

Quais são as principais fontes de poluição do solo?

- Postos de combustível
- Indústria (passivo ambiental resíduos)
- Disposição resíduos domiciliares (lixão)
- Agricultura (agrotóxicos)
- Suinocultura (resíduos)
- Mineração
- Efluentes urbanos (Esgoto)
- Chuva ácida
- outros

O tipo de fonte implica em uma característica própria do contaminante (estado em que se encontra)

- sólido
- líquido
- viscoso

O estado de cada tipo de contaminante pode implicar por sua vez em um tipo de interação com o solo

Fontes de poluição do solo a serem abrangidas pelo curso

Disposição de resíduos sólidos no solo

Agroindústria (dejetos animais)

Lodo de ETE

Postos de Combustível

Mineração de carvão

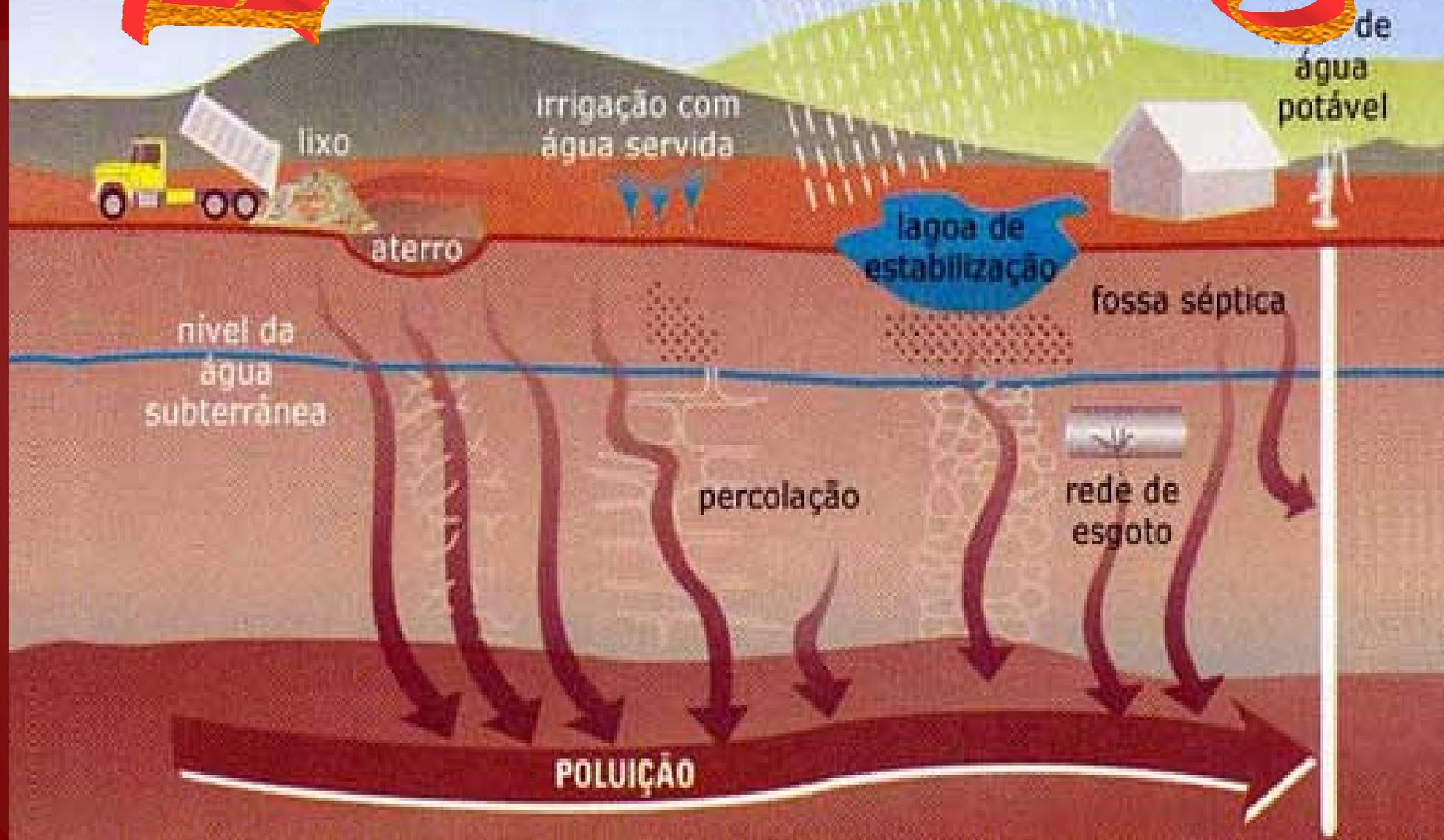
Atividades potencialmente poluidoras do solo



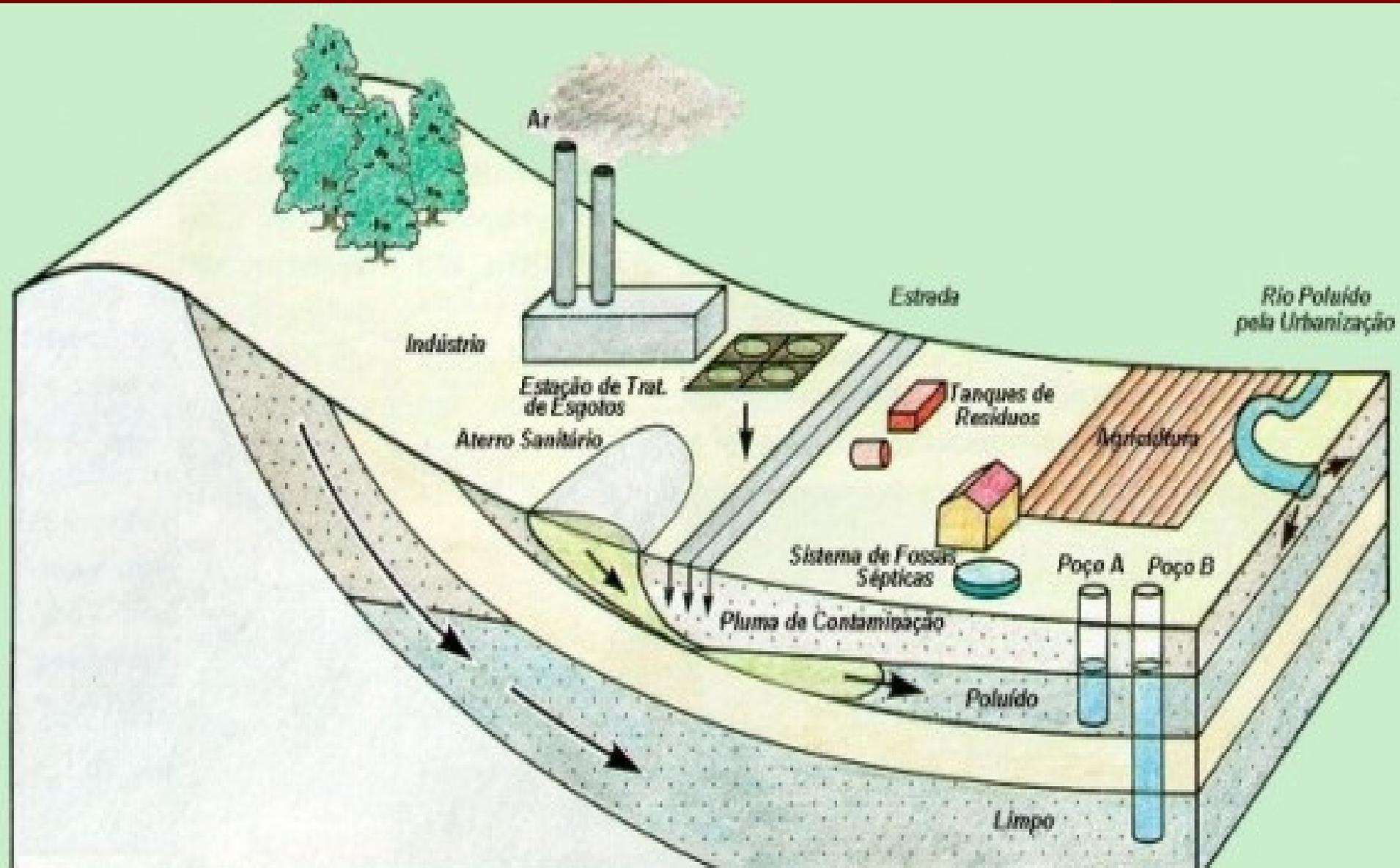
(Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto nº 8.468/76)

Artigo 4 - São consideradas fontes de poluição todas as obras, atividades, instalações, empreendimentos, processos, dispositivos, móveis ou imóveis, ou meios de transportes que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar poluição ao meio ambiente.

POLUIÇÃO DO SOLO



Atividades potencialmente poluidoras



(Fonte da Figura: UNESCO, 1992, Ground Water. Environment and Development - Briefs. No. 2. - traduzida e adaptada pelo DRM/RJ)

Poluição do solo

Ednilson Viana

Poluição do solo



Ednilson Viana

Poluição do solo



Ednilson Viana

Poluição do solo



Polluição do solo



Poluição do solo



Poluição do solo



Poluição do solo



Poluição do solo

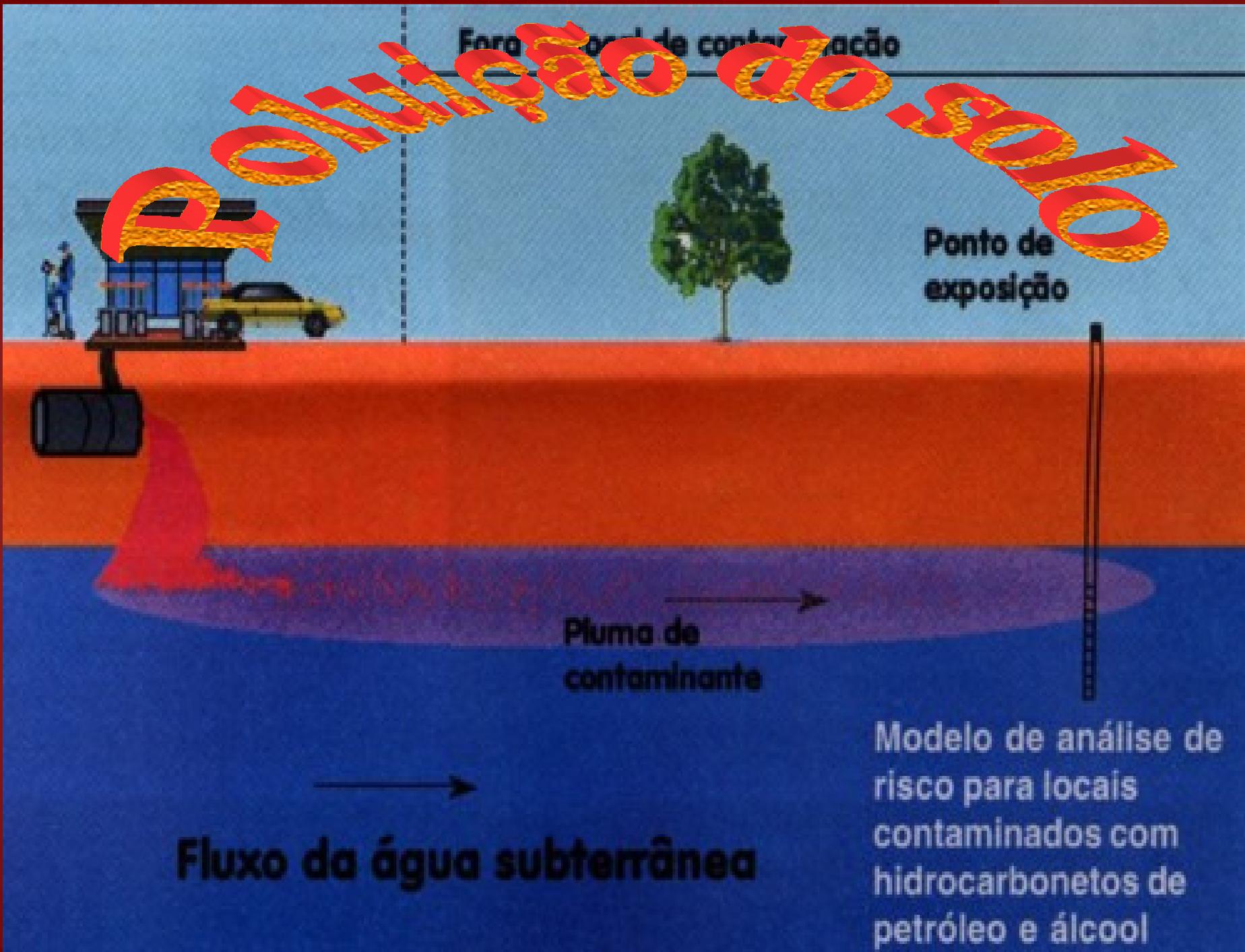
Fora do local de contaminação

Ponto de exposição

Pluma de contaminante

Fluxo da água subterrânea

Modelo de análise de risco para locais contaminados com hidrocarbonetos de petróleo e álcool



Polluição do solo

Condomínio residencial Barão de Mauá



- **compostos orgânicos e compostos inorgânicos**
- **benzeno, clorobenzeno, trimetilbenzeno e decano**

Poluição do solo



Quais interações solo-poluentes pode ocorrer no solo em contato com um poluente?

Atenuação/retenção ou transporte

ATENUAÇÃO DE POLUENTES NO SOLO

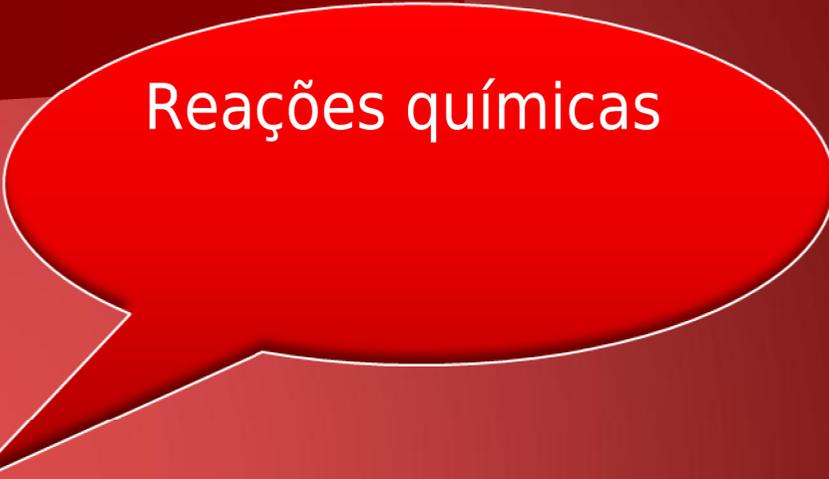
Composição do solo

```
graph LR; A[Composição do solo] --- B[Atenuação física]; A --- C[Atenuação química];
```

Atenuação física

Atenuação química

TRANSPORTE DE POLUENTES NO SOLO



Reações químicas

Composição do solo

A interação solo-polvente também depende da composição do solo

A composição do solo depende por sua vez das suas propriedades físicas e químicas

Mecanismos de Atenuação física e transporte no solo

Composição solo

- Textura
- Estrutura
- Densidade
- Porosidade
- Permeabilidade
- Fluxo de água
- Ar
- Calor



Alguns mecanismos de transporte no solo que estão ligados as suas propriedades físicas:
filtração e lixiviação

Alterando as propriedades físicas do solo de que forma afeta a filtração e lixiviação?

Mecanismos de Atenuação física e transporte no solo

Composição solo

- Textura
- Estrutura
- Densidade
- Porosidade
- Permeabilidade
- Fluxo de água
- Ar
- Calor

Filtração e Lixiviação



Mecanismos de Atenuação química e transporte no solo

Composição solo

- pH
- Teor de nutrientes
- Capacidade de troca iônica (potássio, cálcio, magnésio e sódio)
- Condutividade elétrica
- Matéria orgânica

Manejo do solo



Alterando as propriedades físicas do solo de que forma afeta a filtração e lixiviação?

Mecanismos de Atenuação química e transporte no solo

Composição solo

- pH
- Teor de nutrientes
- Capacidade de troca iônica (potássio, cálcio, magnésio e sódio)
- Condutividade elétrica
- Matéria orgânica

**ADSORÇÃO
PRECIPITAÇÃO
NEUTRALIZAÇÃO**

Manejo do solo

Além das características do solo, a interação solo-polvente também depende:

Características do contaminante

(solubilidade, densidade, concentração, pH, D.B.O., D.Q.O, etc.)

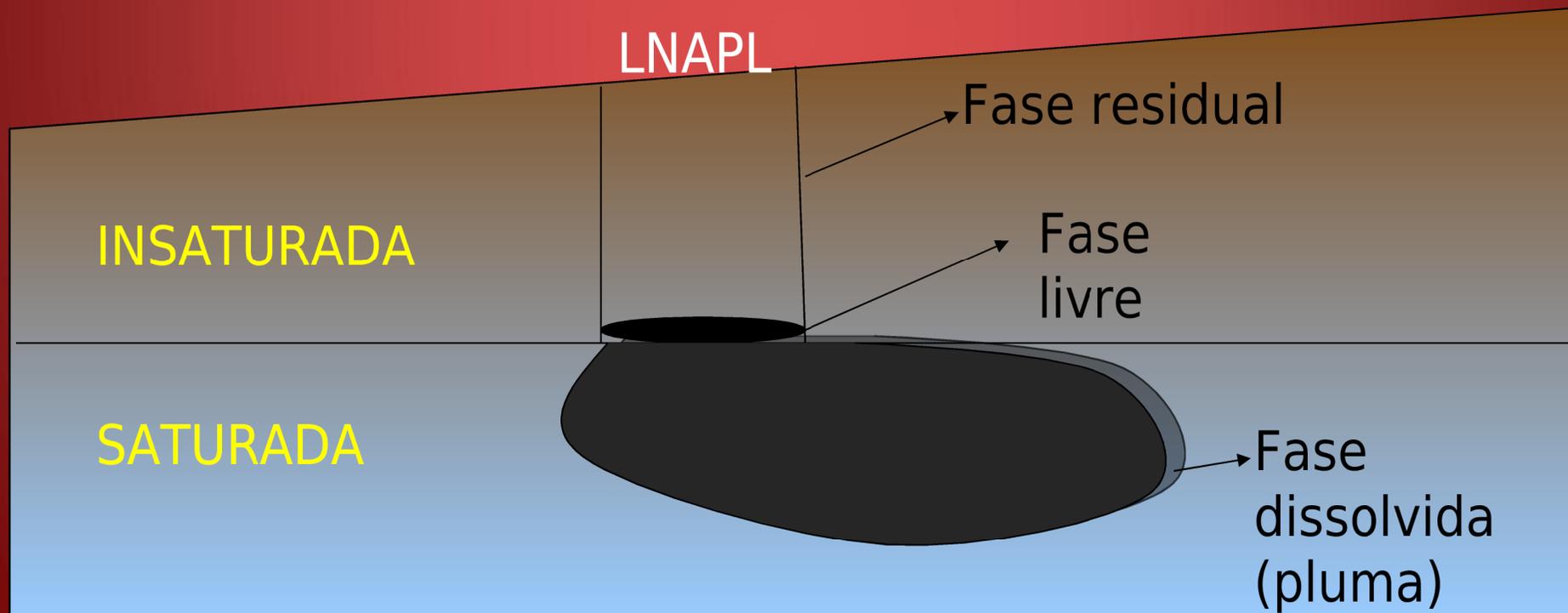
Características da exposição contaminante e do ambiente

(tempo de exposição do solo ao contaminante, presença de microorganismos, condições hidrogeológicas, condições aeróbicas/anaeróbicas e temperatura)

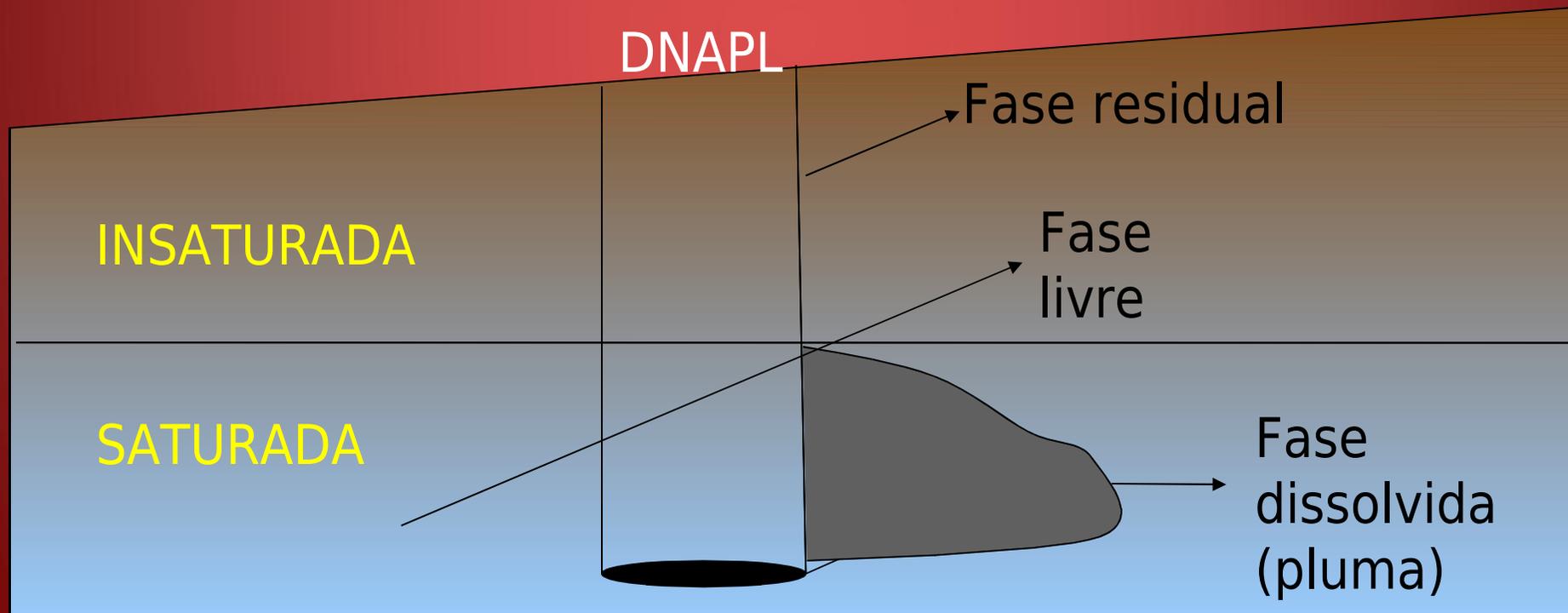
Solubilidade

- sólidos solúvel em água (pode atingir maior profundidade)
- sólido insolúvel em água (pode ficar retido)
- líquido solúvel em água (pode atingir camadas mais profundas do solo)
- líquido insolúvel (NAPL) (tb pode atingir a zona insaturada e ampliar a extensão da contaminação)

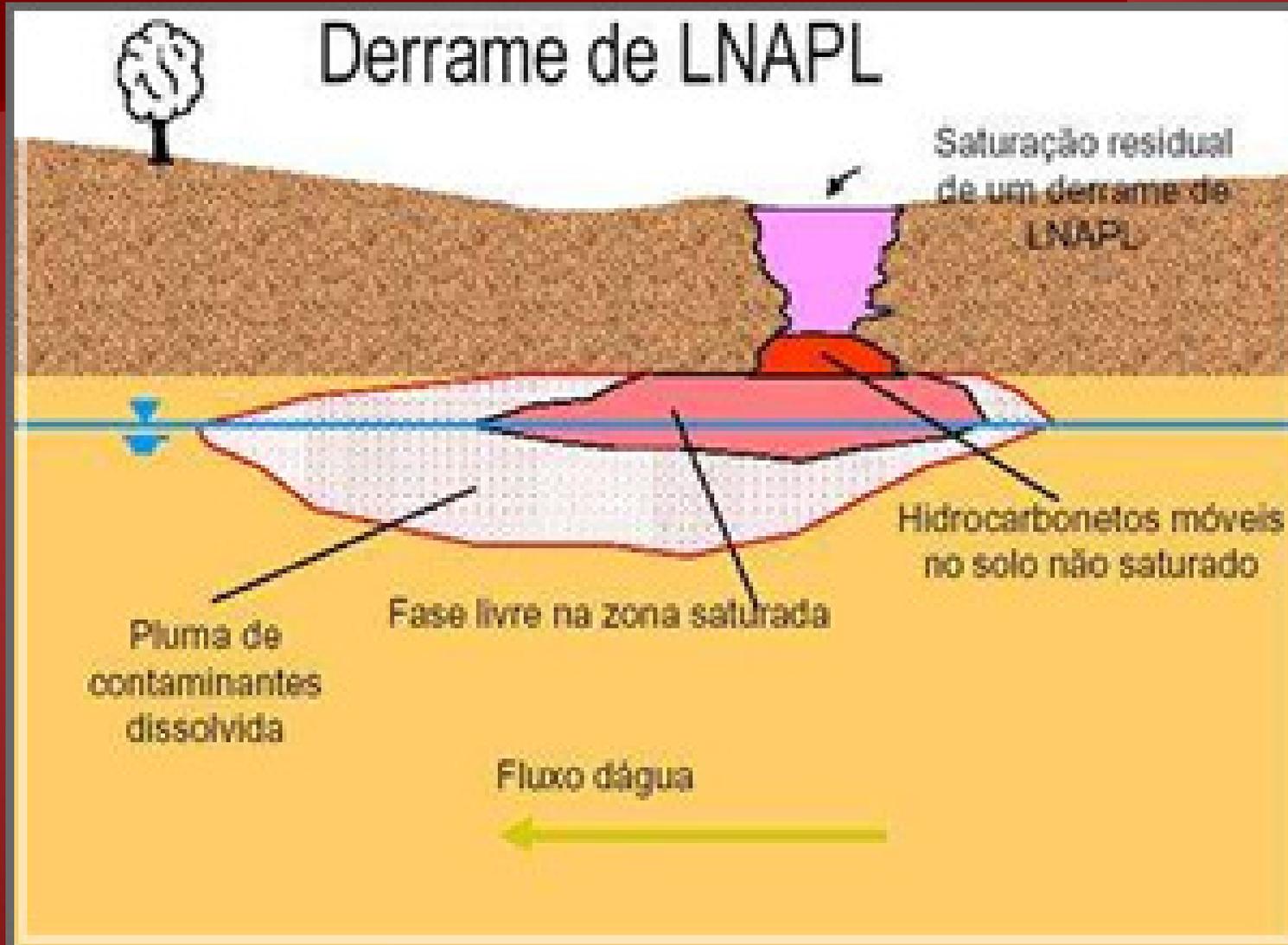
Fase líquida não aquosa baixa densidade (LNAPL)



Fase líquida não aquosa maior densidade (DNAPL)



Derrame de LNAPL



Características do contaminante

- densidade
- concentração
- pH
- DBO

De que forma estas caract. podem afetar a interação solo-poluente? Por exemplo a filtração e lixiviação?

Características exposição contaminante e do ambiente

- temperatura
- condições hidrológicas
- geomorfologia
- presença microrganismos
- manejo
- tempo de residência

Temperatura – Condições ambientais

A **TEMPERATURA** pode alterar:

- **permeabilidade do solo**
(muda a viscosidade do fluido)
- **velocidade de reações químicas**
- **solubilidade do contaminante**

Como isto pode ser importante na remediação do solo????

Tempo residência percolado – Condições ambientais

Pode alterar mecanismos como por exemplo:



Adsorção



Precipitação



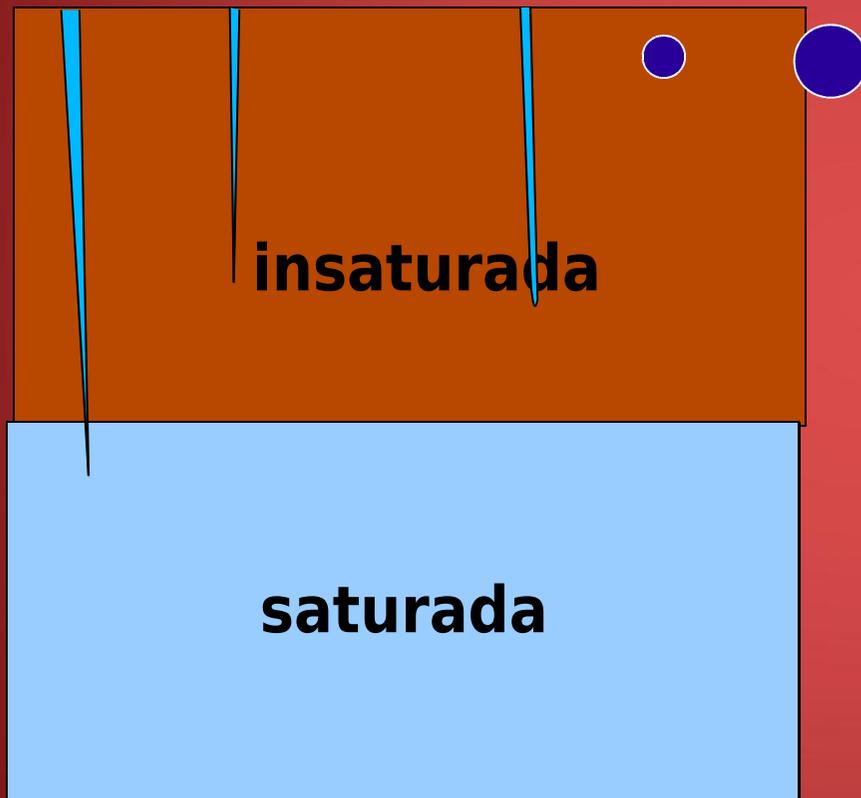
Neutralização

Condições ambientais

De que forma estas caract. podem afetar a interação solo-poluente?

Por exemplo a filtração e lixiviação?

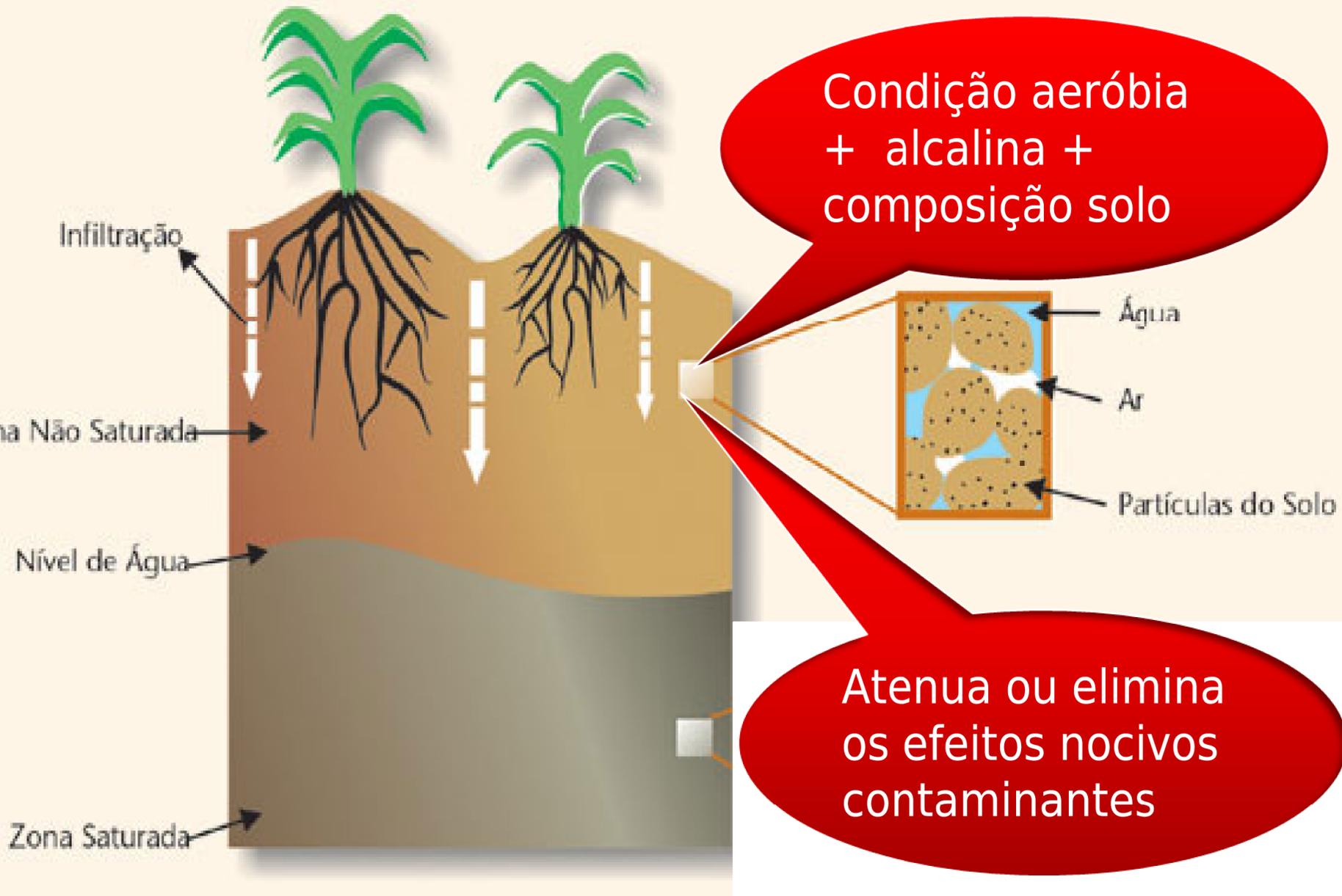
O que facilita a entrada do contaminante no solo ?



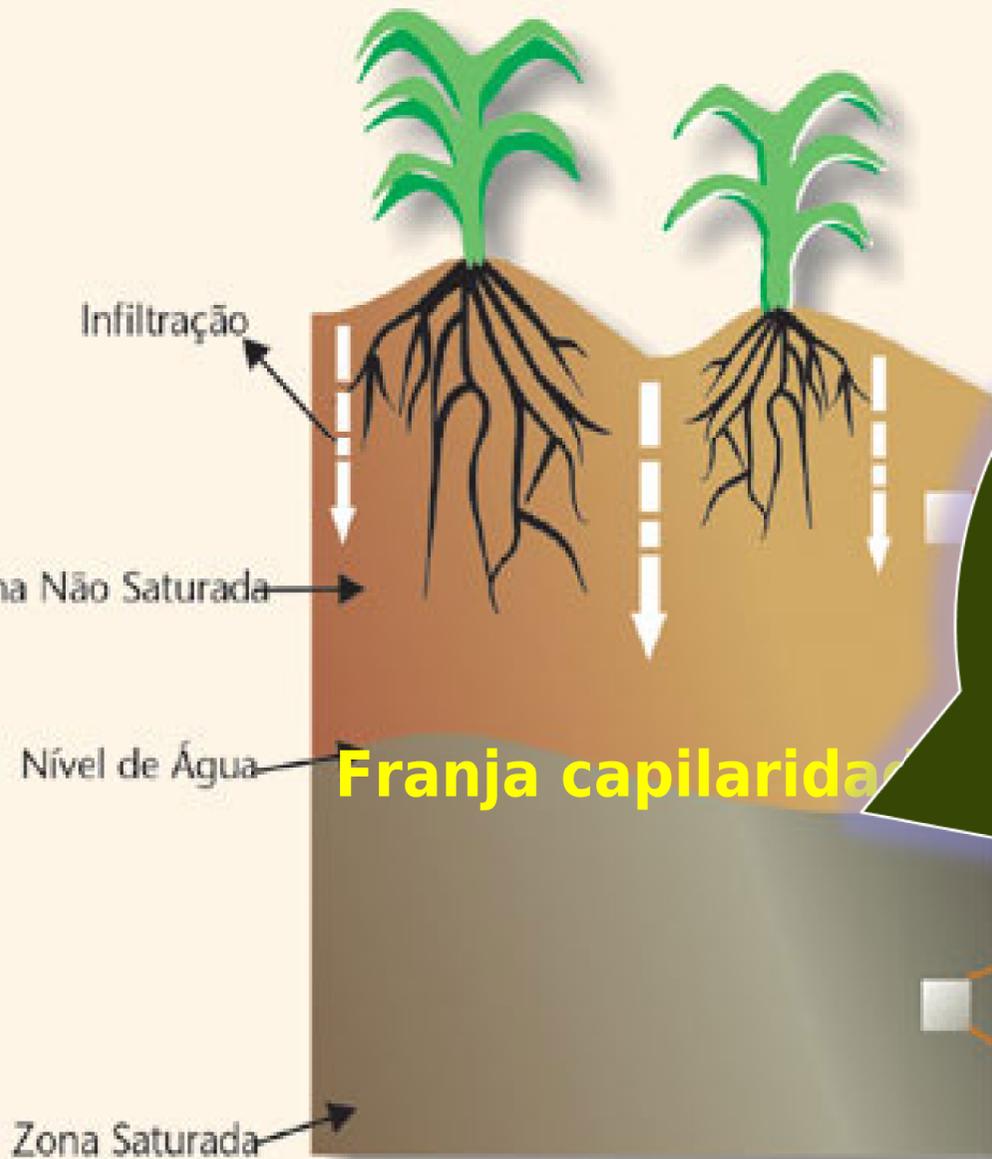
fraturas,
interstícios e
canais de
dissolução -
maior
vulnerabilidade a
contaminação

Como as zonas do solo atuam na interação com o contaminante?

Função solo: atua como um filtro - zona insaturada

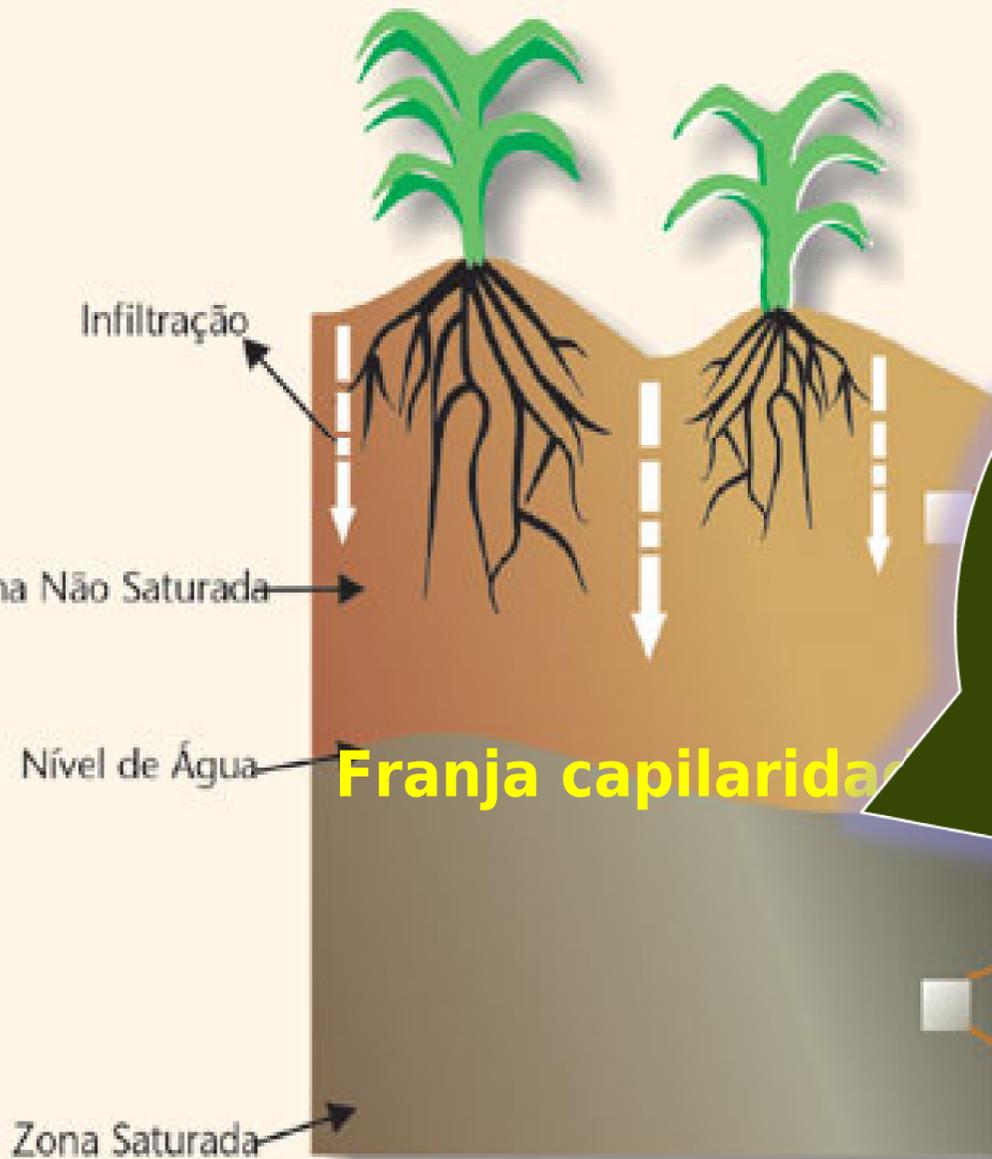


FRANJA DE CAPILARIDADE (formação)



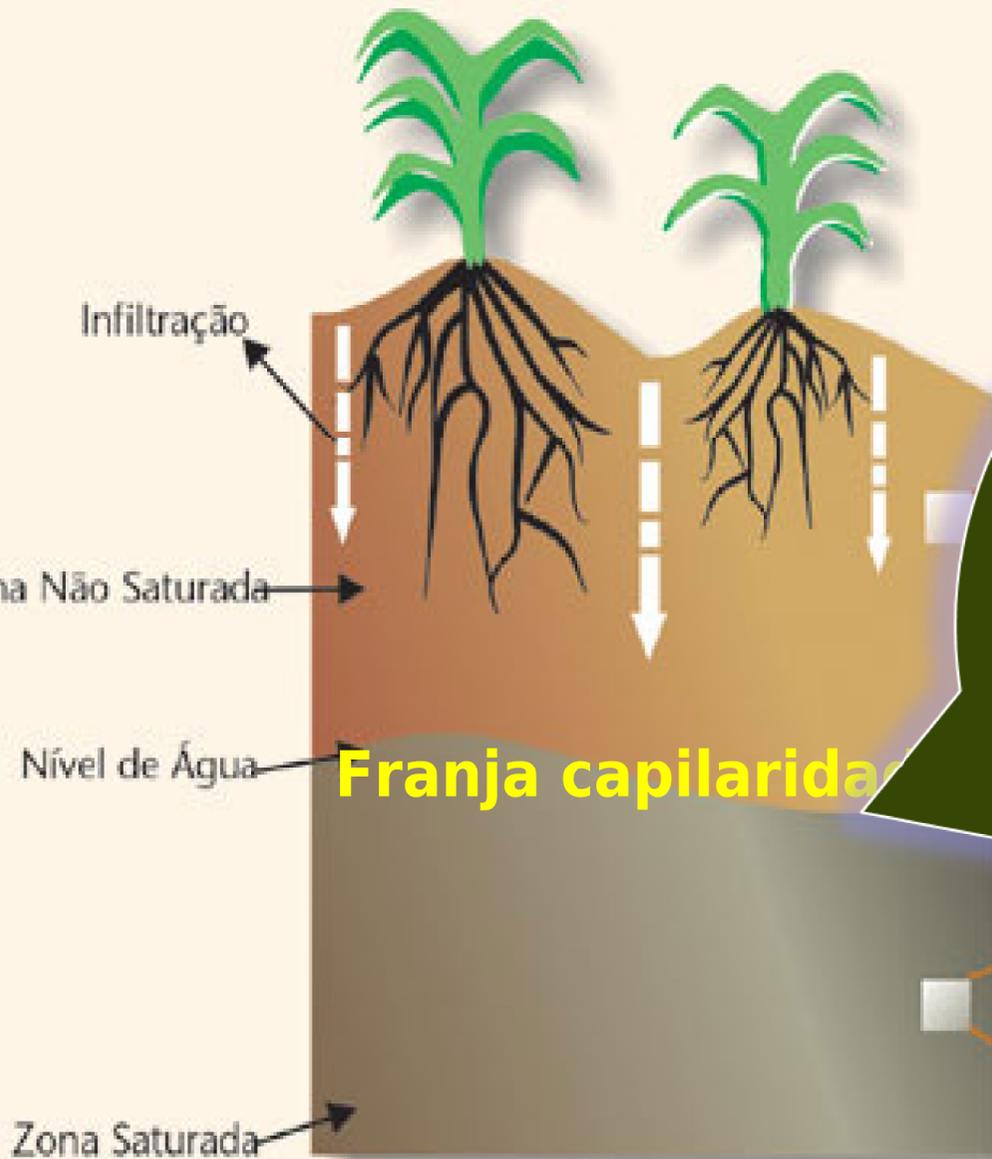
Formada em função da atração molecular entre a fase líquida e sólida e tensão superficial entre fase ar-água

FRANJA DE CAPILARIDADE (formação)



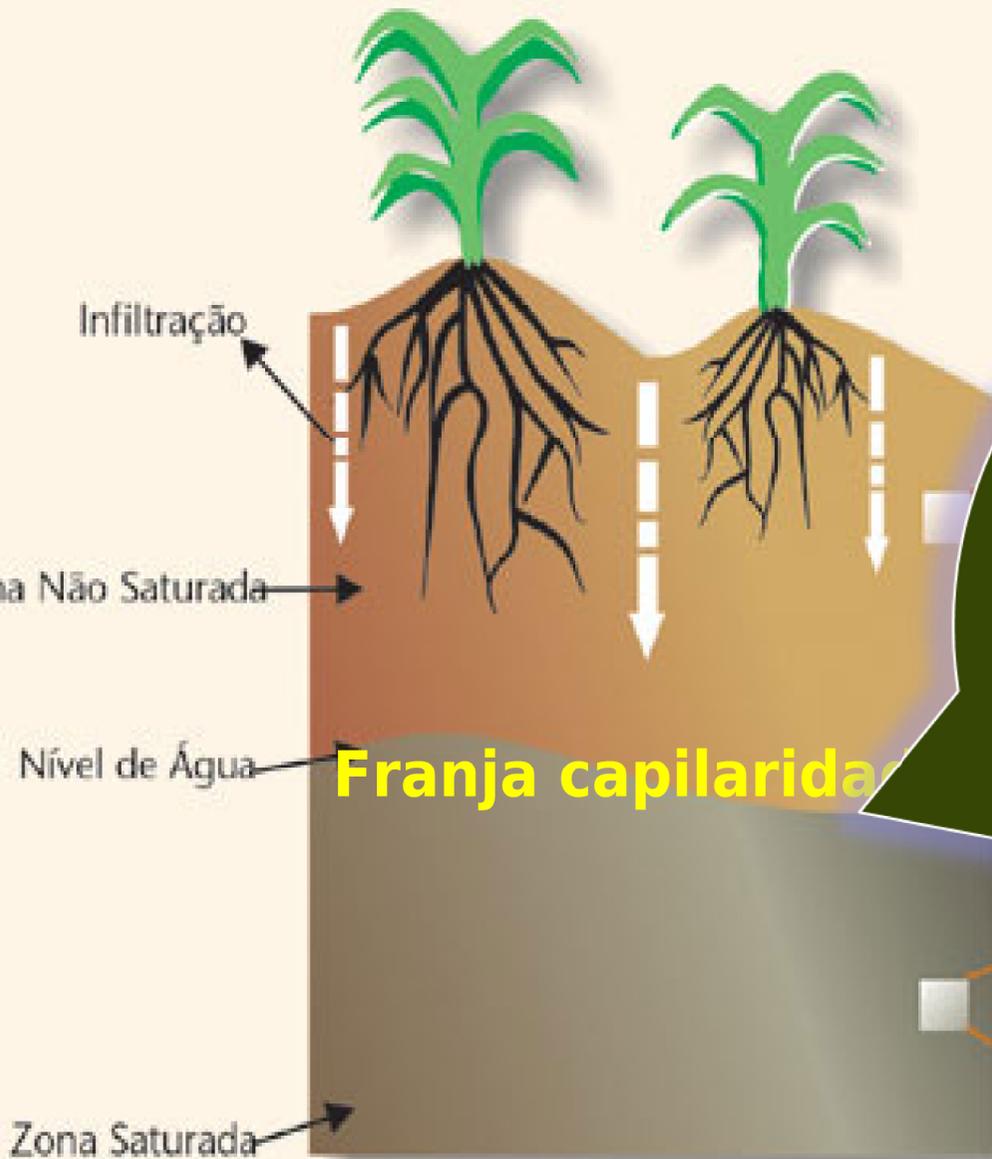
A água sobe por poros de diâmetro muito pequenos (franja capilar) opondo-se a força de gravidade

FRANJA DE CAPILARIDADE (dependência)



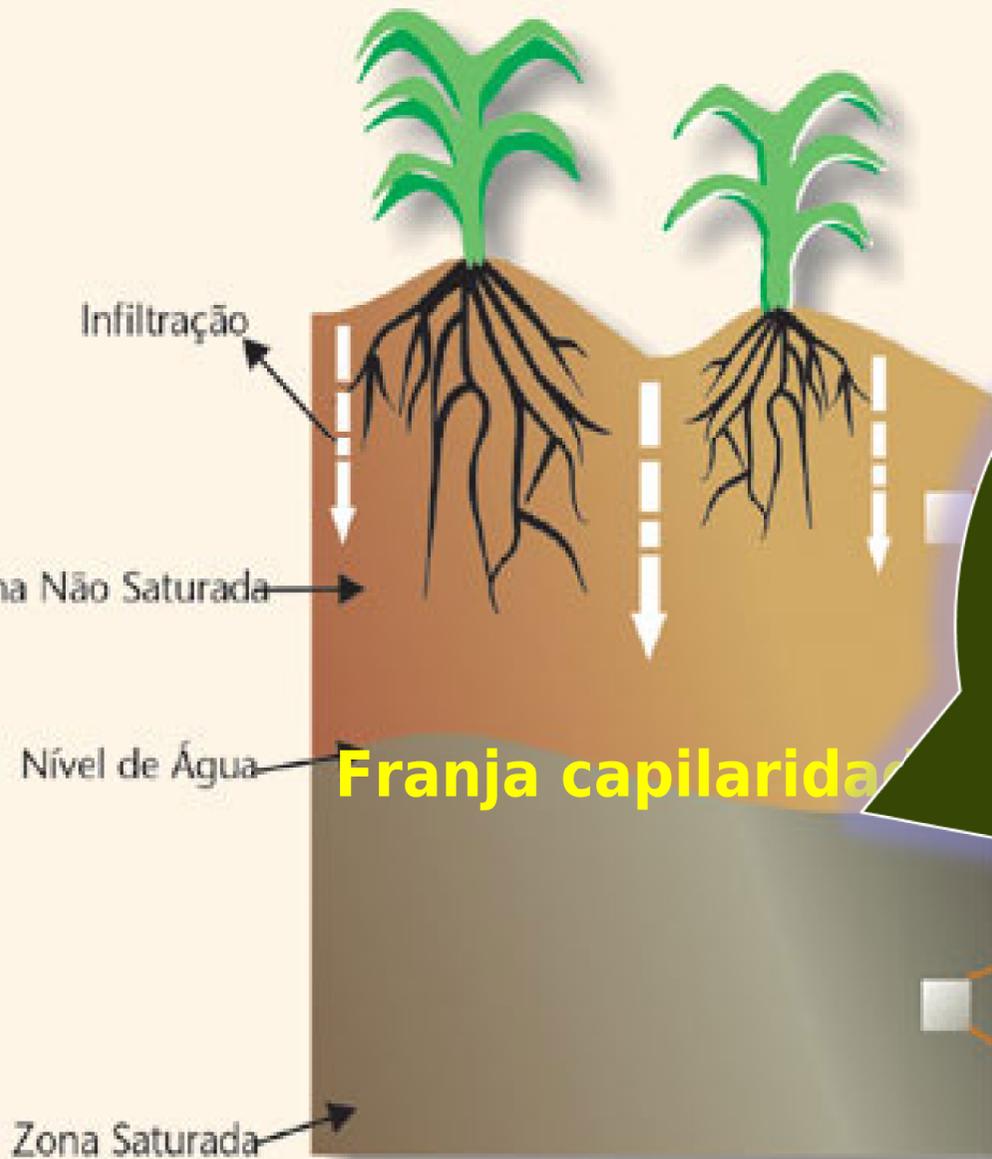
Isto quer dizer que a espessura da franja de capilaridade é definida pela elevação capilar que é FUNÇÃO????

FRANJA DE CAPILARIDADE (dependência)



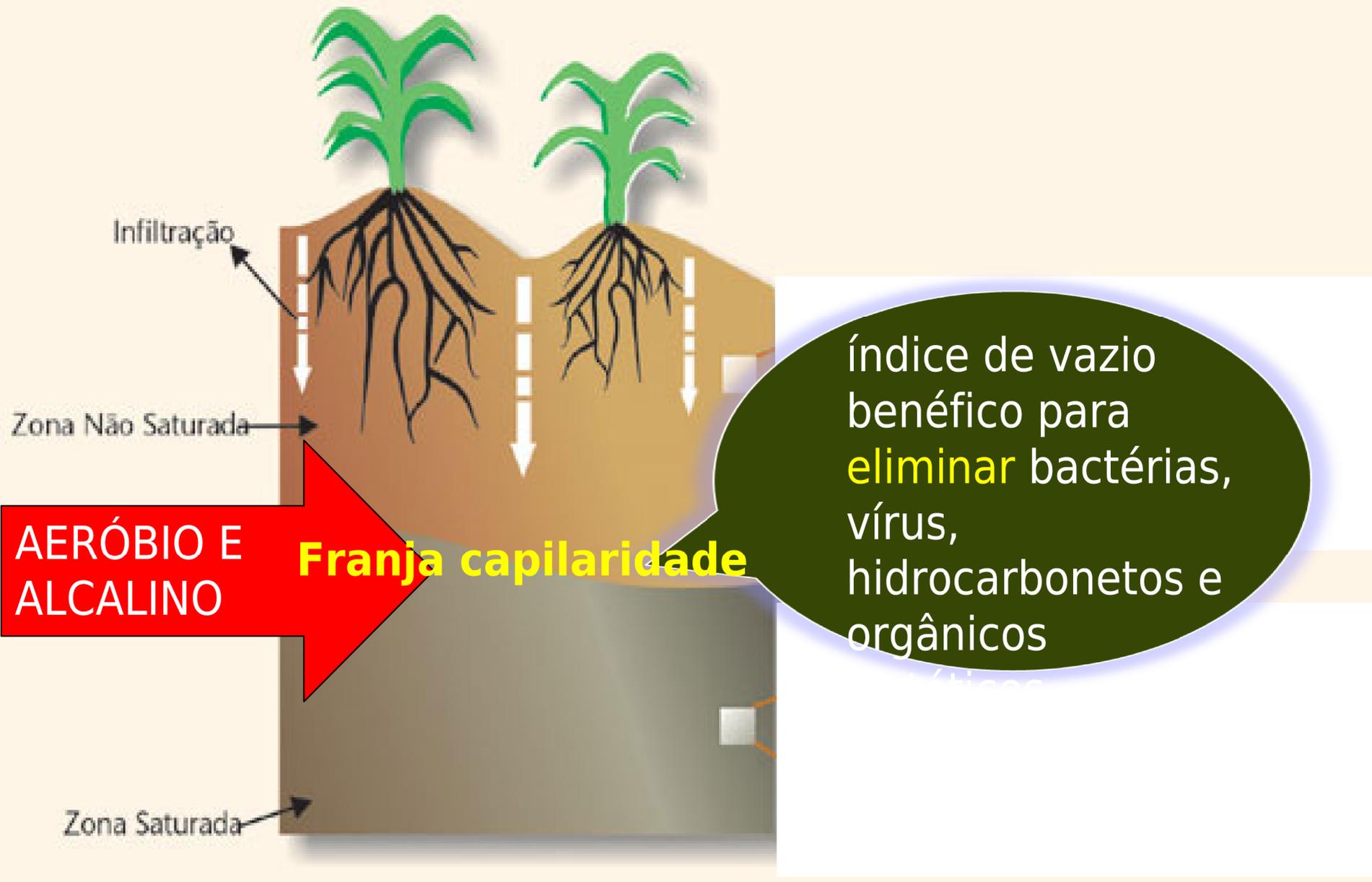
da TEXTURA E
GRANULOMETRIA
DO TERRENO

FRANJA DE CAPILARIDADE (função)



O que isto significa na atenuação de poluentes no solo????

FRANJA DE CAPILARIDADE (função)



Zona Saturada (função)

Processos
interceptação,
adsorção e
biodegradação de
contaminantes
continuam aqui

Nível de Água

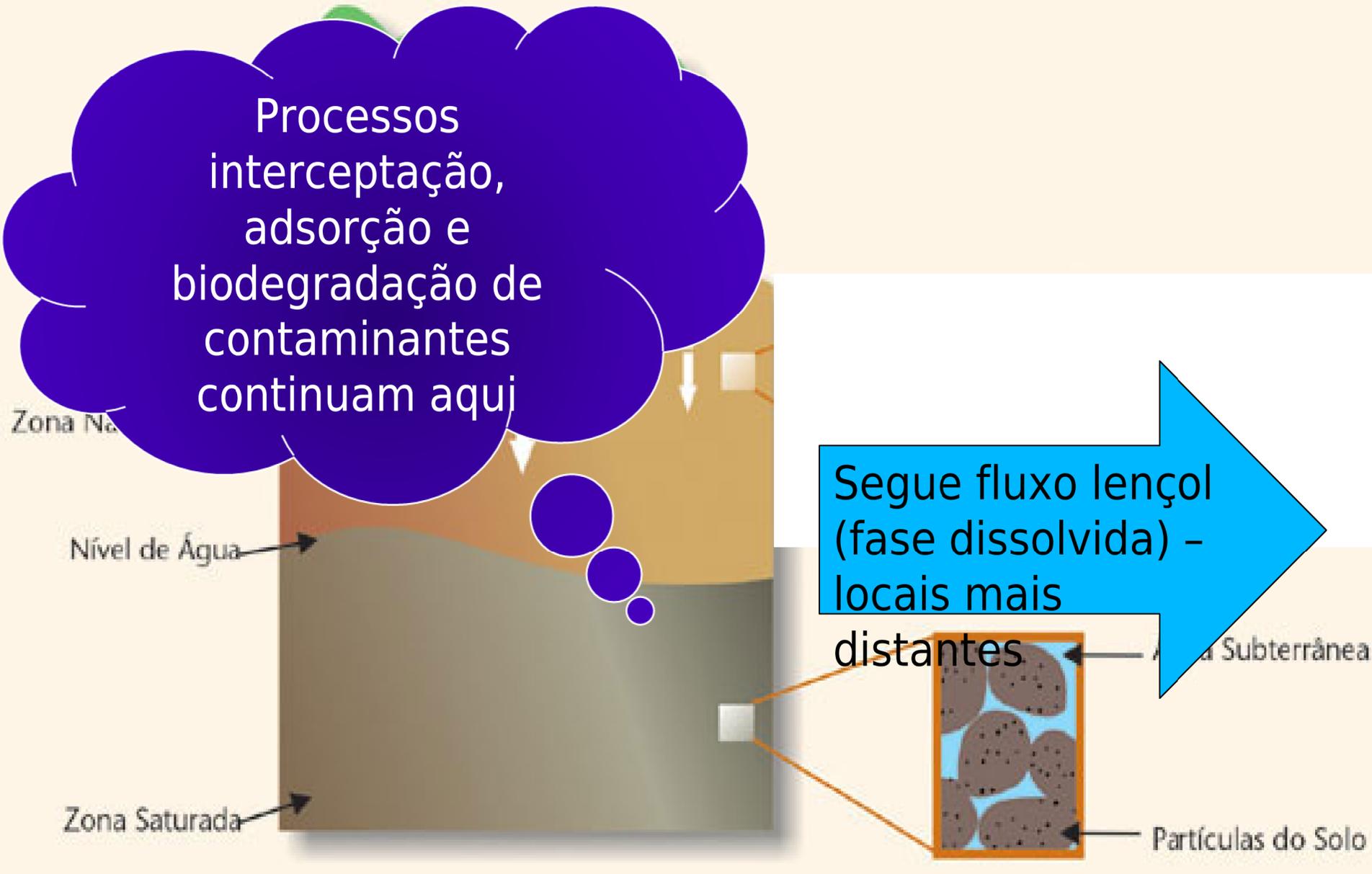
Zona Saturada

Segue fluxo lençol
(fase dissolvida) -
locais mais

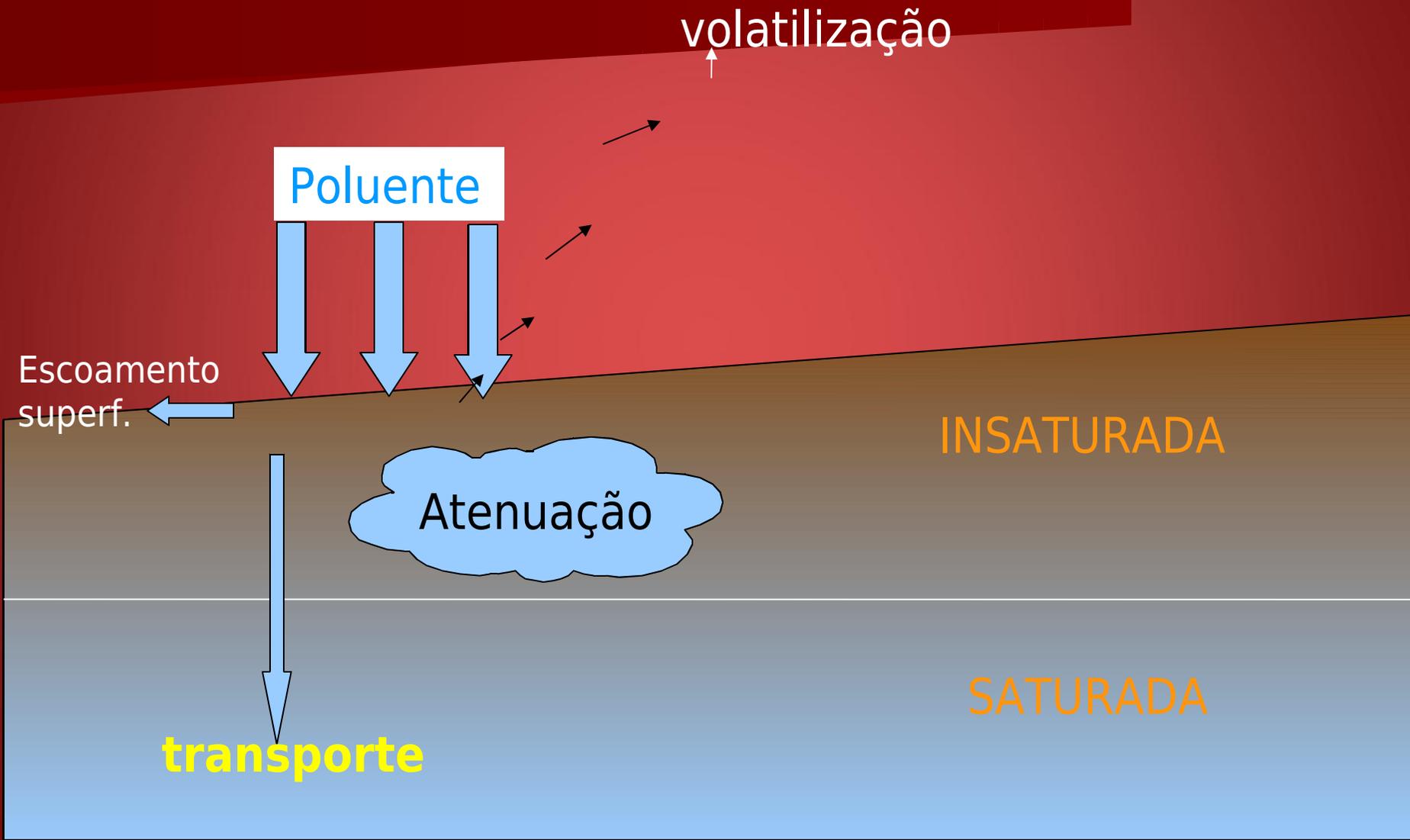
distantes

Água Subterrânea

Partículas do Solo



Interação solo-poluente



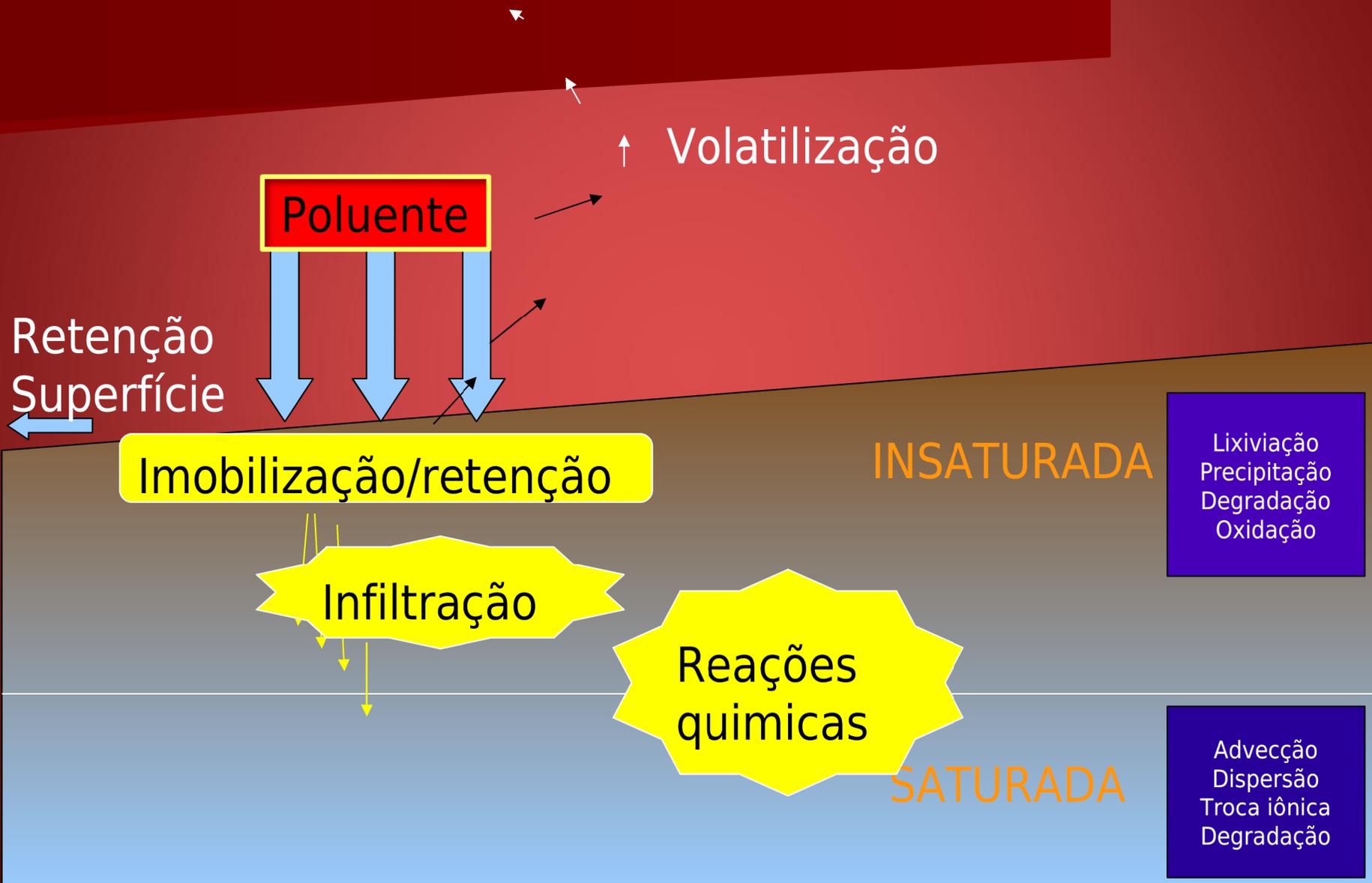
Quais são os mecanismos principais de retenção/atenuação contaminante?

- infiltração
- lixiviação
- advecção
- dispersão

Quais são os mecanismos principais de transporte de um contaminante?

- precipitação
- neutralização
- oxidação
- adsorção
- filtração

Interações solo-poluentes



Contaminante atinge a **superfície** do solo

Contaminante

Retenção

Adsorção

física

química

Não-Adsorptiva

precipitação

sequestro

Infiltração

transporte

difusão

dispersão

Reações químicas

Solubilização/
precipitação

Oxidação/
Redução

Troca iônica