

# INTERACÇÃO ÁGUA-ROCHA

## O caso das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas

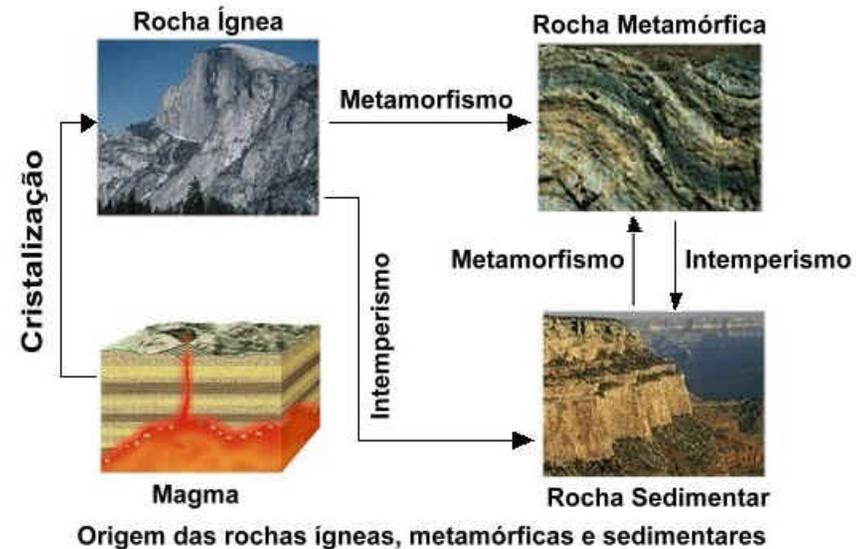
As rochas apresentam composições mineralógicas variáveis,



As condições climáticas, a composição da água de recarga, o tempo de contacto, o percurso percorrido e a permeabilidade das formações geológicas



influência muito importante na interação água-rocha



O ciclo das rochas

## Rochas ígneas e ataque dos silicatos

Iões tais como o  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e o  $\text{K}^+$  encontram-se por vezes debilmente retidos na estrutura silicatada.

O processo de dissolução é função do pH e da temperatura da água.

Formação de substâncias insolúveis, de modo geral minerais argilosos, as quais tendem a fixar de forma irreversível o ião  $\text{K}^+$ .



Exemplo da meteorização do granito, dando origem à formação de “caos de blocos”.

**Interacção  
água-granito**

As águas relacionadas com rochas granitóides são em geral pouco mineralizadas,

Domina o  $\text{HCO}_3^-$  e o  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Ca}^{2+}$ .

Existem quantidades importantes de sílica (entre 20 e 100 ppm), resíduo da hidrólise dos silicatos, dando origem à formação de minerais argilosos.

Só uma percentagem muito reduzida da sílica provem da dissolução do quartzo.



**Rochas  
sedimentares**

Rochas “resistentes” - materiais que não sofreram dissolução

Materiais insolúveis  
(quartzo, zircão)

Materiais que foram depositados  
antes que a hidrólise pudesse  
terminar a sua acção.

Muitas destas rochas estão total ou  
parcialmente cimentadas por  
materiais mais ou menos solúveis  
(carbonato de cálcio)

A água em contacto com estas formações geológicas  
tenderá a apresentar uma composição química  
semelhante à do cimento solúvel e/ou à da água que se  
produziria do contacto com as formações geológicas  
que deram origem aos clastos.

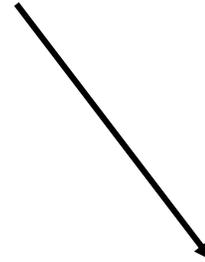
Rochas “hidrolisíticas” – são formadas na sua maior parte por partículas derivadas da hidrólise dos minerais de outras rochas.



Trata-se fundamentalmente das argilas



Na grande maioria são muito pouco permeáveis ou mesmo impermeáveis.



Podem armazenar quantidades apreciáveis de água, a qual vão expulsando pouco a pouco à medida que vão sofrendo compactação.



*lodos* → *argilitos* → *argilas* → *xistos argilosos*

**Rochas sedimentares**  
**(cont.)**

**Rochas  
sedimentares  
(cont.)**

Rochas de precipitação química



Calcários e dolomias.



Margas - estado intermédio entre as rochas de precipitação química e as rochas “hidrolisíticas”

**Rochas  
Metamórficas**

Águas com características intermédias entre as das águas de circulação nos granitos e as das águas de circulação nas formações sedimentares.

Por alteração, quer os xistos metamórficos quer os mármoreos dão origem a solos com elevada percentagem de argila e portanto bastante impermeáveis.

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

## Qualidade das águas subterrâneas

- Tipo de rochas atravessadas,
- Produtos de alteração das rochas atravessadas,
- Tempo de residência no subsolo,
- Temperatura de interação água-rocha,
- Tipo de coberto vegetal,
- Tipo e quantidade de gases existentes na atmosfera,
- Actividades humanas

Águas captadas em rochas ígneas e metamórficas são águas de muito boa qualidade.



Apresentam baixa concentração de sais dissolvidos.



As águas provenientes de formações sedimentares são, em geral, de boa qualidade, mas com uma quantidade de sais dissolvidos relativamente elevada.

Arenitos (Na)

Calcários (Ca e Mg)

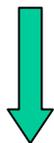
Argilitos – (Fe e SO<sub>4</sub>)

# Contaminação das águas subterrâneas

Apesar do solo e da zona não saturada apresentarem excelentes mecanismos de filtragem



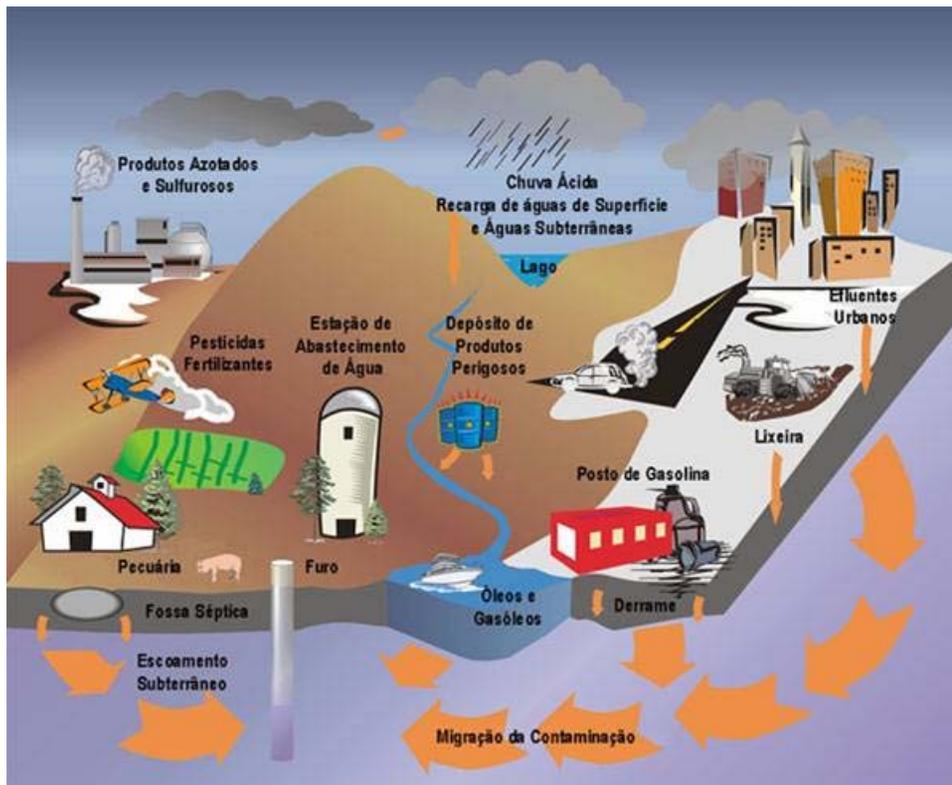
existem substâncias e gases dissolvidos que dificilmente deixarão a água subterrânea



podendo reter inúmeras partículas e bactérias patogénicas



podendo ser responsáveis pela sua poluição.



**Factores condicionantes da deterioração da qualidade das águas subterrâneas.**

## Contaminação das águas subterrâneas (cont.)

Para a planificação e controlo da poluição, é preciso conhecer bem:

- o sistema hidrológico,
- os contaminantes locais possíveis,
- a litologia e geologia da região em questão.

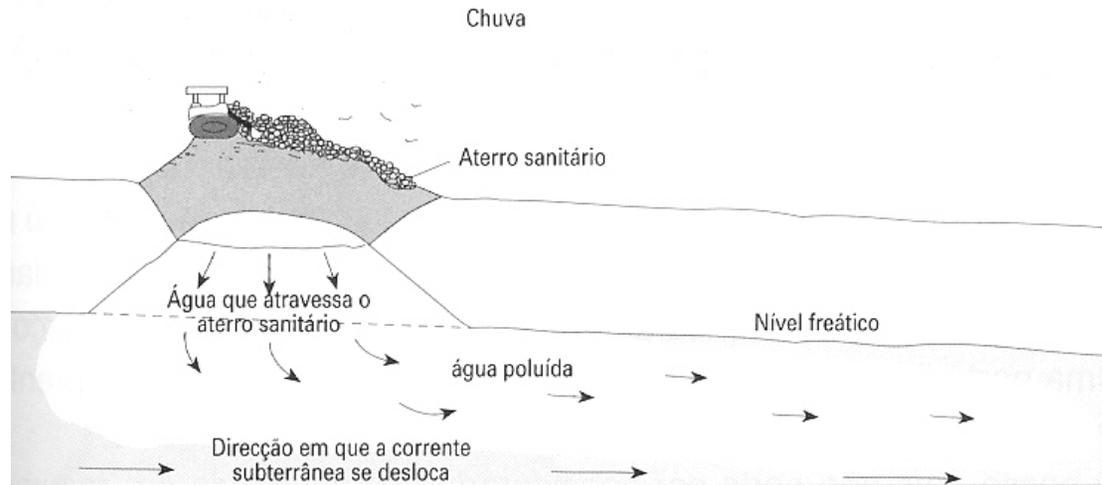
Em alguns sistemas aquíferos, dada a lenta circulação das águas de infiltração ao longo de formações geológicas com um notável poder depurador, os problemas de contaminação são, consideravelmente, retardados.

No caso particular de sistemas aquíferos associados a formações carbonatadas, estas apresentam-se, em geral, carstificadas e por isso estes aquíferos são muito vulneráveis à poluição.

## Contaminação das águas subterrâneas (cont.)

Alguns dos possíveis tipos de contaminantes que podemos encontrar são (Custódio & Llamas, 1996):

- inorgânicos: Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Na, Ca, K, etc. (comuns na maioria dos fertilizantes agrícolas vulgarmente utilizados no nosso País).
- orgânicos degradáveis (fossas sépticas, excreções de animais, etc).
- orgânicos pouco ou nada degradáveis (pesticidas, detergentes duros, etc).
- biológicos (bactérias, vírus, algas, etc).

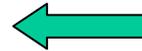


**Exemplo de contaminação das águas subterrâneas devido à presença de um aterro sanitário mal projectado.**

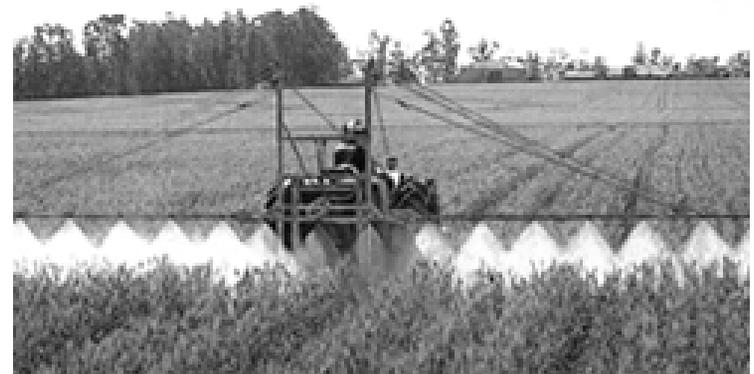
## Contaminação das águas subterrâneas (cont.)



A interação entre as fontes de poluição do ar e a atmosfera define o nível de qualidade do ar que por sua vez, desencadeia os efeitos adversos dos poluentes sobre os receptores.

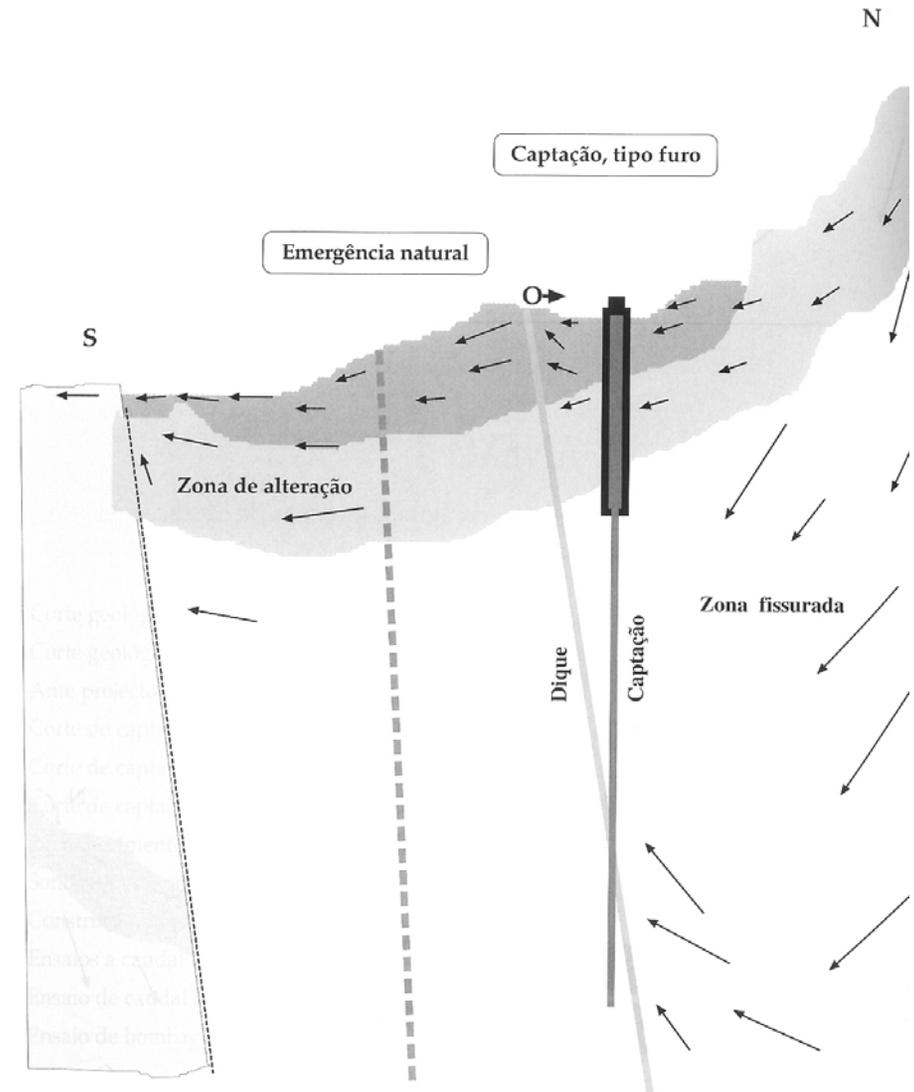


A utilização incorrecta ou exagerada de fertilizantes e pesticidas em solos muito permeáveis é muito importante na deterioração da qualidade das águas subterrâneas



# Protecção dos aquíferos

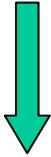
A potencial vulnerabilidade das águas minerais naturais e das águas de nascente, aliada à sua raridade e, sobretudo, à sua utilização humana explicam o regime de protecção que lhes é aplicável (DL 90/90), o qual, pela sua imperatividade, rigor do regime de restrições e dimensão das áreas abrangidas não tem paralelo nos demais recursos geológicos.



Exemplo esquemático de um corte geológico localizado numa zona de execução de uma captação de água subterrânea para consumo humano. Retirado de: [http://www.igm.ineti.pt/edicoes\\_online](http://www.igm.ineti.pt/edicoes_online)

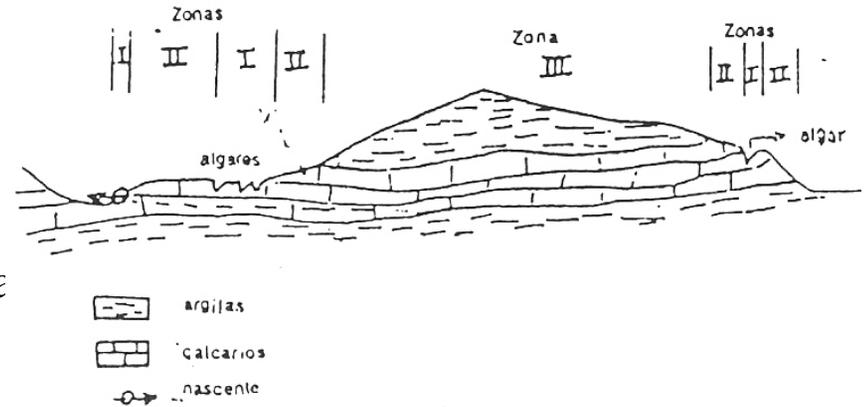
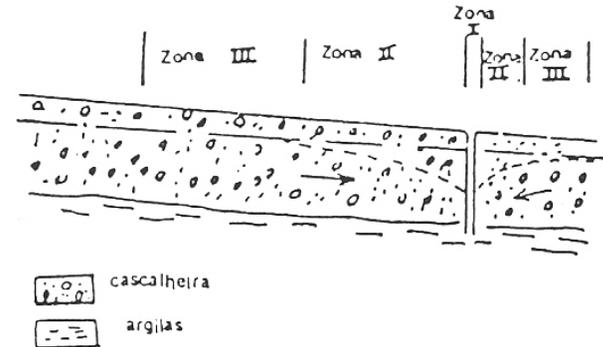
# Protecção dos aquíferos

Desde há longa data que em muitos países da Europa existem perímetros de protecção para a salvaguarda de aquíferos e captação de água de consumo humano.



as zonas que integram os Perímetros Protecção:

- zona imediata
- zona intermédia
- zona alargada



Exemplo de Perímetro de protecção