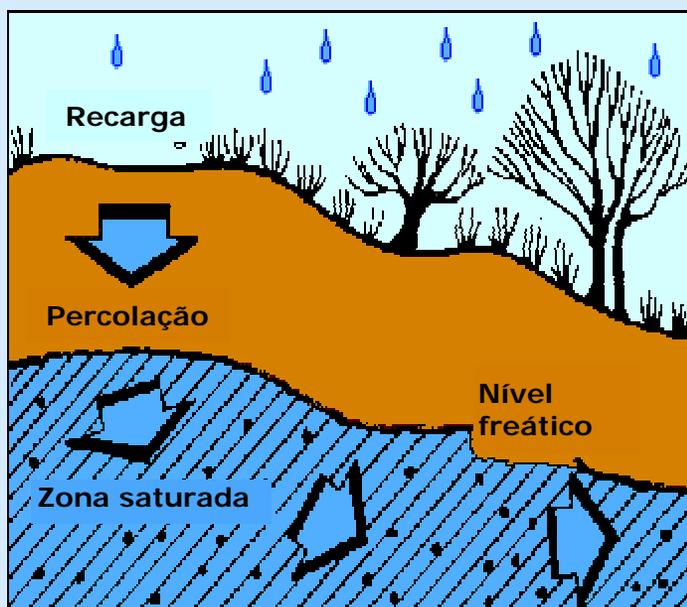




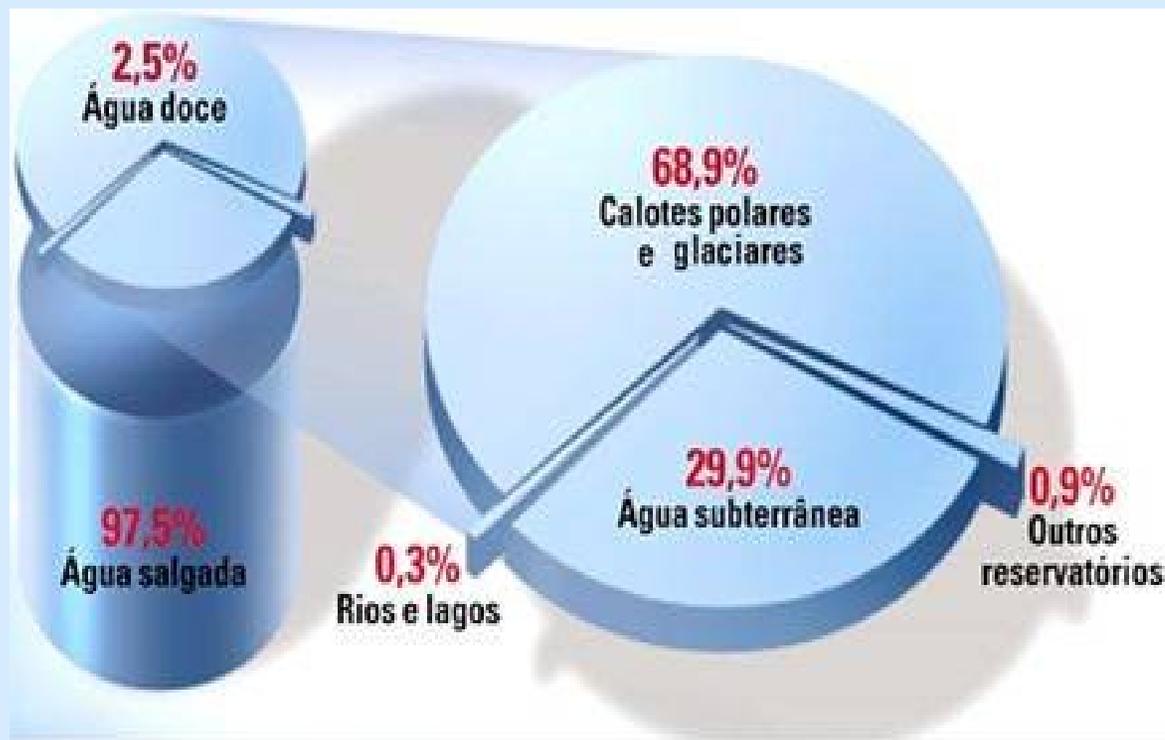
A ÁGUA SUBTERRÂNEA faz parte integrante do ciclo hidrológico.

As águas subterrâneas são um recurso natural imprescindível para a vida e para a integridade dos ecossistemas, representando mais de **95%** das reservas de água doce exploráveis do globo.



A água subterrânea resulta da infiltração da água que provém da precipitação e da alimentação directa dos rios e lagos.

Mais de metade da população mundial depende das águas subterrâneas.



Do total da água disponível na Terra,

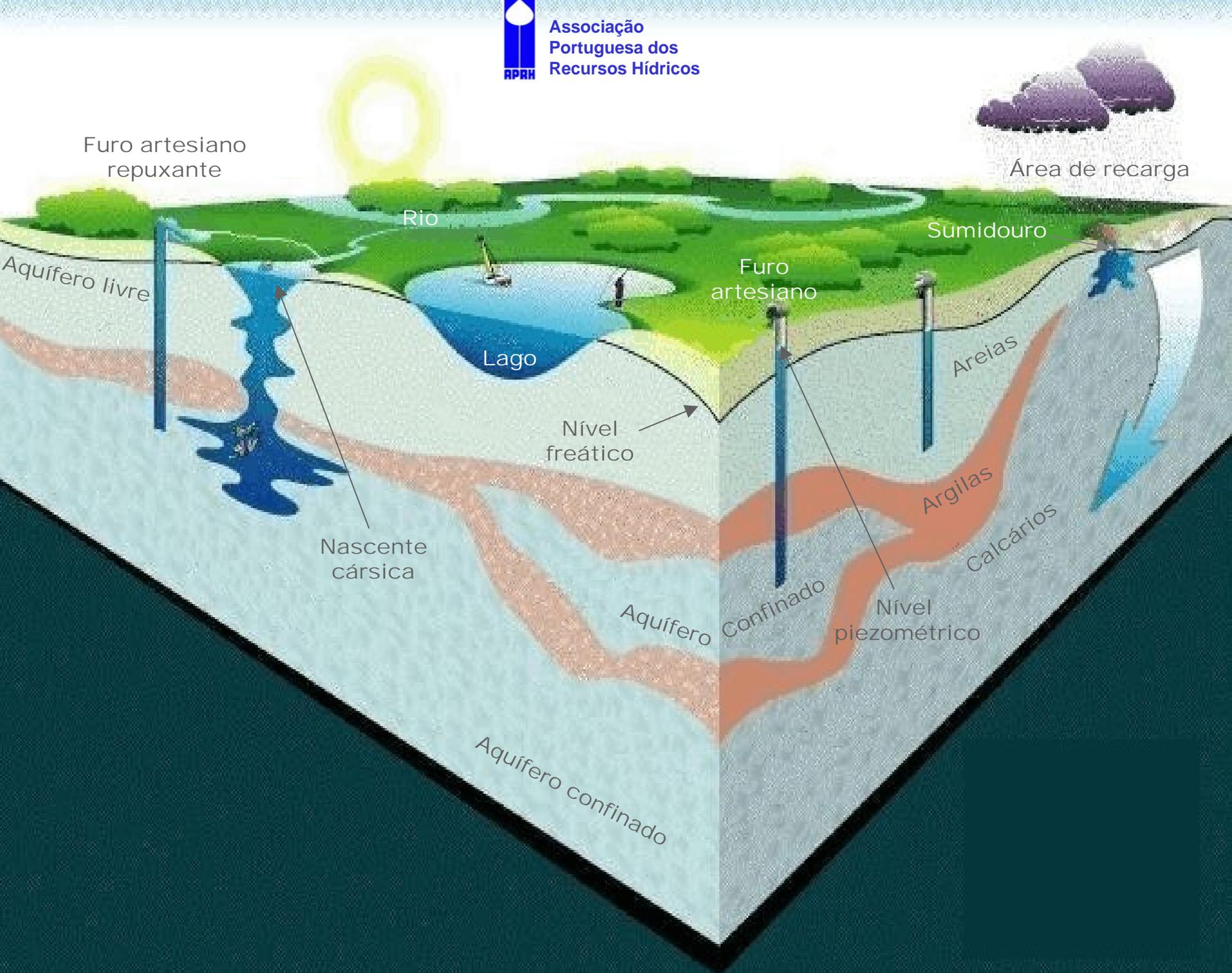
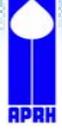
**2,5%** é água doce.

Desta percentagem cerca de

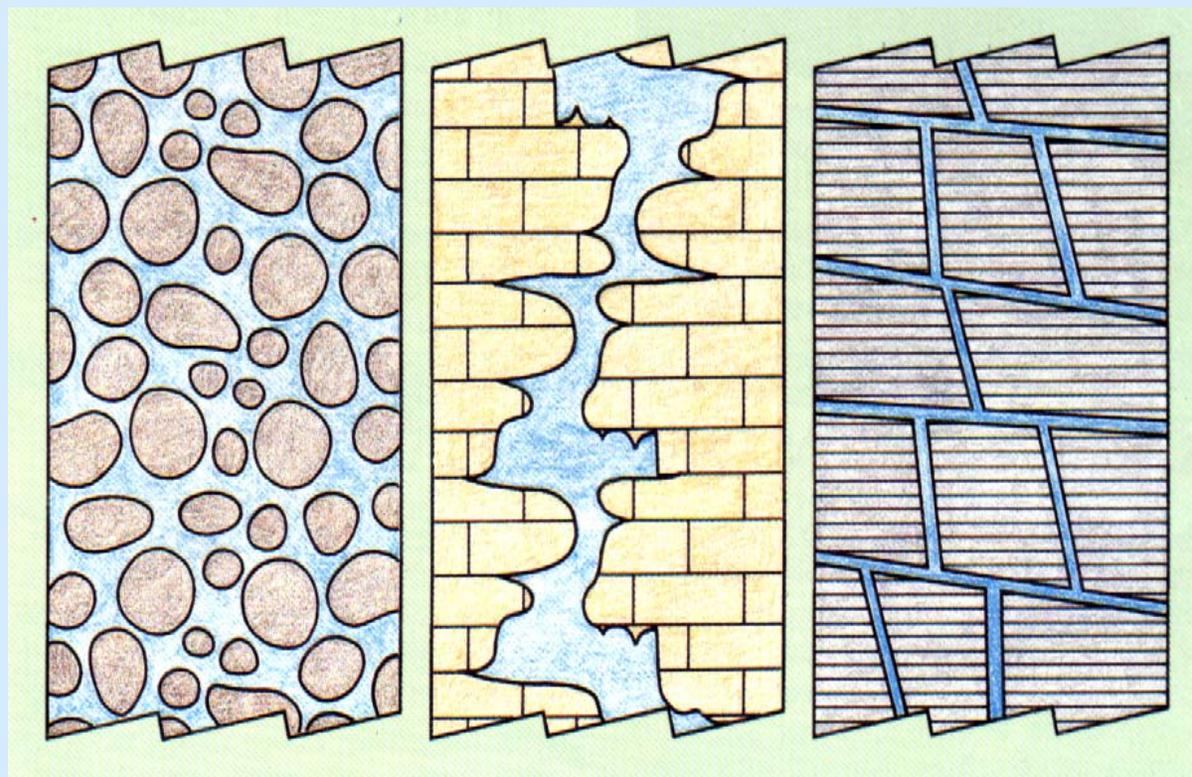
**30%** é água subterrânea

e somente 0,3% é água que ocorre em rios e lagos.

1. *As águas subterrâneas fornecem cerca de 65% da água destinada ao consumo humano na Europa*
2. *60% das cidades europeias exploram de forma excessiva as suas águas subterrâneas*
3. *50% das zonas húmidas estão em perigo de extinção devido à exploração excessiva das águas subterrâneas*



A água armazena-se nos interstícios das formações geológicas  
(poros, cavidades, fissuras, etc.)

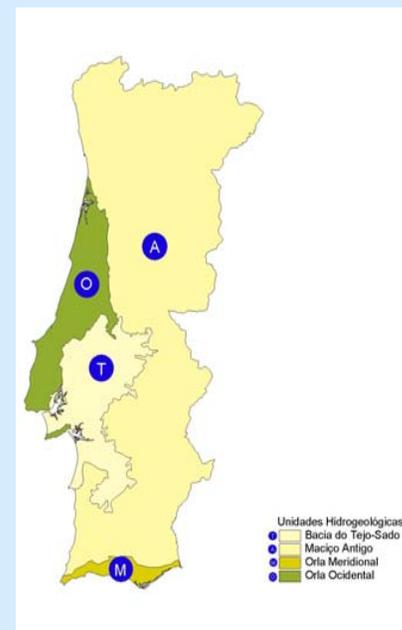
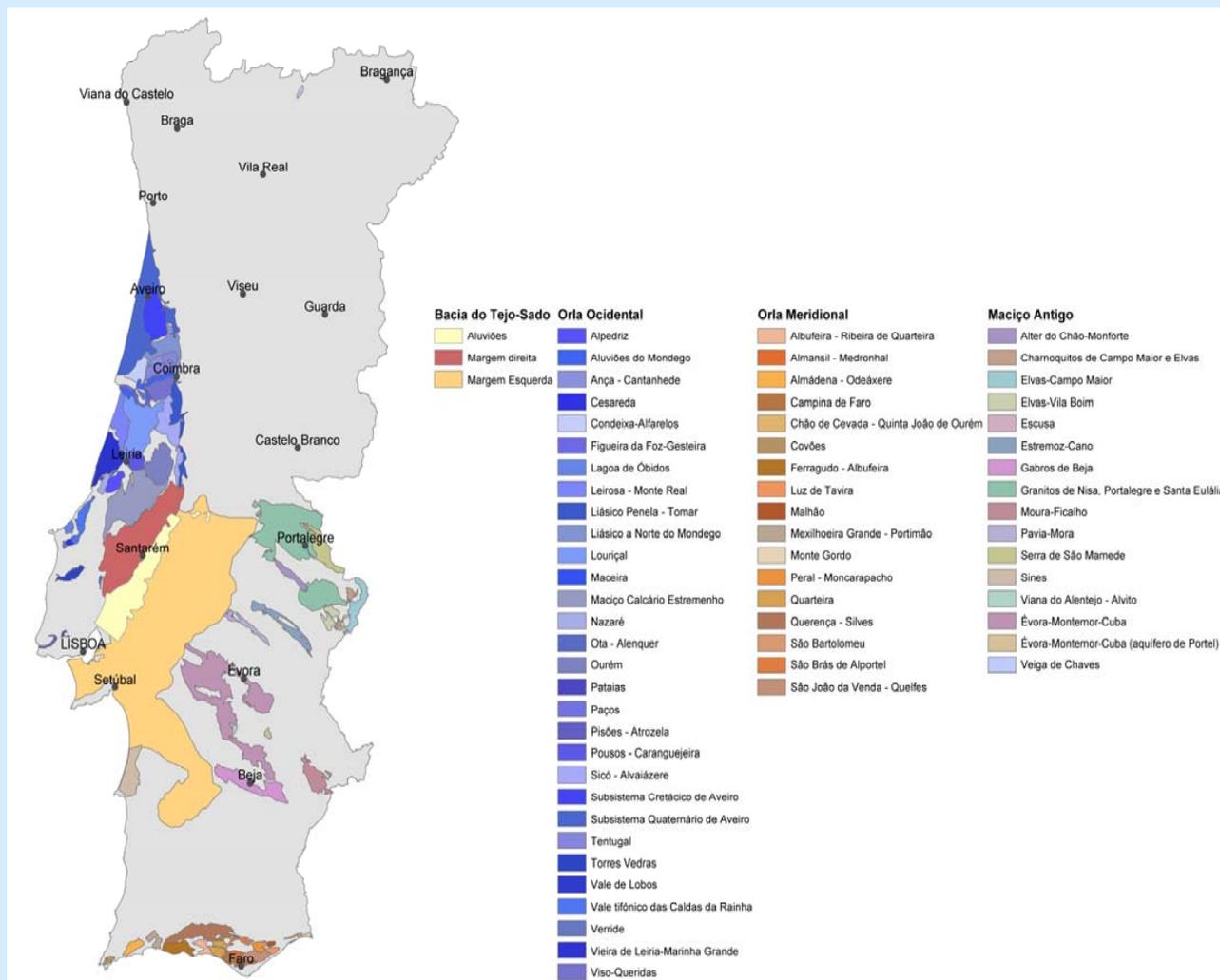


a)

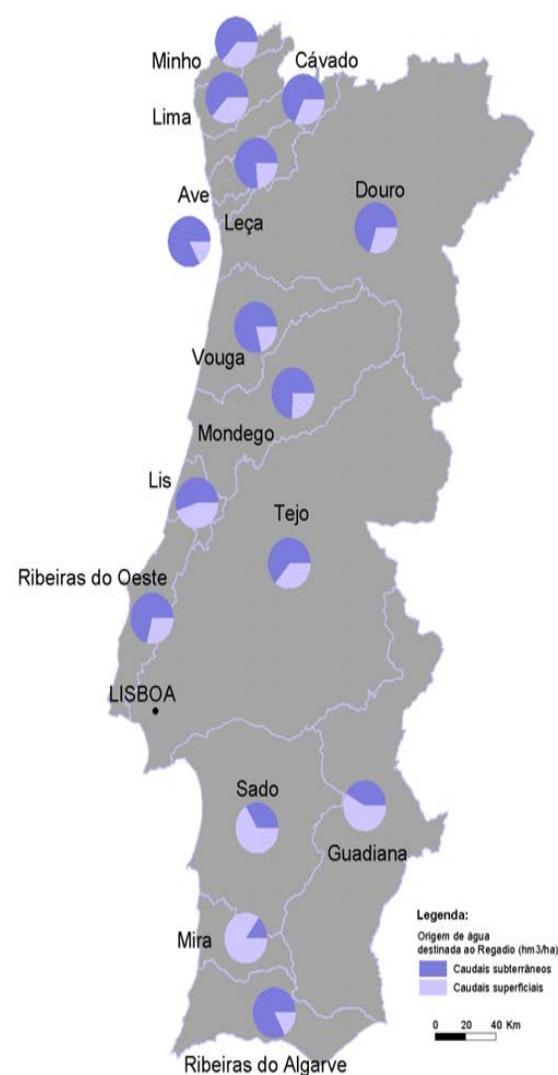
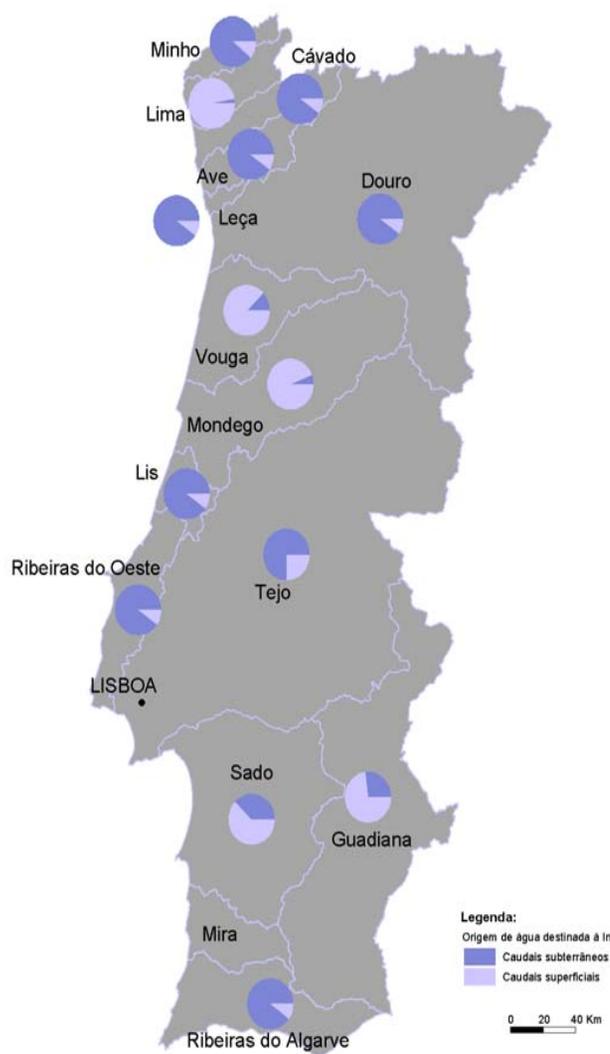
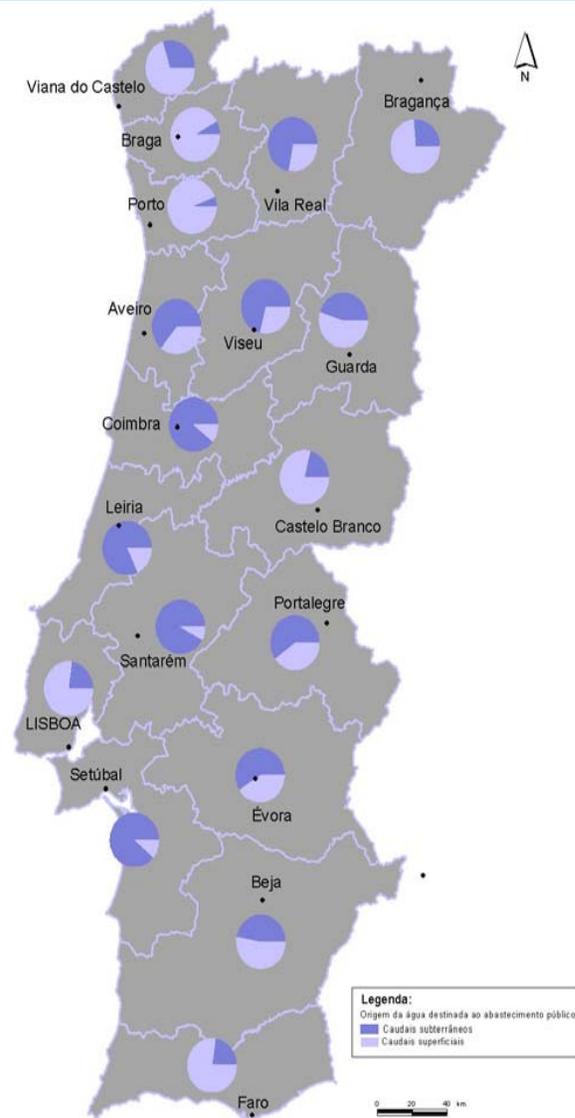
b)

c)

- a) **Aquífero poroso** – aquífero que contém poros resultantes dos arranjos dos grãos (e.g. areias)
- b) **Aquífero cársico** – aquífero que contém cavidades originadas por dissolução da rocha que permitem uma circulação rápida da água (e.g. calcários)
- c) **Aquífero fracturado ou fissurado** – aquífero cuja porosidade e permeabilidade estão fundamentalmente relacionadas com fracturas que afectam o material de suporte (e.g. granitos)



Portugal Continental está dividido em 4 **grandes unidades hidrogeológicas**:  
o Maciço Antigo, a Orla Ocidental, a Orla Meridional e a Bacia do Tejo-Sado  
Nessas unidades estão identificados **62 sistemas aquíferos** de 3 tipos:  
poroso, fissurado e cársico, que condicionam o armazenamento e a transmissão  
da água subterrânea



## consumo público

**44%** da água é de origem subterrânea

*Distritos onde há mais consumo:*

*Aveiro, Coimbra, Leiria, Santarém, Setúbal, Vila Real*

## indústria

**50%** da água é de origem subterrânea

*Bacias hidrográficas onde há mais consumo:*

*Tejo, Douro, Ave, Liz*

## agricultura

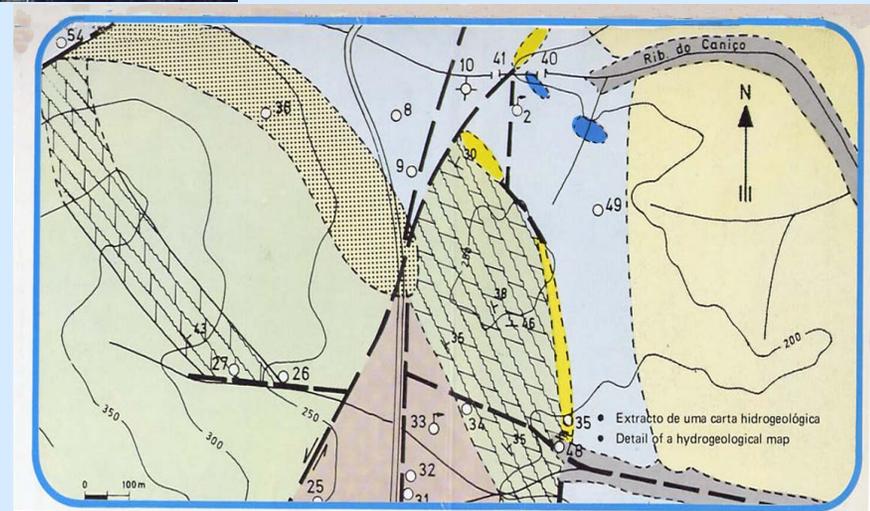
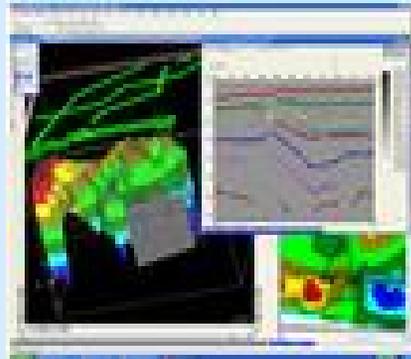
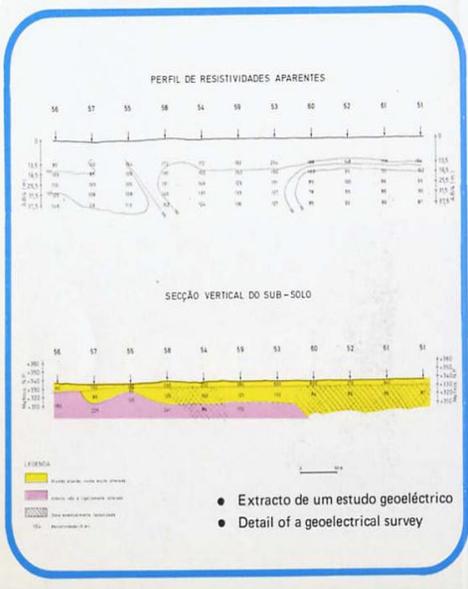
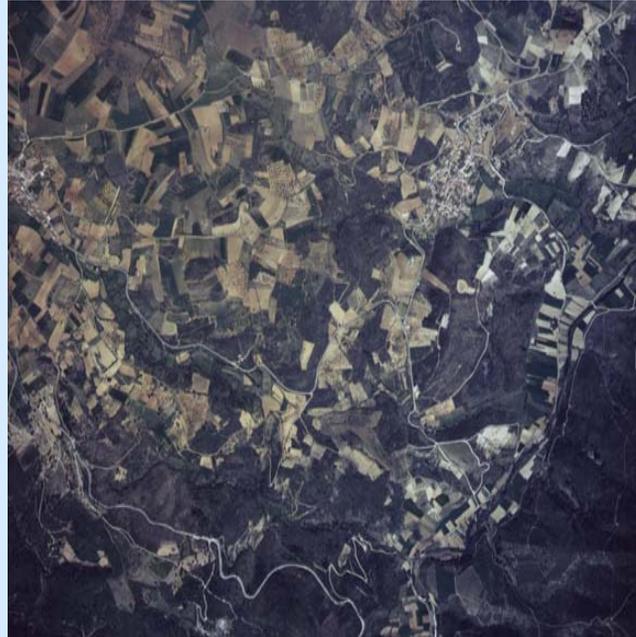
**65%** da água é de origem subterrânea

*Bacias hidrográficas onde há mais consumo:*

*Tejo, Mondego, Vouga, Douro*

## A pesquisa de água subterrânea

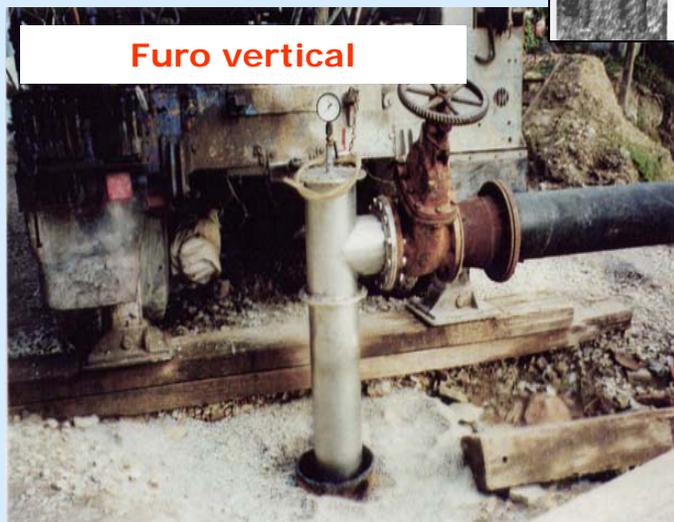
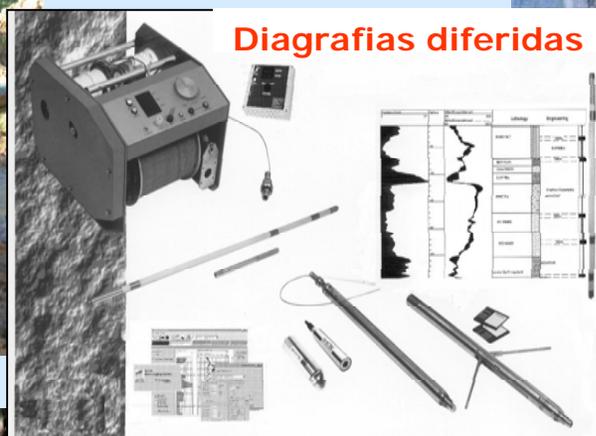
Actualmente, a abordagem de pesquisa de água subterrânea faz-se com recurso a metodologias pluridisciplinares como sejam métodos **geofísicos**, levantamentos **geológicos**, **estruturais** e **hidrogeológicos** de detalhe, etc.

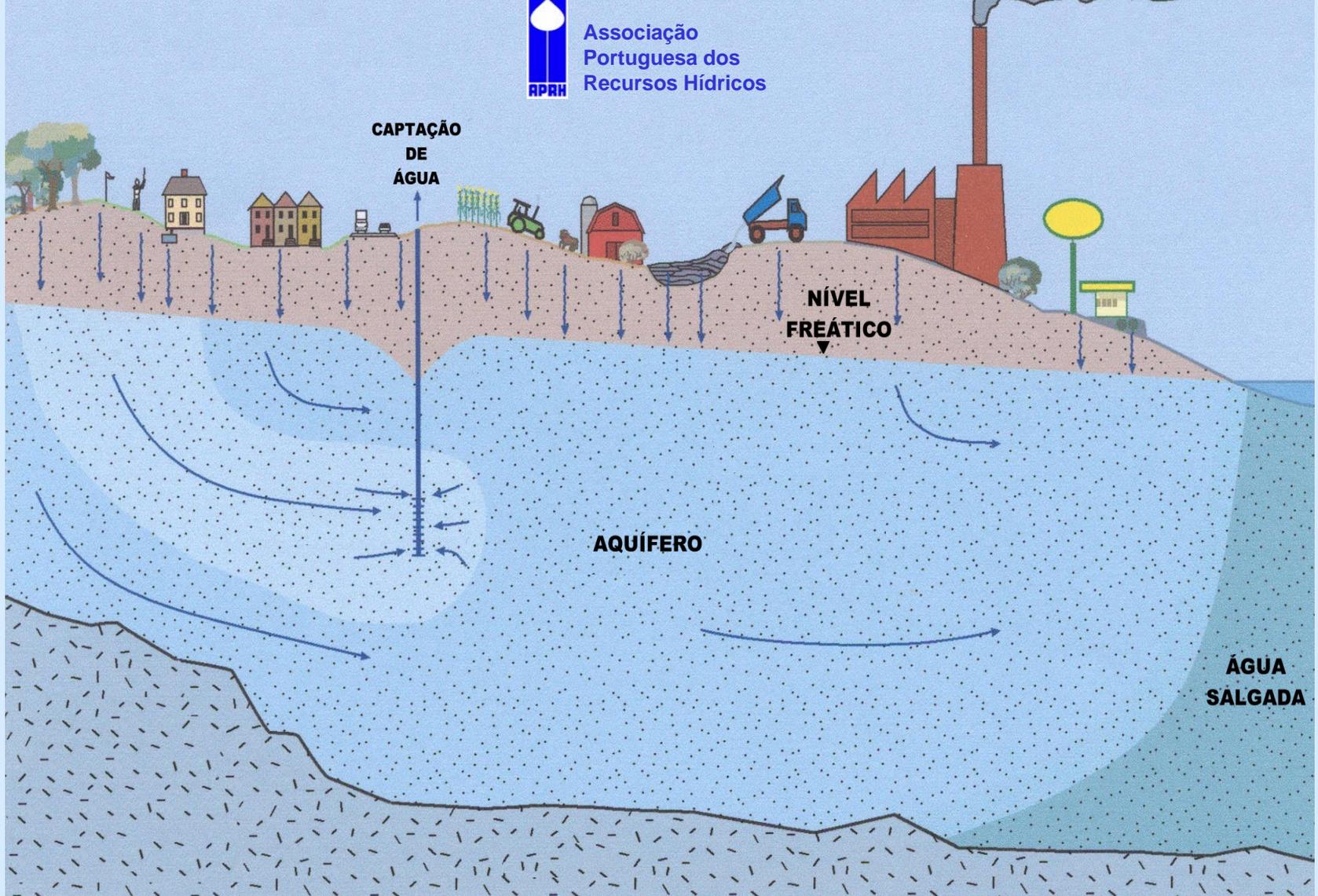


# A captação de água subterrânea

Para a captação de água subterrânea recorre-se a diversas estruturas captantes das quais se destacam os **FUROS** (verticais, inclinados e horizontais).

As tecnologias de sondagem englobam, para além da **perfuração com diferentes métodos** em função da geologia, **análise de diagrfias** diferidas e **ensaios de produtividade** criteriosamente programados.





Apesar de se encontrarem melhor protegidas contra a contaminação do que as águas superficiais, e apesar do poder filtrante e autodepurador das camadas superiores, as águas subterrâneas não se encontram imunes à poluição provocada pelas diversas actividades

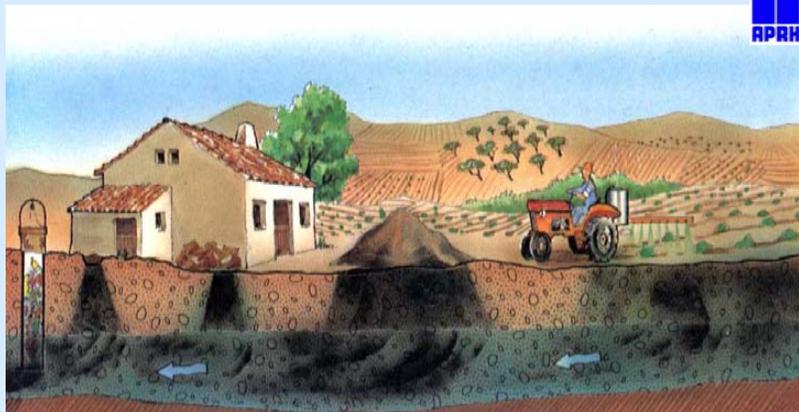
### **ANTRÓPICAS.**

Uma vez poluídas, podem gerar processos praticamente irreversíveis sendo a sua descontaminação muito difícil.

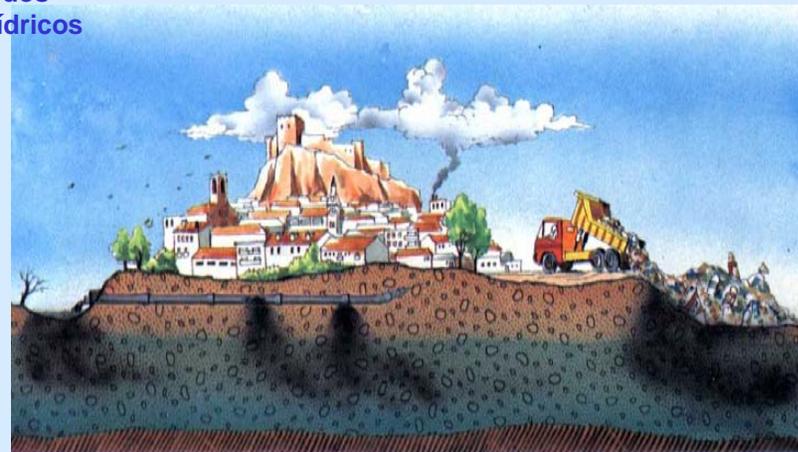
# Fontes de poluição



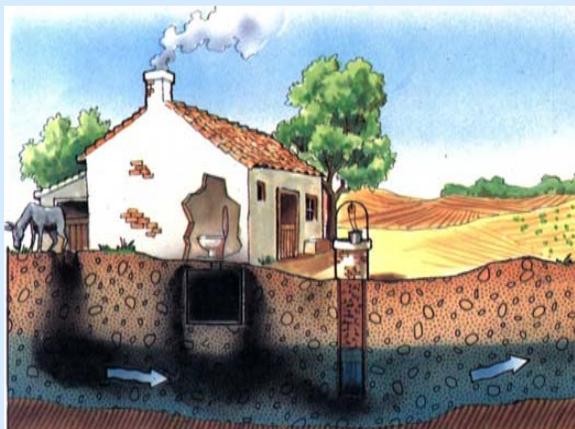
Associação  
Portuguesa dos  
Recursos Hídricos



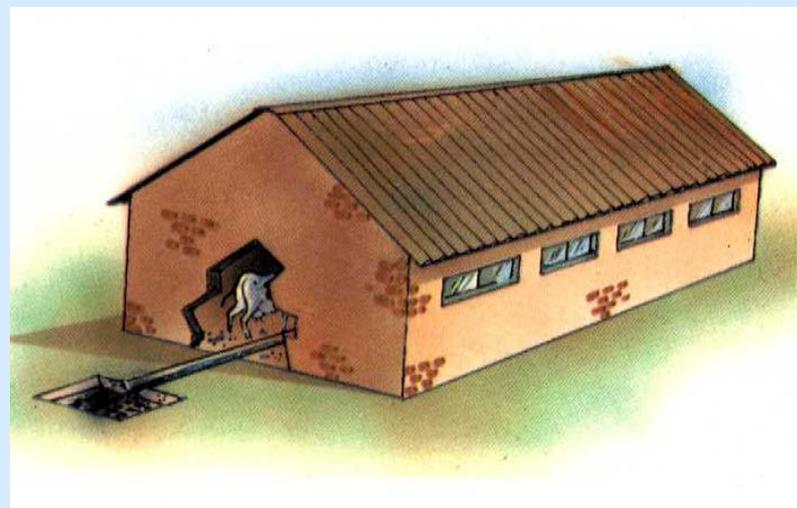
Uso intensivo de **adubos e pesticidas**  
em actividades agrícolas



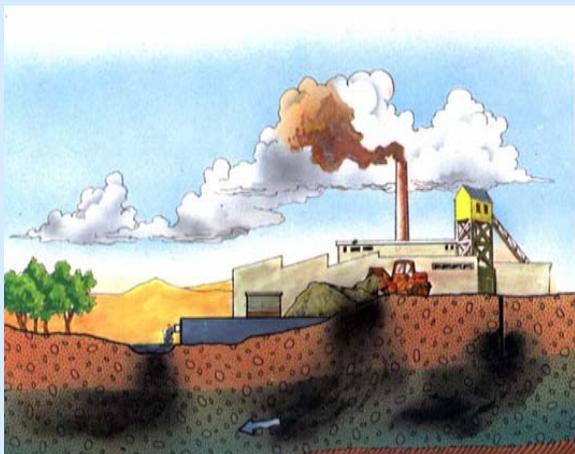
Deposição de lixos urbanos em **aterros**



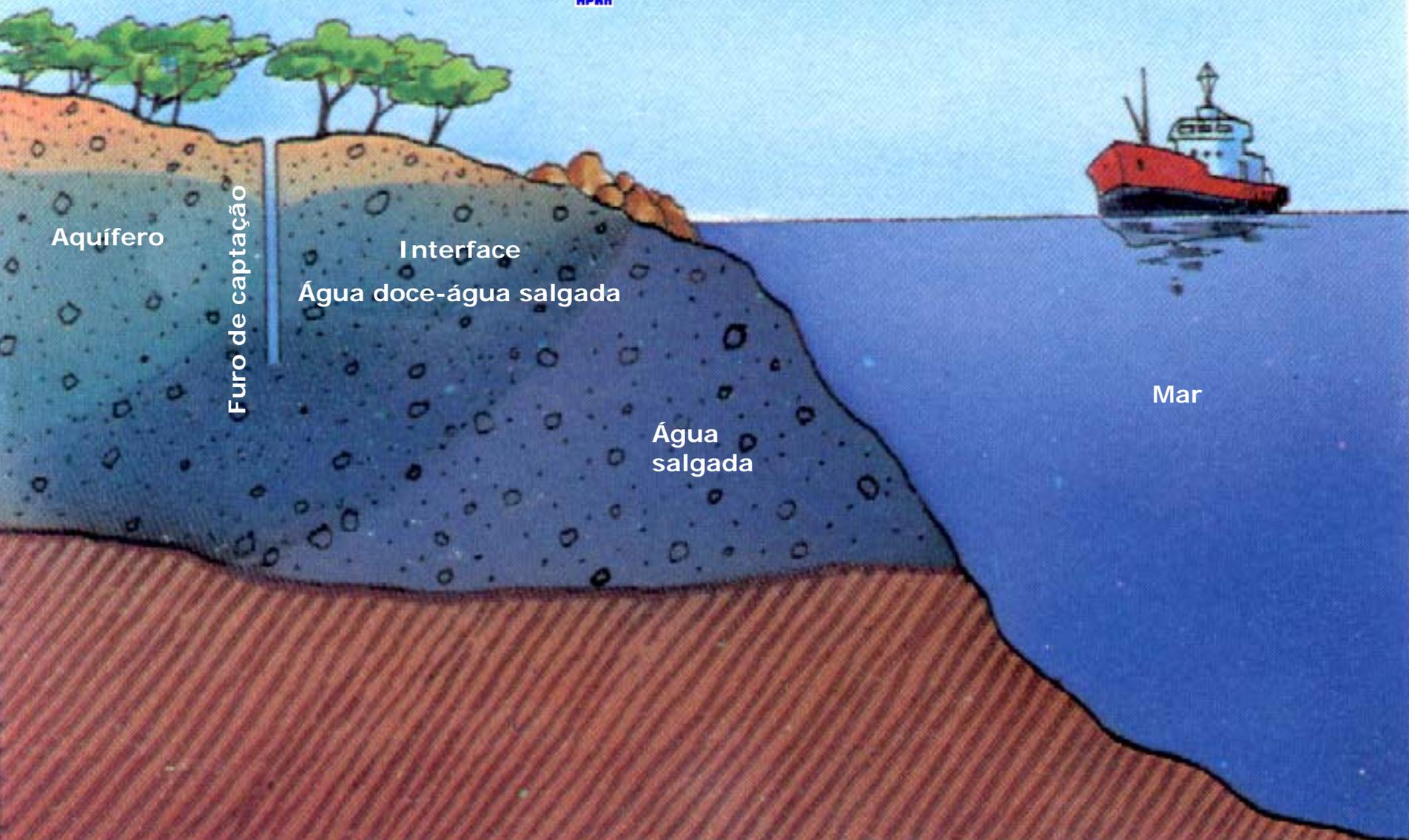
Construção incorrecta de **fossas sépticas**



Deposição de **dejectos animais**  
resultantes de actividades agro-pecuárias



Deposição de **resíduos industriais sólidos e líquidos** ou de produtos que podem ser dissolvidos e arrastados por águas de infiltração em terrenos muito vulneráveis



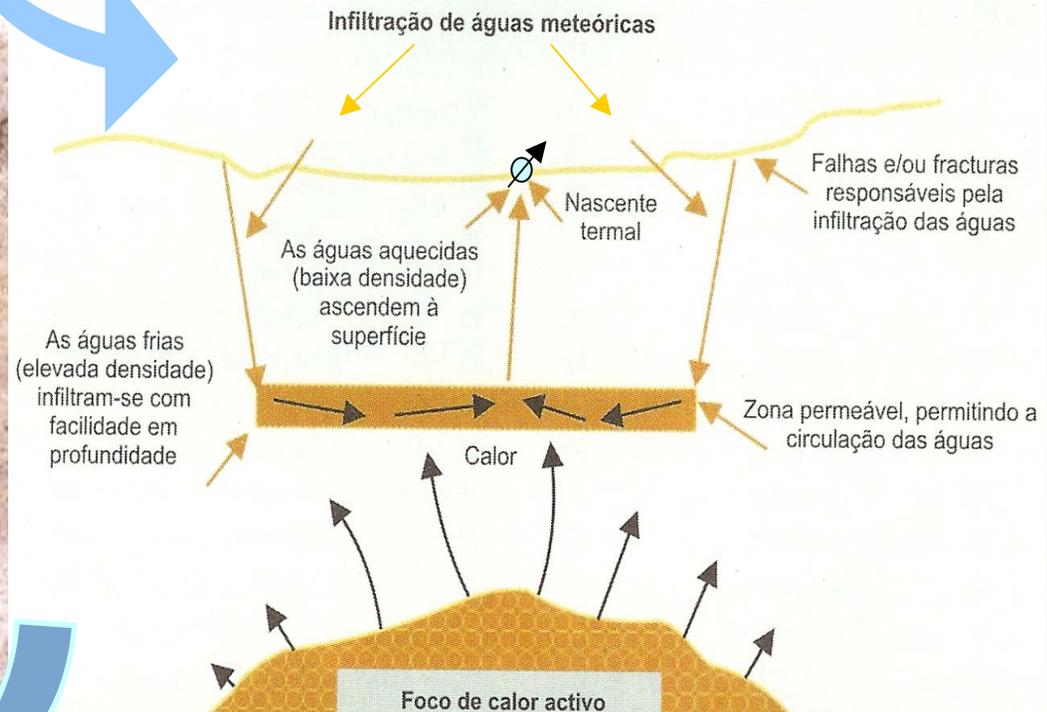
A exploração intensiva de água subterrânea dos **AQUÍFEROS COSTEIROS** pode gerar uma invasão progressiva da água do mar, resultante do avanço da interface água doce-água salgada, de que resulta uma **contaminação salina** da água subterrânea captada nos furos.

## Portugal: um dos Países mais ricos da Europa em ÁGUAS TERMAIS

A maioria das águas termais tem a sua origem na precipitação atmosférica que, infiltrando-se em profundidade, vai ganhando características físico-químicas particulares em função da composição mineralógica das formações geológicas por onde circula.

A temperatura de emergência das águas termais é função da profundidade a que essas águas meteóricas circularam.

Nas zonas geologicamente instáveis (associadas à Tectónica de Placas) a elevada temperatura das águas termais é o resultado da existência, em profundidade, de um foco de calor activo (vulcanismo activo – ex. Açores).



Esquema de um sistema de águas termais

A grande variabilidade geológica de Portugal Continental faz com que as Estâncias Termas aí existentes apresentem águas termais com características físico-químicas distintas, apresentando cada nascente especificidades muito próprias.



A temperatura de emergência que a grande maioria destas águas termais apresenta (entre os 20°C e os 76°C) permite uma variedade de utilizações (balneoterapia – a utilização clássica, aquecimento urbano, aquecimento de estufas, piscicultura, etc.), tornando-as igualmente num recurso geotérmico com grandes potencialidades futuras.



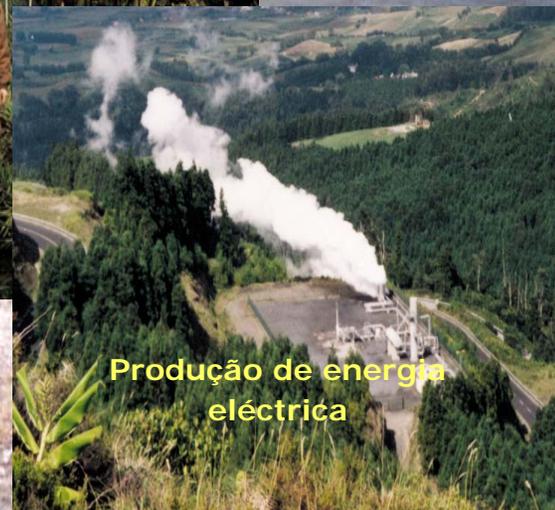
Balneoterapia



Aquecimento urbano

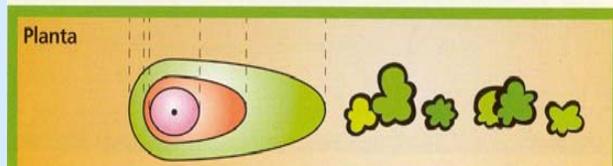
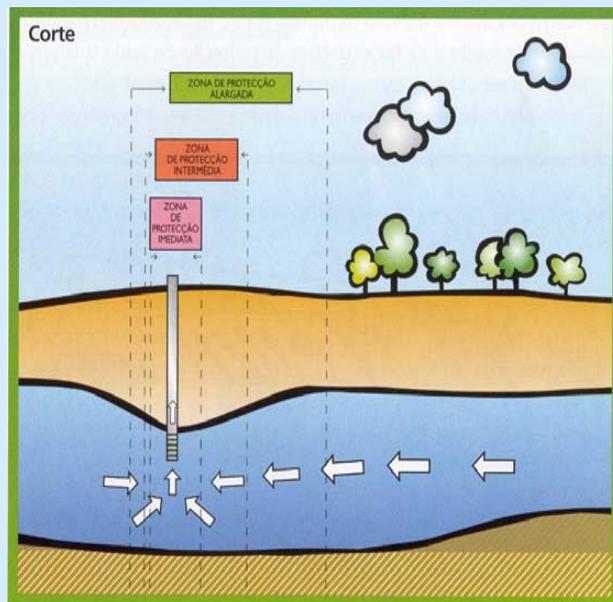
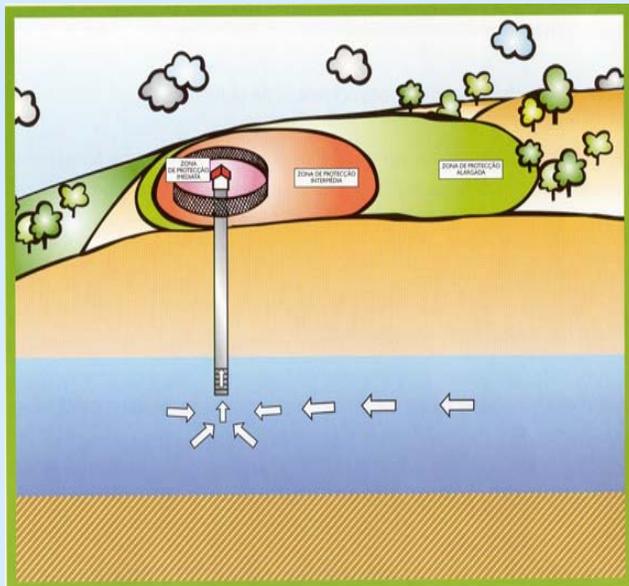


Aquecimento de estufas



Produção de energia eléctrica

## Perímetro de protecção de captações



Área de superfície e subsuperfície envolvente de uma ou mais captações destinadas ao abastecimento público, onde as actividades susceptíveis de alterar a qualidade da água subterrânea, são limitadas, proibidas, ou regulamentadas de modo progressivo (as restrições diminuem com o aumento da distância à captação). O perímetro de protecção é normalmente constituído por 3 zonas: **IMEDIATA, INTERMÉDIA e ALARGADA**



Decreto-lei 382/99

## A DIRECTIVA-QUADRO DA ÁGUA



‘A água é um  
património que  
deve ser protegido,  
defendido e tratado  
como tal’

I

(Actos cuja publicação é uma condição da sua aplicabilidade)

**DIRECTIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO**

**de 23 de Outubro de 2000**

**que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água**

O PARLAMENTO EUROPEU E O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Europeia e, nomeadamente, o n.º 1 do seu artigo 175.º,

Tendo em conta a proposta da Comissão<sup>(1)</sup>,

Tendo em conta o parecer do Comité Económico e Social<sup>(2)</sup>,

Tendo em conta o parecer do Comité das Regiões<sup>(3)</sup>,

Deliberando nos termos do artigo 251.º do Tratado<sup>(4)</sup>, à luz do projecto comum aprovado pelo Comité de Conciliação em 18 de Julho de 2000,

Considerando o seguinte:

- (1) A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal.
- (2) As conclusões do Seminário ministerial sobre a política comunitária da água, realizado em Frankfurt em 1988, salientam a necessidade de legislação comunitária em relação à qualidade ecológica. Na resolução de 28 de Junho de 1988<sup>(5)</sup>, o Conselho solicitou à Comissão que apresentasse propostas destinadas a melhorar a qualidade das águas de superfície da Comunidade.

<sup>(1)</sup> JO C 184 de 17.6.1997, p. 20,  
JO C 16 de 20.1.1998, p. 14, e  
JO C 108 de 7.4.1998, p. 94.

<sup>(2)</sup> JO C 355 de 21.11.1997, p. 83.

<sup>(3)</sup> JO C 180 de 11.6.1998, p. 38.

<sup>(4)</sup> Parecer do Parlamento Europeu de 11 de Fevereiro de 1999 (JO C 150 de 28.5.1999, p. 419), confirmado em 16 de Setembro de 1999, posição comum do Conselho de 22 de Outubro de 1999 (JO C 343 de 30.11.1999, p. 1) e decisão do Parlamento Europeu de 16 de Fevereiro de 2000 (ainda não publicada no Jornal Oficial).  
Decisão do Parlamento Europeu de 7 de Setembro de 2000 e decisão do Conselho de 14 de Setembro de 2000.

<sup>(5)</sup> JO C 209 de 9.8.1988, p. 3.

- (3) A declaração do Seminário ministerial sobre águas subterrâneas, realizado em Haia em 1991, reconheceu a necessidade de acções para evitar a deterioração a longo prazo da qualidade e quantidade das águas doces e preconizou a criação de um programa de acções que deve ser aplicado até ao ano 2000 com o objectivo de garantir a gestão e a protecção sustentáveis dos recursos de águas doces. Nas resoluções de 25 de Fevereiro de 1992<sup>(6)</sup> e 20 de Fevereiro de 1995<sup>(7)</sup>, o Conselho solicitou a elaboração de um programa de acções para as águas subterrâneas e a revisão da Directiva 80/68/CEE do Conselho, de 17 de Dezembro de 1979, relativa à protecção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas<sup>(8)</sup>, como parte de uma política global de protecção das águas doces.

- (4) Na Comunidade, a água encontra-se sujeita a uma pressão crescente, devido ao contínuo aumento da procura de quantidades suficientes de águas de boa qualidade para diversos fins. Em 10 de Novembro de 1995, a Agência Europeia do Ambiente apresentou um relatório, «Ambiente na União Europeia — 1995», que contém uma descrição actualizada sobre o estado do ambiente e confirma a necessidade de acções para proteger as águas da Comunidade em termos qualitativos e quantitativos.

- (5) Em 18 de Dezembro de 1995, o Conselho adoptou conclusões que exigem, nomeadamente, a elaboração de uma nova directiva-quadro que estabeleça os princípios básicos de uma política sustentável da água na União Europeia, e convidou a Comissão a apresentar uma proposta.

- (6) Em 21 de Fevereiro de 1996, a Comissão apresentou uma comunicação ao Parlamento Europeu e ao Conselho sobre a «Política da Comunidade Europeia no domínio das águas», em que são definidos princípios para uma política comunitária no domínio das águas.

- (7) Em 9 de Setembro de 1996, a Comissão adoptou uma proposta de decisão do Parlamento Europeu e do Con-

<sup>(6)</sup> JO C 59 de 6.3.1992, p. 2.

<sup>(7)</sup> JO C 49 de 28.2.1995, p. 1.

<sup>(8)</sup> JO L 20 de 26.1.1980, p. 43. Directiva alterada pela Directiva 91/692/CEE (JO L 377 de 31.12.1991, p. 48).

## - OBJECTIVOS -

**Art. 1º** - assegurar a redução global da poluição das águas subterrâneas e evitar o seu agravamento.

**Art. 4º** - obrigar os Estados-Membros a proteger, melhorar e reconstituir todas as massas de água subterrânea, com o objectivo de alcançar um bom estado das águas subterrâneas, o mais tardar 15 anos a partir da entrada em vigor da Directiva.

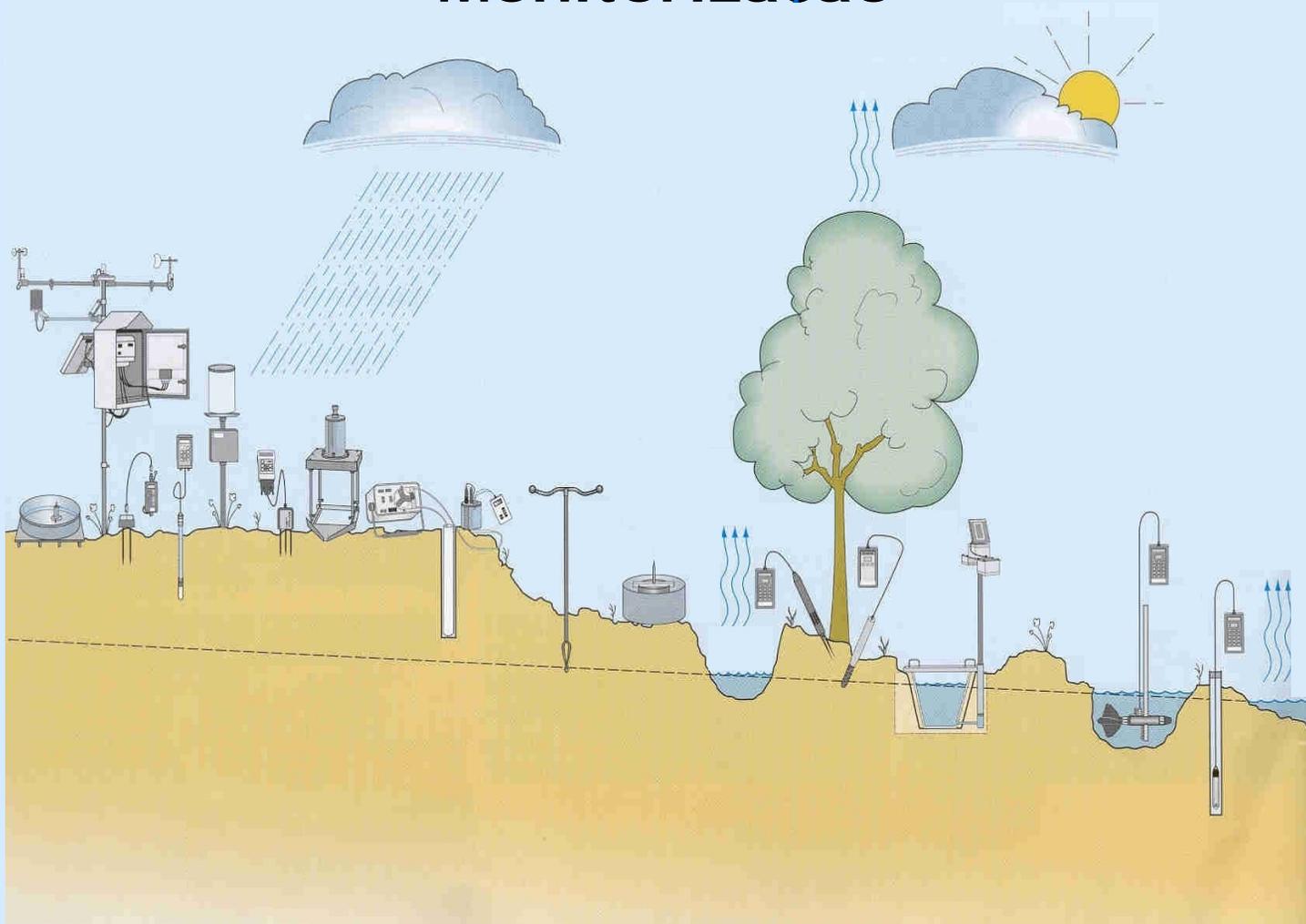
**Art. 8º** - assegurar que os Estados-Membros garantirão a elaboração de programas de monitorização do estado das águas.

**Art. 10º** - assegurar a execução da Directiva 91/676/CE, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, o mais tardar 12 anos a partir da entrada em vigor da directiva.

**Art. 16º** - implementar estratégias de combate à poluição da água onde se incluem avaliações de risco específicas para os casos de poluição tónica e difusa.

**Art. 17º** - implementar estratégias para prevenir e controlar a poluição das águas subterrâneas.

## Monitorização



A gestão integrada dos recursos hídricos em geral e das águas subterrâneas em particular passa pela **monitorização** sistemática de parâmetros químicos e hidrodinâmicos com recurso a técnicas modernas que envolvem automação e telegestão, entre outras.

## - DEFINIÇÕES -

- Aquicludo** – formação ou corpo geológico que, embora contendo água no seu interior, por vezes até à saturação, não permite a sua circulação, tornando impossível a sua exploração.
- Aquífero** – formação geológica que contém água e a pode ceder em quantidades economicamente aproveitáveis.
- Aquífero confinado** – aquífero cujo tecto e muro são constituídos por aquícludos. A superfície piezométrica situa-se acima do respectivo tecto e a pressão da água é sempre superior à pressão atmosférica.
- Aquífero livre** – aquífero que não é limitado superiormente por uma camada impermeável. O limite superior é o constituído por uma superfície de saturação onde a água está à pressão atmosférica.
- Aquitardo** – formação geológica que contém apreciável quantidade de água mas a transmite muito lentamente, tornando impossível a sua exploração directa.
- Coefficiente de armazenamento** – razão entre o volume de água cedido por uma coluna de aquífero de secção unitária, sob a acção de uma descida do nível piezométrico e o valor dessa descida.
- Condutividade hidráulica** – parâmetro que expressa a permeabilidade de um meio.
- Nível piezométrico** – é o nível a que a água de um aquífero se encontra à pressão atmosférica. Coincide com a superfície freática de um aquífero livre.
- Furo artesiano** – furo que intercepta um aquífero artesiano (confinado).
- Furo artesiano repuxante** – é o furo em que a água sai espontaneamente sem necessidade de bomba.
- Lei de Darcy** – lei empírica que descreve o movimento da água subterrânea à escala macroscópica. Estabelece a relação entre o escoamento, a condutividade hidráulica e o gradiente hidráulico.
- Permeabilidade** – Num sentido qualitativo expressa a maior ou menor facilidade com que um meio se deixa atravessar por um dado fluido.
- Porosidade** – razão entre o volume de vazios, ocupados por água ou ar, de um material e o seu volume total.
- Transmissividade** – é o produto da condutividade hidráulica horizontal pela espessura do aquífero.