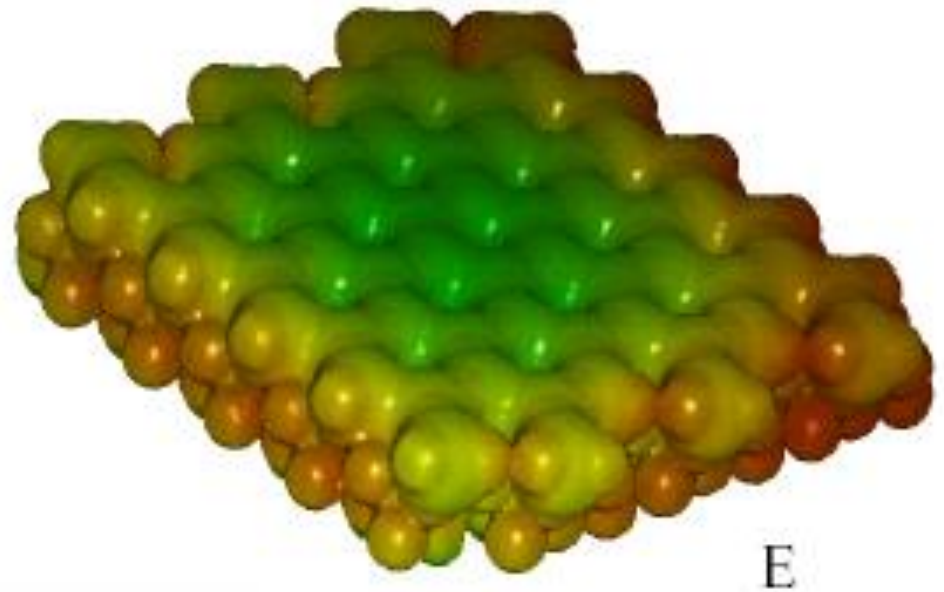
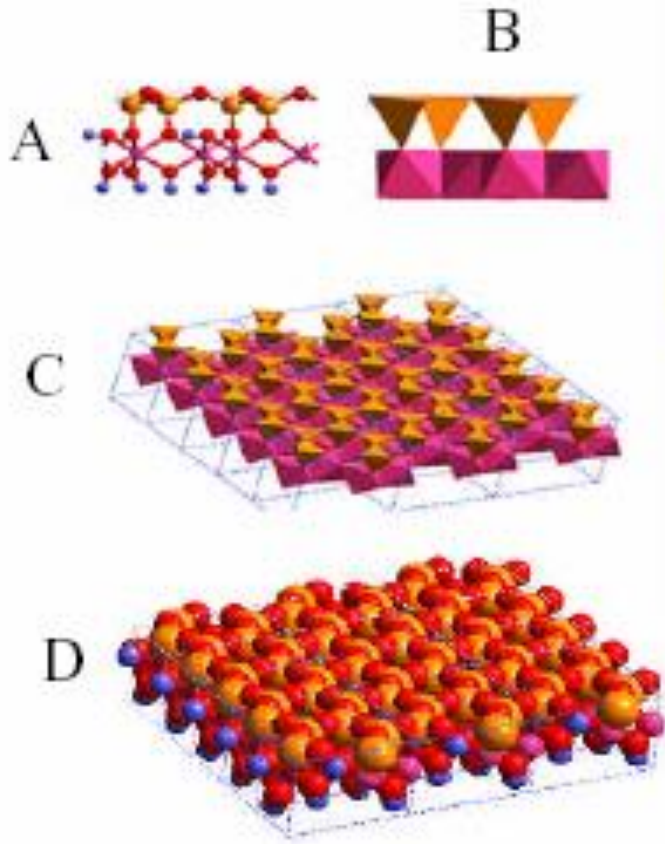
# Montmorillonita



Approximate zone of charge distribution for isomorphic substitution in the octahedral sheet (outer circle) and tetrahedral sheet (inner circle)



# Montmorillonita



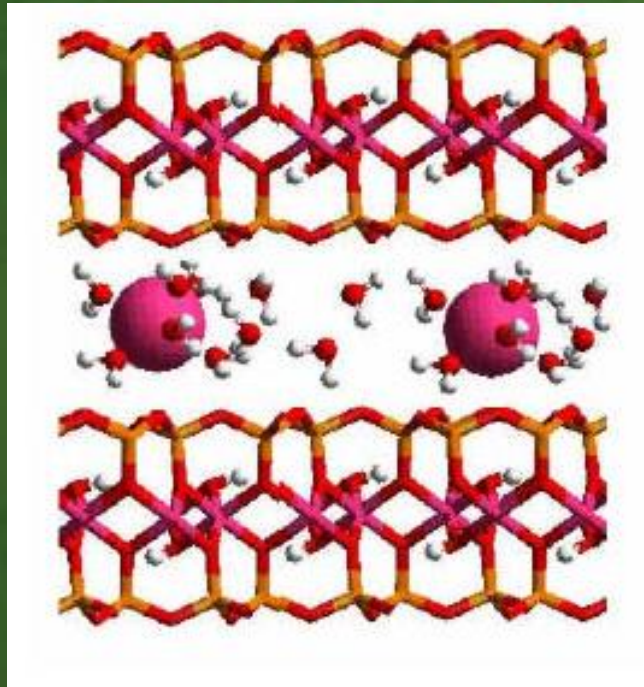


# Montmorilonita

**Mineral**

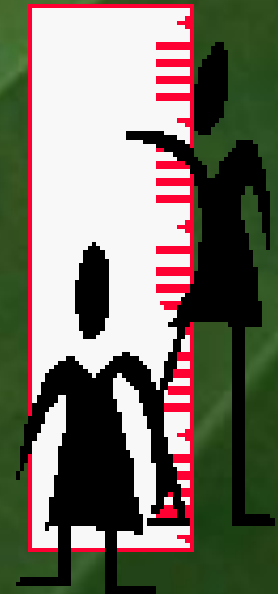
**Polimeros**

**Mineral**



# Funções do Solo nos Ecossistemas

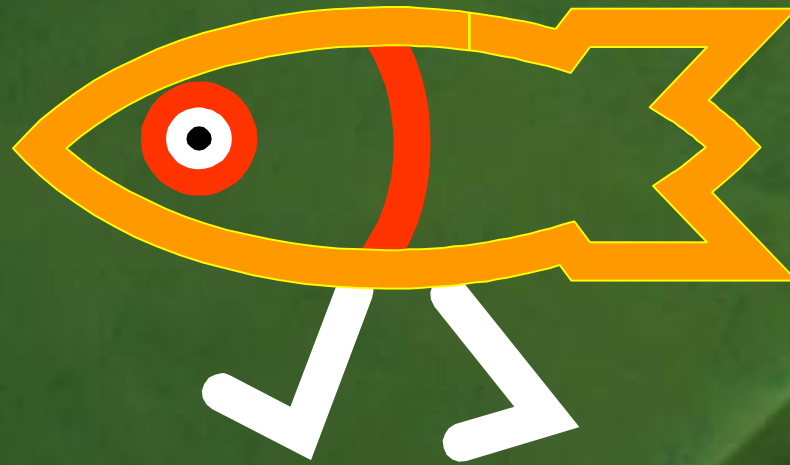
## 2. Evolução da vida



O solo e a evolução  
da água para...



...a terra



# Vida na terra

<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUÇÃO</b>
Evitar o secamento dos tecidos	Cutícula
Evitar o secamento dos gametas	Sementes
Fazer a prospecção de água e nutrientes	Raízes
Transportar internamente água e nutrientes	Traqueófitas (xilema e floema)

# Vida na terra

PROBLEMA	SOLUÇÃO
Evitar o secamento dos tecidos	Cutícula
Evitar o secamento dos gametas	Sementes
Fazer a prospecção de água e nutrientes	Raízes
Transportar internamente água e nutrientes	Traqueófitas (xilema e floema)

Vida na água, vida na terra...



# Relação entre seres vivos e o meio

- Dos aproximadamente 90 elementos químicos encontrados na natureza, apenas 25 tem alguma função nos seres vivos;
- A proporção de elementos na matéria viva não é a mesma encontrada na natureza.



<b>Elemento químico</b>	<b>Litosfera</b>	<b>Corpo humano</b>
Oxigênio	47	25,5
Silício	28	*
Alumínio	7,9	*
Nitrogenio	*	1,4
Calcio	3,5	0,31
Sodio	2,5	0,03
Potassio	2,5	0,06
Magnésio	2,2	0,01
Hidrogenio	0,22	63
Carbono	0,19	9,5

# Então...

- A composição das coisas vivas **não** é reflexo do que está disponível no meio;
- Uma das propriedades das coisas vivas é capturar elementos que estão diluídos no ambiente e concentrá-los nas células;
- Outra propriedade é a de excluir ativamente elementos que estão abundantes no ambiente e que prejudicam o funcionamento das células.

# (Bio)disponibilidade

- Apesar de haver abundância de elementos na litosfera (exemplo: cálcio, magnésio e potássio) e na atmosfera (nitrogênio, carbono, hidrogênio); os seres não-autotróficos não conseguem trazê-los para a cadeia alimentar.

# (Bio)disponibilidade

- Não conseguiríamos sobreviver “comendo” solo, apesar de sua composição riquíssima, porque nosso organismo não consegue extrair uma quantidade suficiente de nutrientes.

# (Bio)disponibilidade

- Apesar disto, as pequenas quantidades de alguns elementos que porventura possam ser liberadas em nosso organismo através da geofagia, podem ser tóxicas, principalmente em solos sob efeito de atividades da sociedade moderna (resíduos da atividade industrial, farmacêutica etc.)

# (Bio)disponibilidade

- Da mesma forma, não conseguimos obter nitrogênio ou carbono apenas respirando...Só quem faz fotossíntese consegue trazer esses elementos para a cadeia alimentar !!!

Tão perto e tão longe...



Então, que organismo  
exerce estas funções tão  
nobres e essenciais para  
vida no planeta ?





**Somos a base  
da cadeia alimentar !!!**



# Funções do Solo nos Ecossistemas

## 3. Manutenção da vida



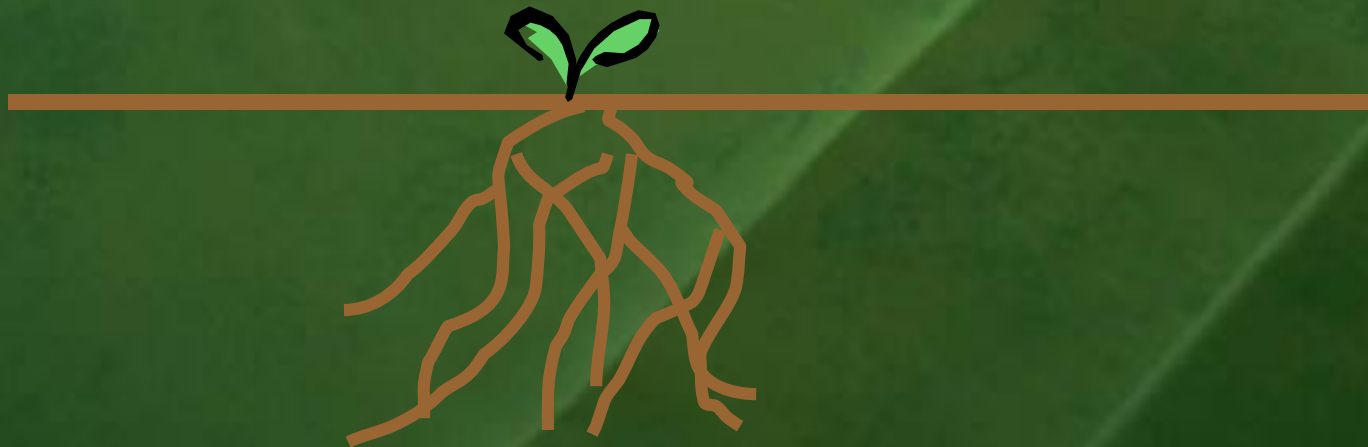


# Produção de Biomassa,



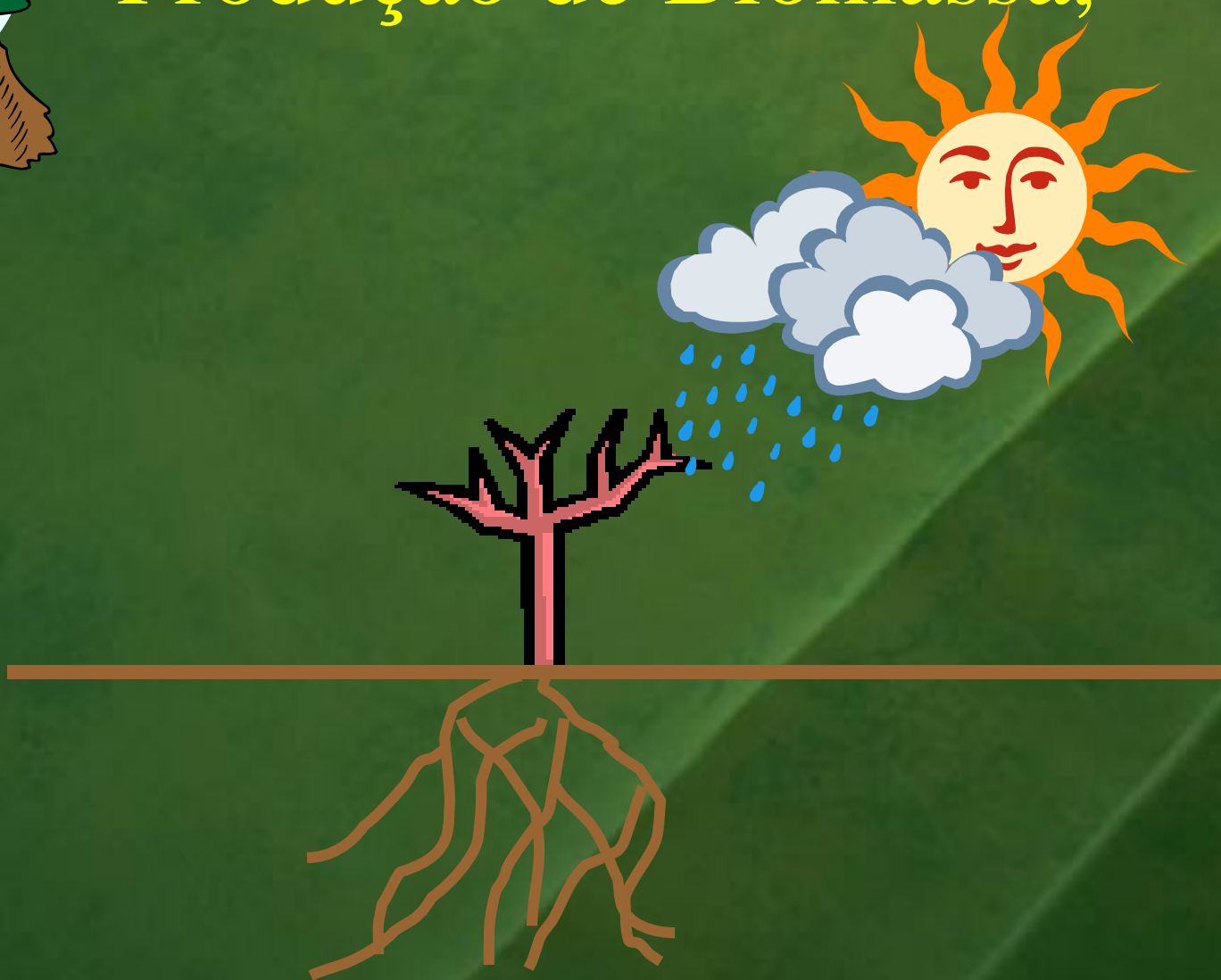


# Produção de Biomassa,

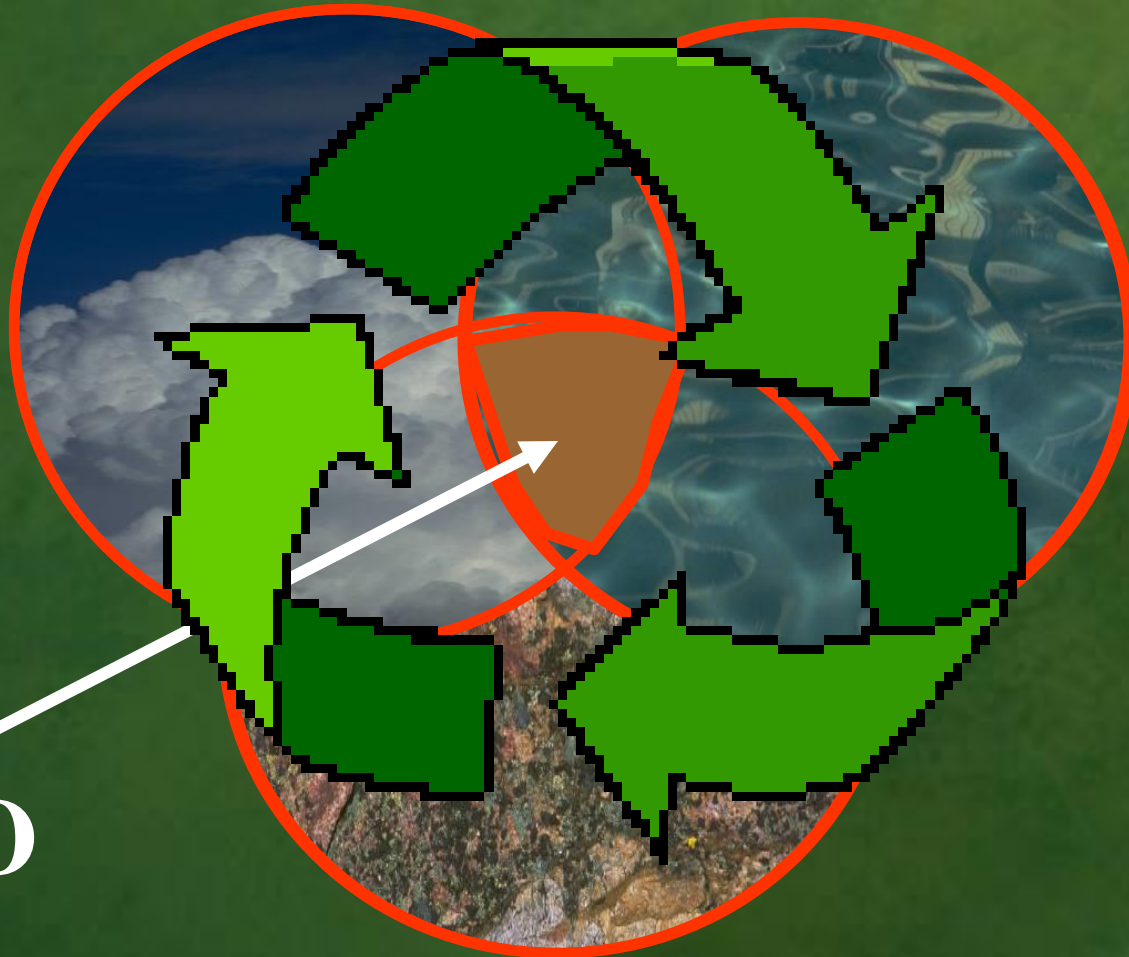




# Produção de Biomassa,



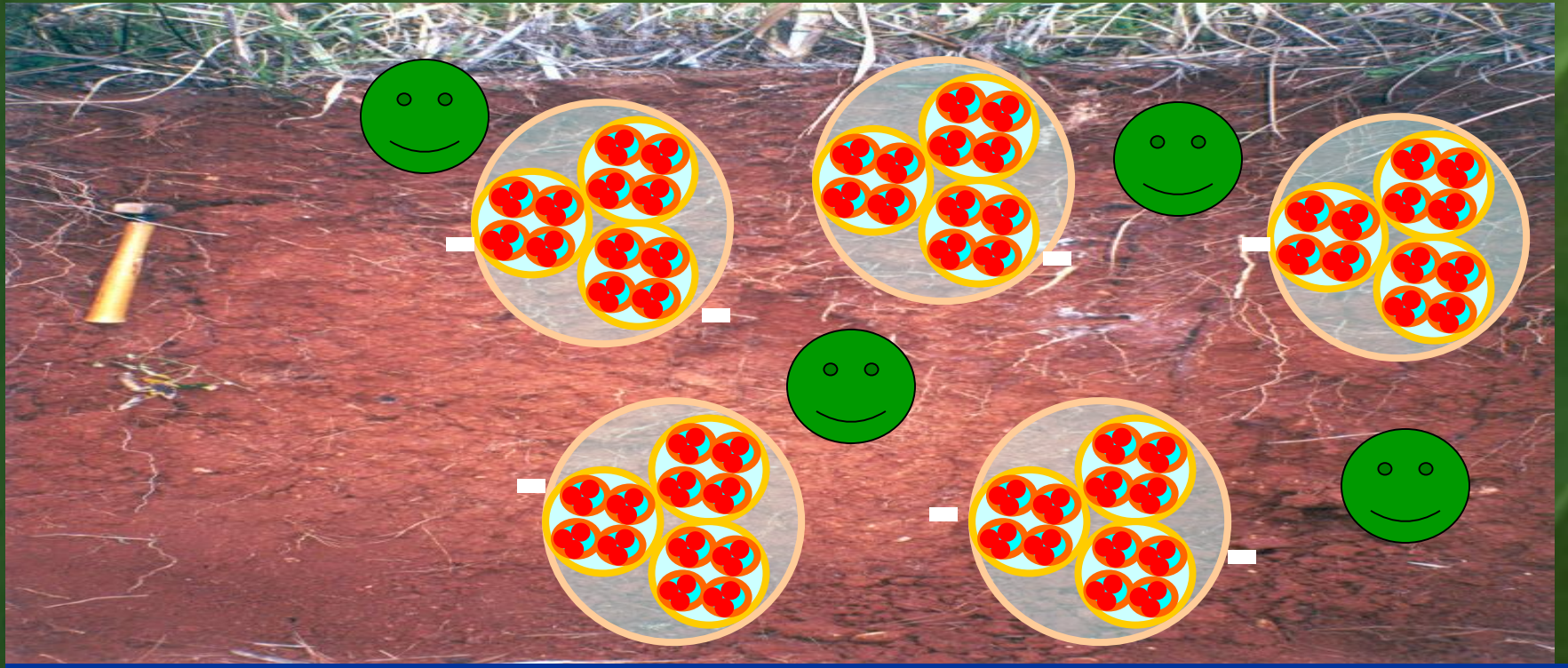
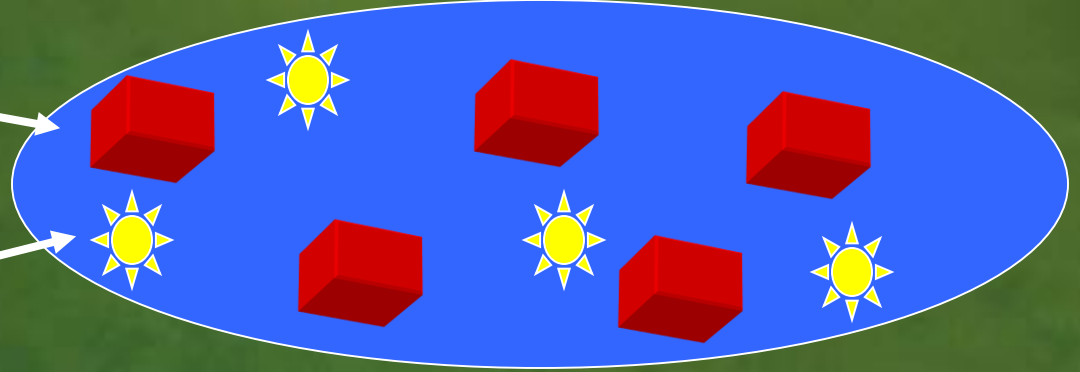
# Filtragem, Tamponamento, Transformação



**SOLO**

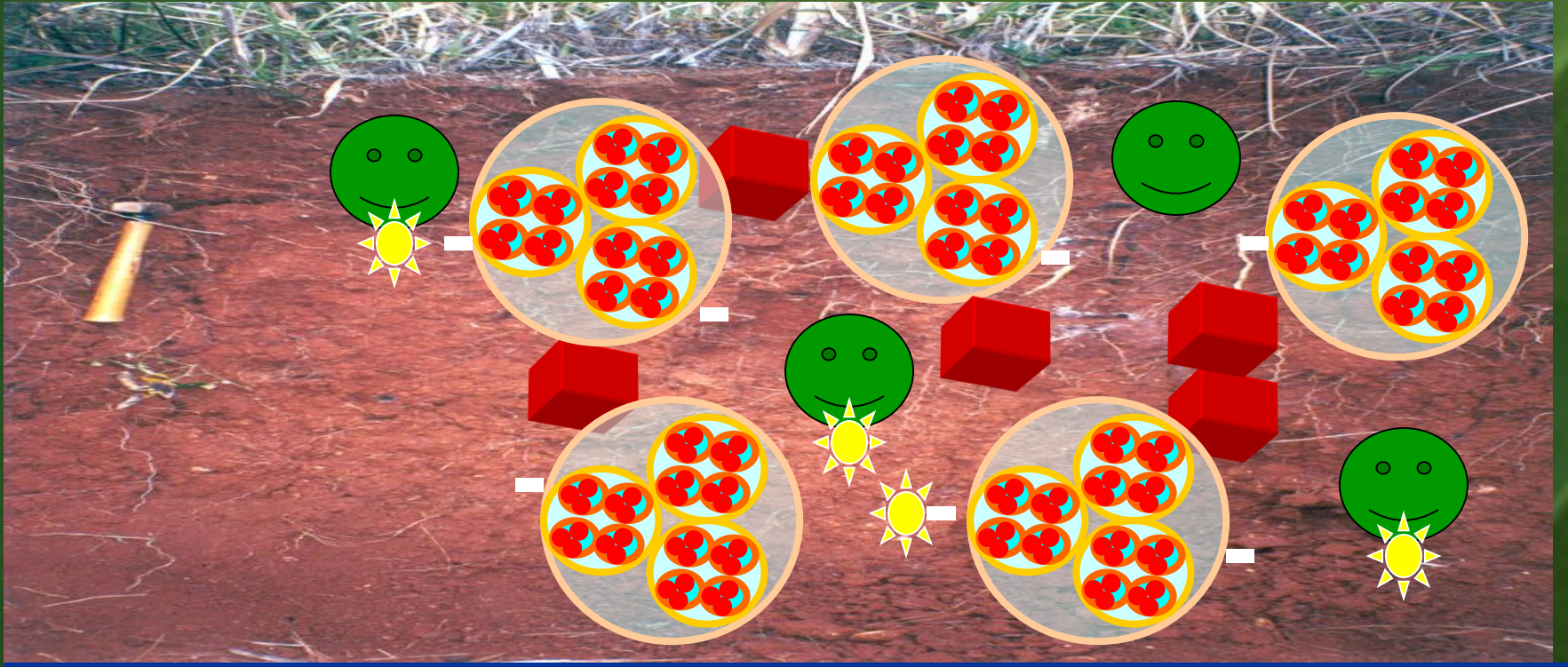
Partículas sólidas

Moléculas tóxicas



Água subterrânea

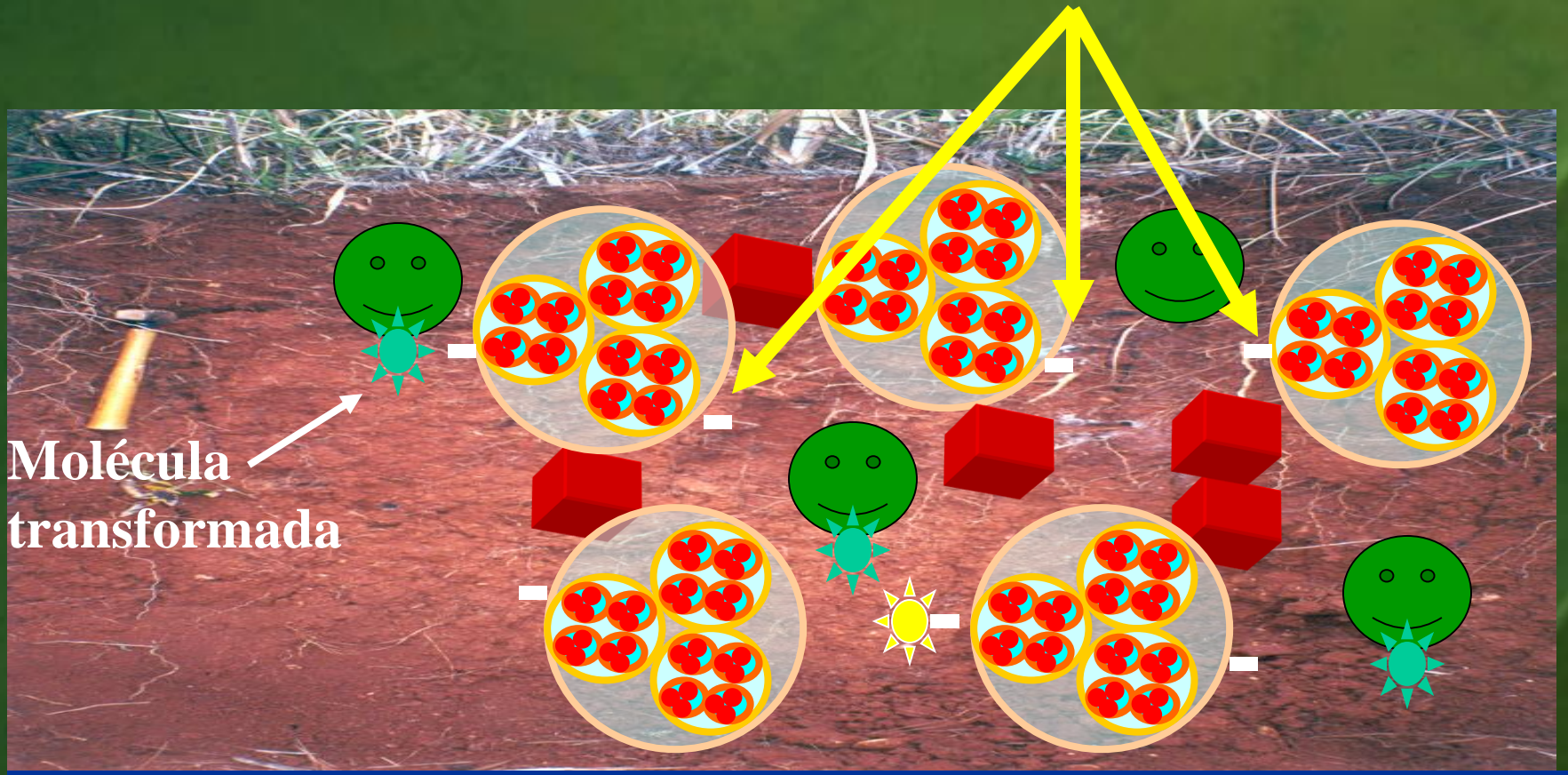




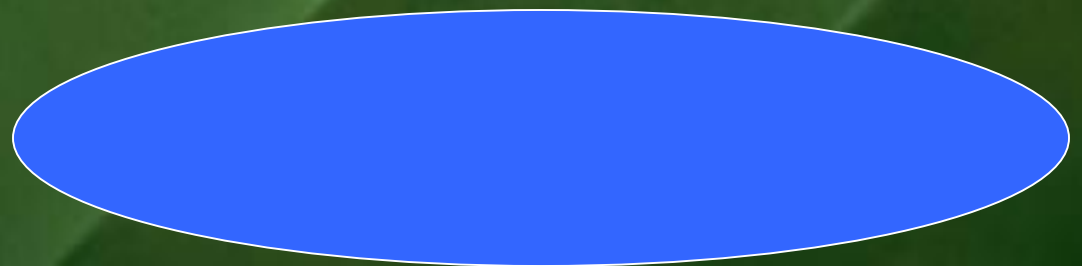
Água subterrânea



# Cargas elétricas do solo (CTC)



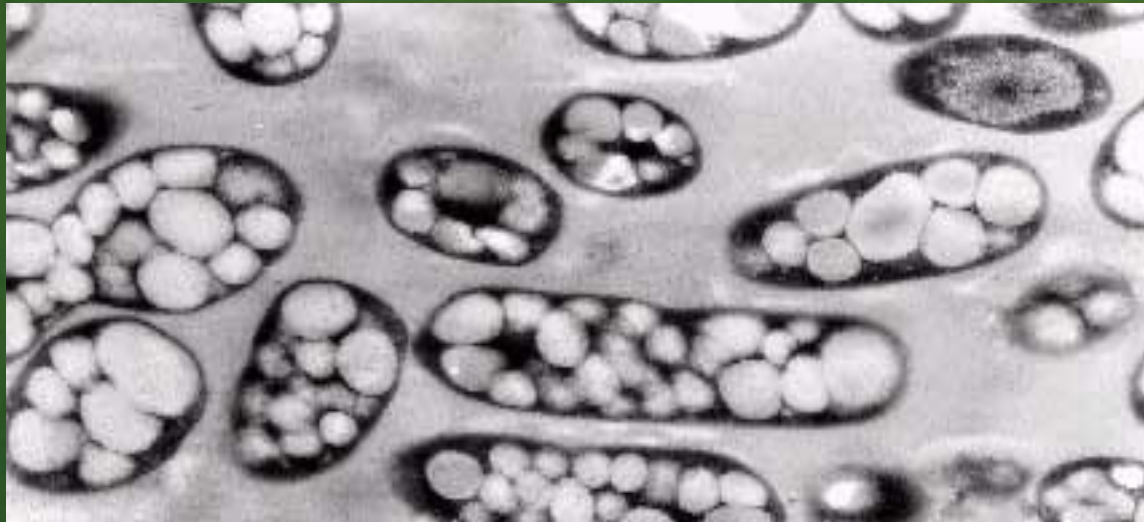
Água subterrânea



# Habitat biológico e reserva genética

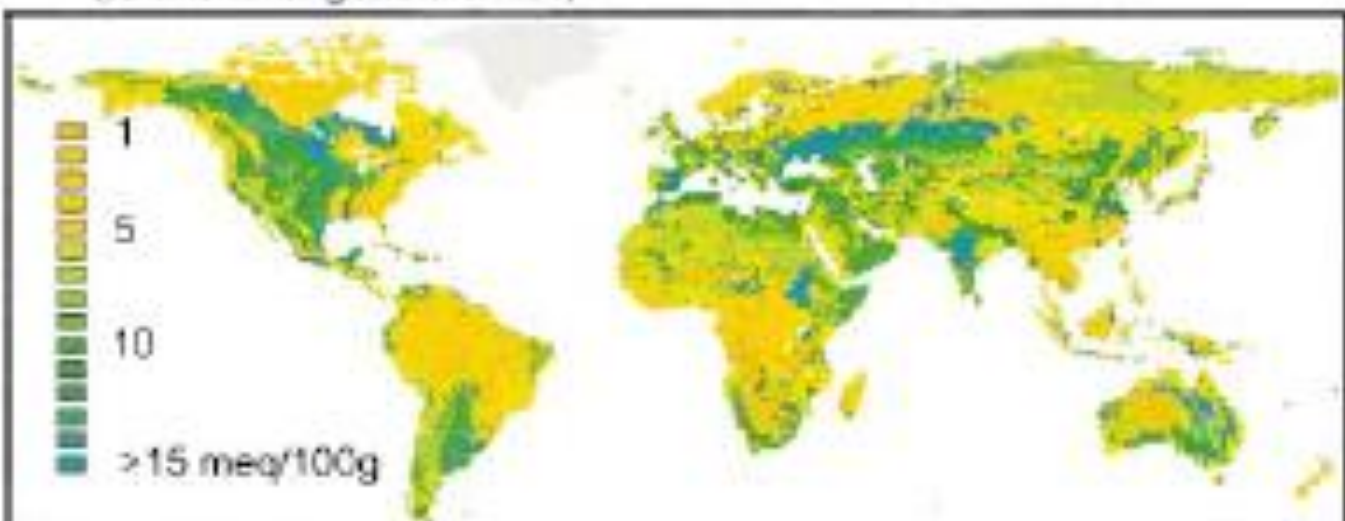
- Biodiversidade e populações de microrganismos;
- Biodiversidade de herbívoros;

**Grânulos de polímero biodegradável do tipo poli-3-hidroxibutirato (P3HB) no interior de bactérias, IPT)**

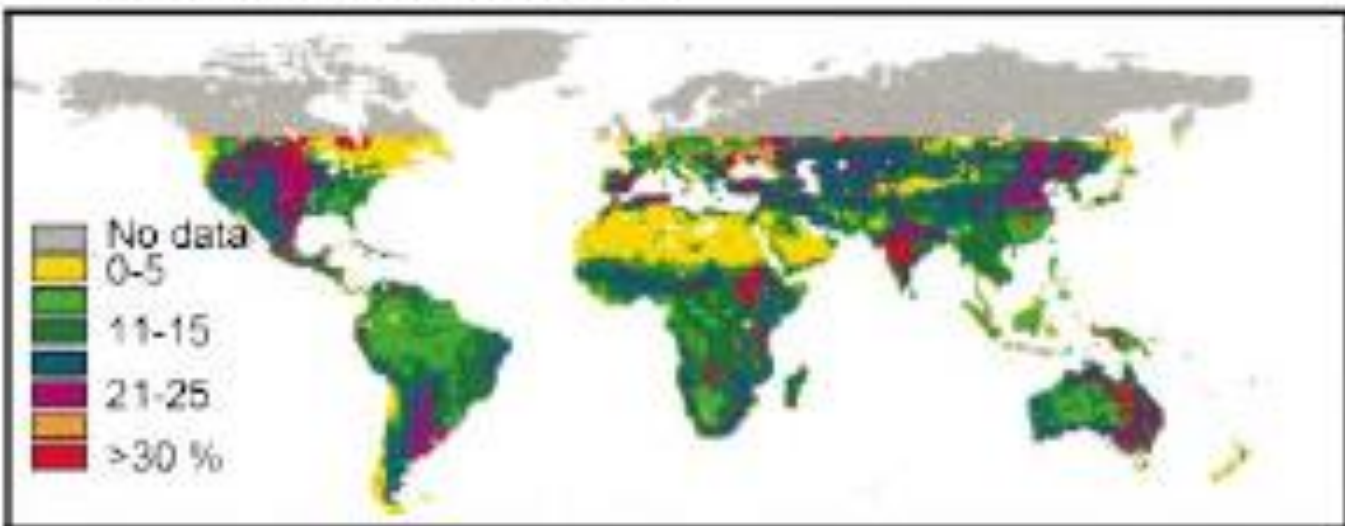


# Biodiversidade de grandes herbívoros

**b** Observed index for plant-available nutrients  
(total exchangeable bases)

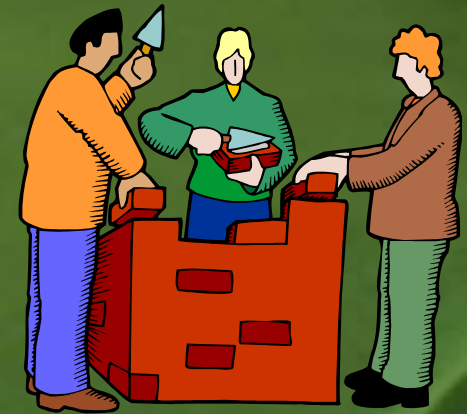


**c** Predicted large herbivore biodiversity  
(% of continental species pool)



Funções do Solo no  
Ambiente:  
Funções tecnológicas e  
culturais

# Meio de obras de engenharia



- Suporte de fundações;
- Engenharia sanitária: meio filtrante, retentor e de transformação;

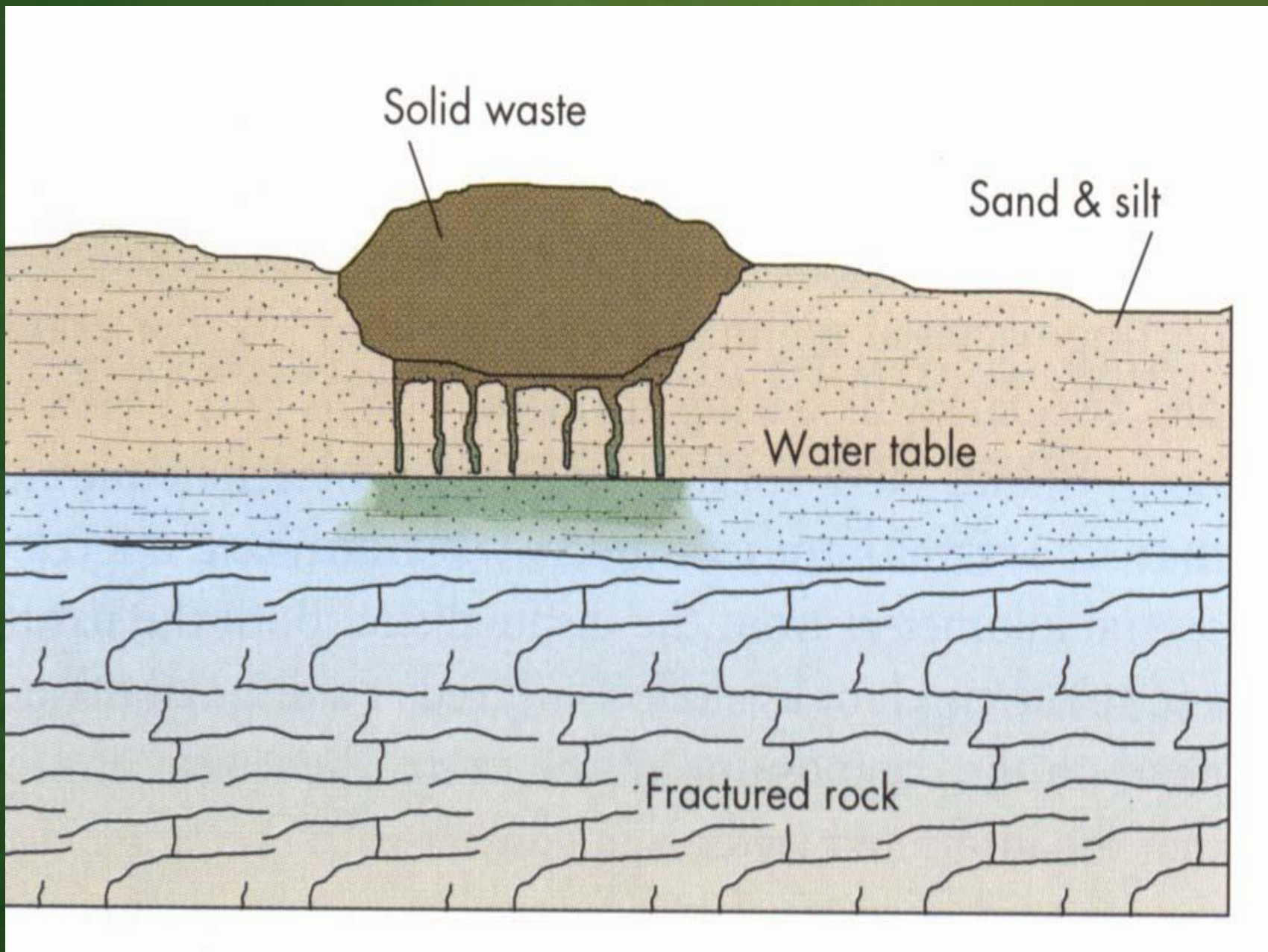




13 8 2002











# Fonte de Material Bruto

- Fonte de material para aterros;
- Material para construção: solo-cimento;
- Material para artefatos de cerâmica;
- Solos orgânicos: obtenção de energia pela queima;

# Meio Histórico



## ▶ A longa marcha da humanidade

Entre 100 mil e 200 mil anos atrás, os humanos modernos se espalharam pelo mundo, cruzaram Europa, Índia, Ásia e Austrália. Segundo a tese de cientistas brasileiros e argentinos, o ser humano mais antigo chegou às Américas entre 11 mil e 13 mil anos atrás, como comprovam os fósseis achados em Lagoa Santa, Minas Gerais



# Meio Histórico



- Exemplo: Terra Preta Arqueológica
  - Kern e Kampf, 1989 (Pará)
    - Altos teores de Ca, Mg, Zn, Mn, P, C,;
    - Fragmentos cerâmicos;
    - Morfologia, química e física do solo ajudaram a determinar o uso de cada área;



# Meio Histórico

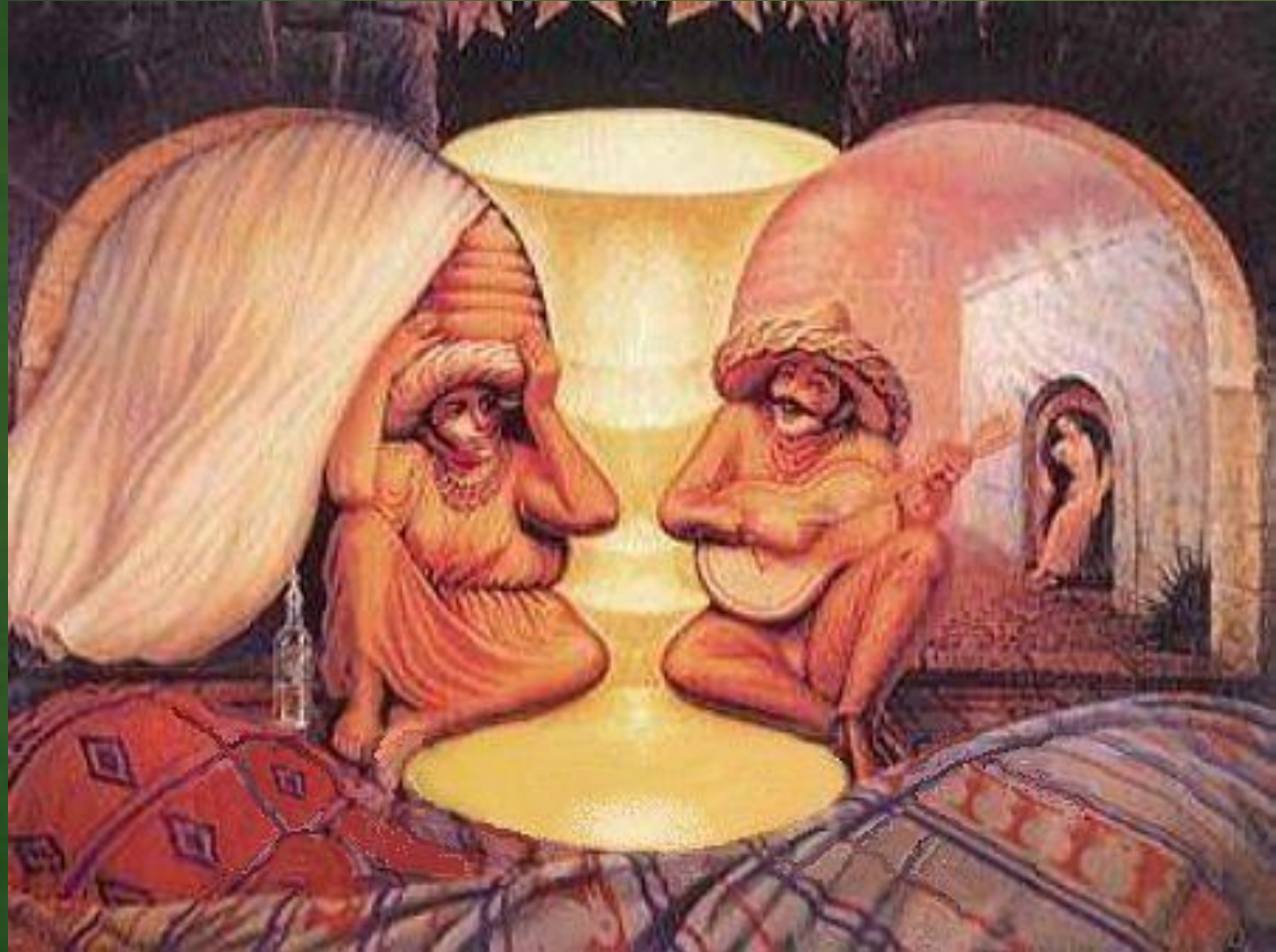


**Quando realmente  
aprendemos algo,  
mudamos nossa atitude  
mental.**

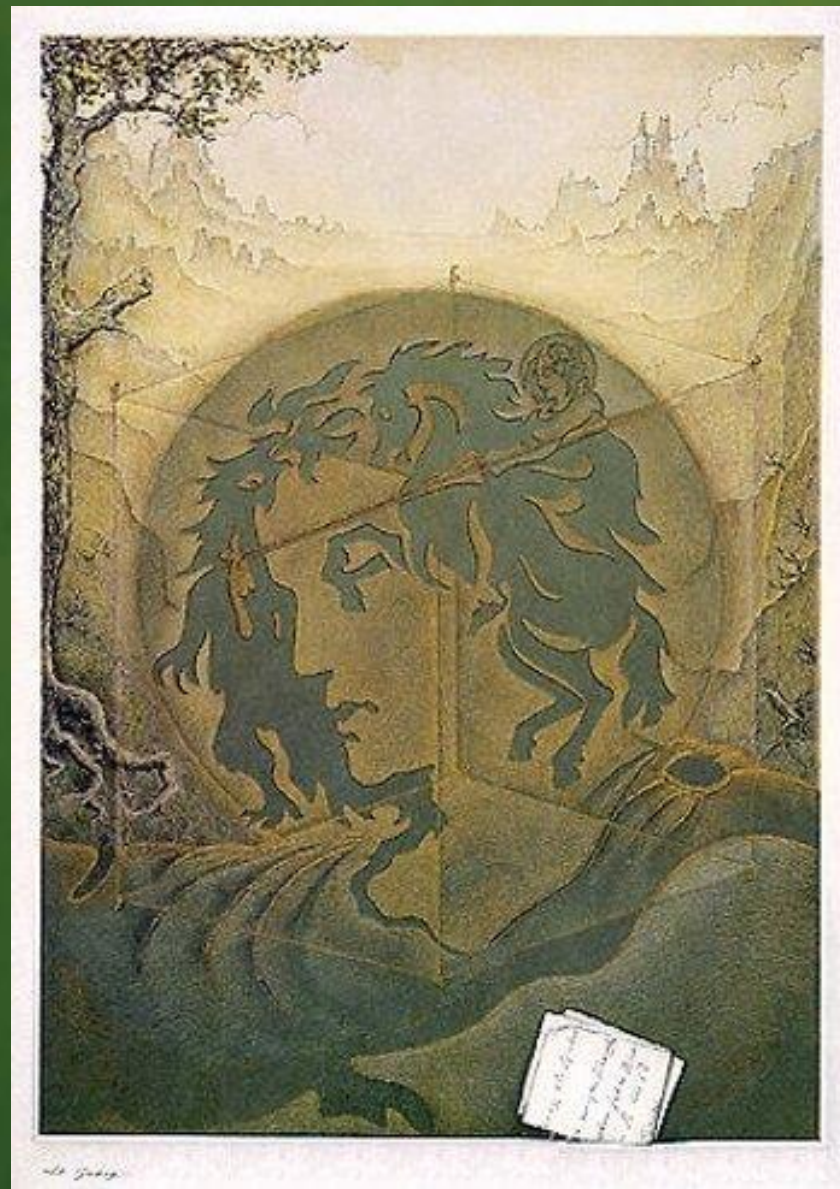
**Para o  
“olho destreinado”,  
o solo é apenas barro,  
poeira...**

**Esperamos que este  
Curso possa fazê-los ver  
coisas novas, ainda que  
olhando para coisas  
velhas.**

**Quando fazemos isto,  
enxergamos em um  
mesmo objeto,  
aspectos que antes nos  
passavam  
despercebidos...**

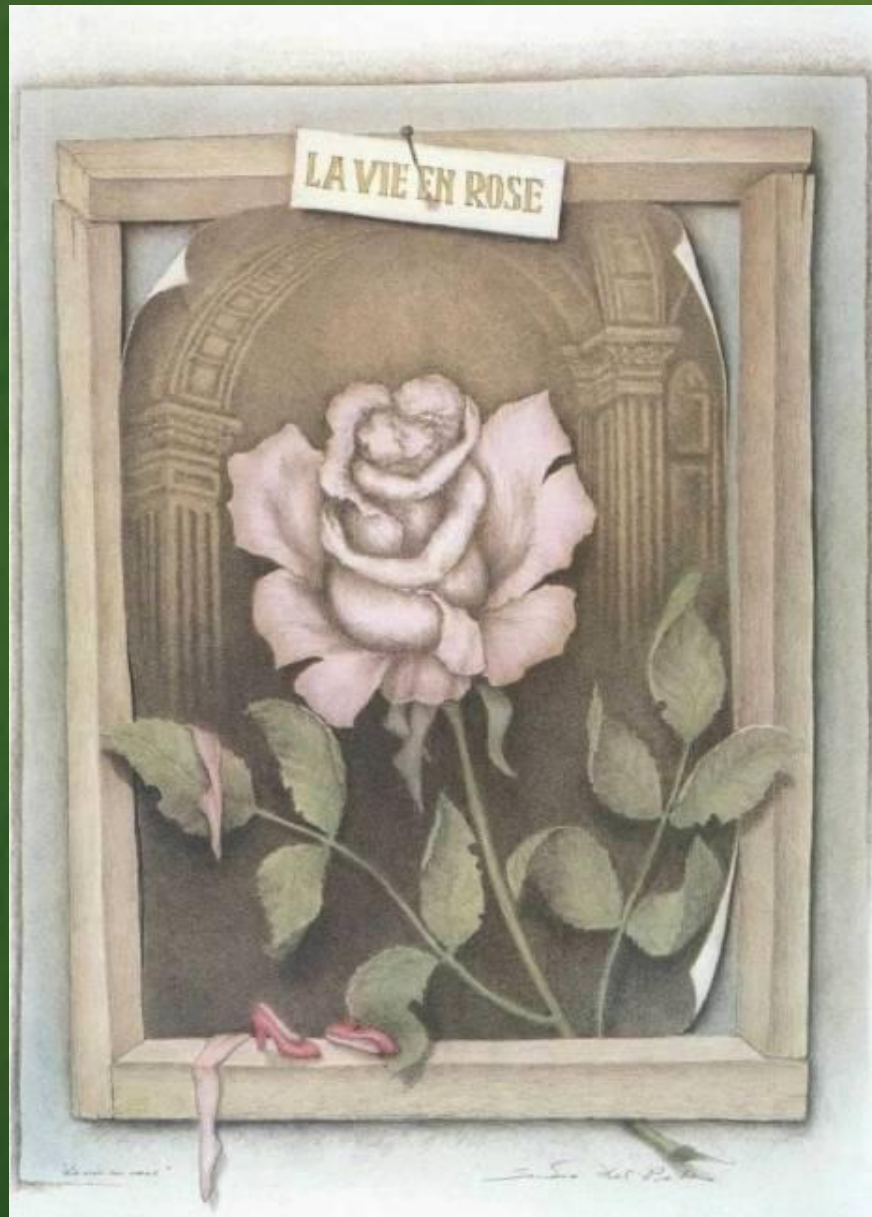


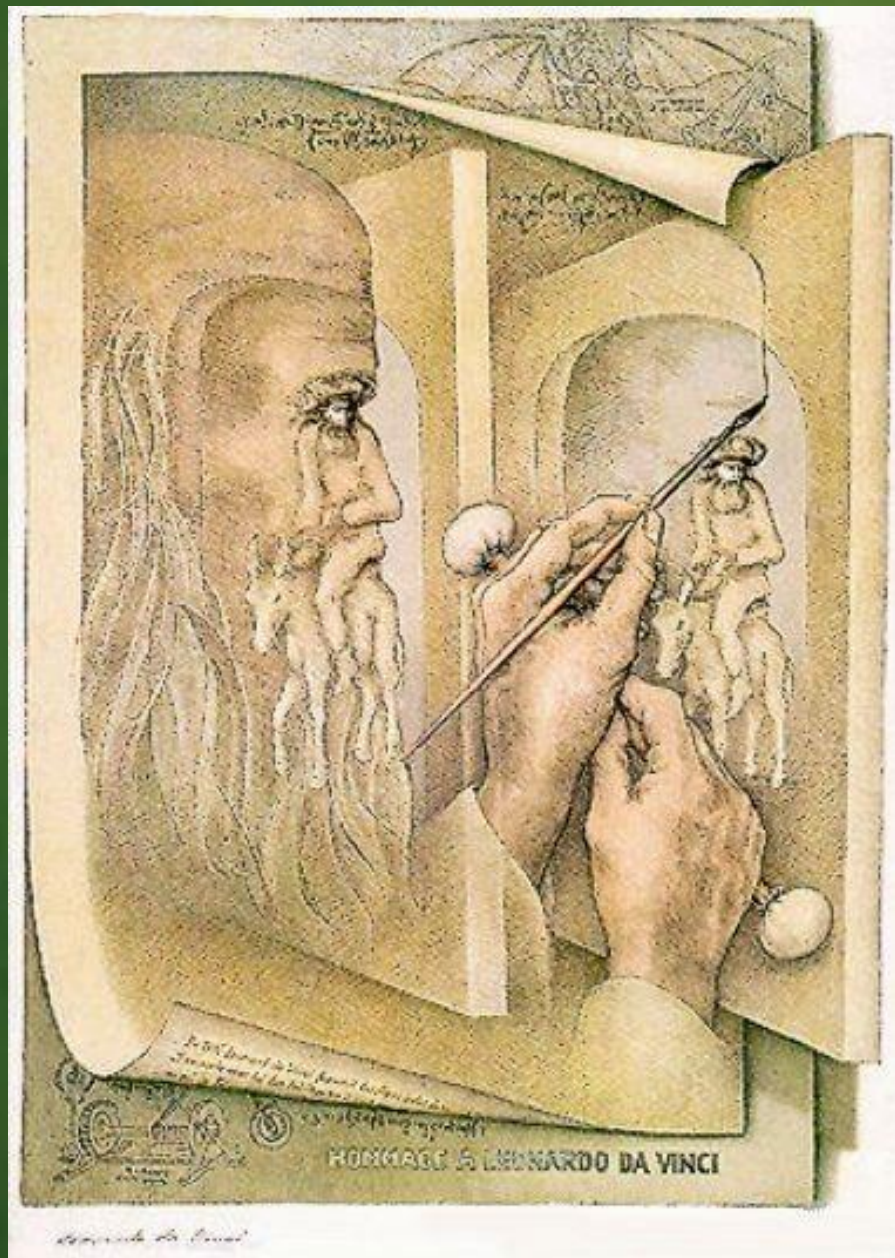




de Jodis







HOMAGE TO LEONARDO DA VINCI

Homage to Leonardo







**OBRIGADO !**