

# **Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano**

## **Ocupação Antrópica e Problemas de Ordenamento**

1ª parte – Bacias hidrográficas

Aula nº59 e 61  
4 e 9 de Março 09  
Prof. Ana Reis



# OCCUPAÇÃO ANTRÓPICA ORDENAMENTO

“A erosão é sobretudo um trabalho dos rios a nível das terras emersas”.

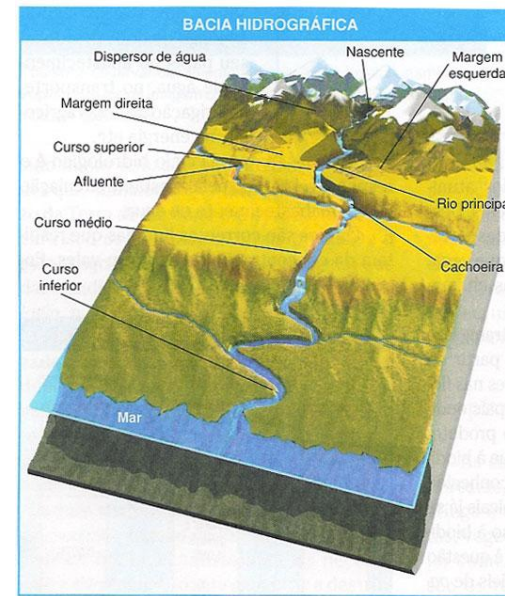
Nicolas Desmarest (1725-1815)

**Qual o contributo da Geologia na prevenção de riscos geológicos?**

- A ocupação de zona terrestres pelo Homem, como por ex,

- **Bacias hidrográficas;**

- **Zonas costeiras**



- **Zonas de vertente**



- E a sua exploração, consoante as necessidades humanas, constituem a
- **Ocupação antrópica.**
- O elevado crescimento da população humana a partir de 1900 aumenta a ocupação antrópica
- O que se traduz numa **pressão antrópica excessiva** sob os **subsistemas terrestres**
- Litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera
- **Contribuindo para o seu desequilíbrio.**
- As **bacias hidrográficas**;
- as **zonas costeiras**;
- as **zonas de vertente**
- constituem situações potenciais de **Risco geológico**
- Nas quais uma intervenção habilitada e a adopção de medidas eficazes de ordenamento do território podem contribuir para
- **Prevenir acidentes e, desta forma reduzir perdas materiais e humanas.**
- O **risco geológico** é um **processo, natural ou não, que afecta de forma adversa o Homem** (tanto no que se refere à sua vida como aos seus bens)

- **Risco geológico**, pode também ser considerado como o produto da probabilidade de ocorrência de determinado acontecimento pelas consequências para o Homem se tal acontecimento se verificar.
- De uma forma geral, pode afirmar-se que:
- **O risco será tanto maior quanto maior for a ocupação antropogénica da área afectada;**
- Os riscos geológicos antropogénicos foram fortemente amplificados desde a revolução industrial;
- **O risco associado a determinado acontecimento tem aumentado de forma significativa com a passagem do tempo devido, principalmente, ao crescimento demográfico.**
- Uma classificação possível dos riscos geológicos é a seguinte:

## Tipos de Riscos Geológicos

Tipo	Exemplos
Riscos geológicos naturais	Cheias Sismos Vulcões Deslizamentos Radioactividade natural Elementos dissolvidos na água Queda de meteoritos
Riscos geológicos antropicamente amplificados	Sismicidade induzida Amplificação de cheias Contaminantes na cadeia alimentar
Riscos geológicos de origem tecnológica	Acidentes nucleares Resíduos nucleares Produtos sintéticos

- Considerando os riscos geológicos naturais, pode-se agrupá-los nos seguintes tipos:
  - Avalanchas;
  - Derrocadas;
  - Escorregamentos de terras;
- Vários tipos de fenómenos associados aos glaciares e ao gelo/degelo em regiões frias;
- Erupções vulcânicas, nuvens ardentes, nuvens de cinzas, libertação de gases e outros fenómenos associados ao vulcanismo;
- Sismos, tsunamis, e rotura ao longo de falhas geológicas activas;
- Variações do nível freático e subsidência;
- Fenómenos associados à variação da linha de costa, erosão costeira, migração de dunas e de cordões dunares;
- Assoreamento (acumulação de detritos, como areias, calhaus, lodo, nas zonas de fraco desnível do leito dos rios, especialmente na parte final) e desassoreamento do leito de rios e estuários.



- O ordenamento do território surge como uma resposta à diminuição da vulnerabilidade das populações aos riscos geológicos,
- Contribuindo, ao mesmo tempo, para um desenvolvimento sustentável.
- **O ordenamento do território é entendido como a organização do espaço biofísico, tendo em conta a sua ocupação e utilização de acordo com as capacidades e características que apresenta.**

## Ocupação antrópica

### ► Ordenamento do território

Conjunto de processos integrados de **organização do espaço** biofísico, tendo como objectivo a sua ocupação, utilização e transformação de acordo com as capacidades do referido espaço.

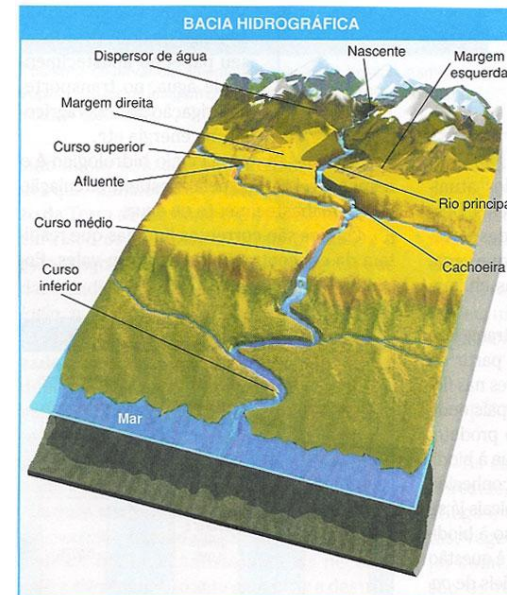
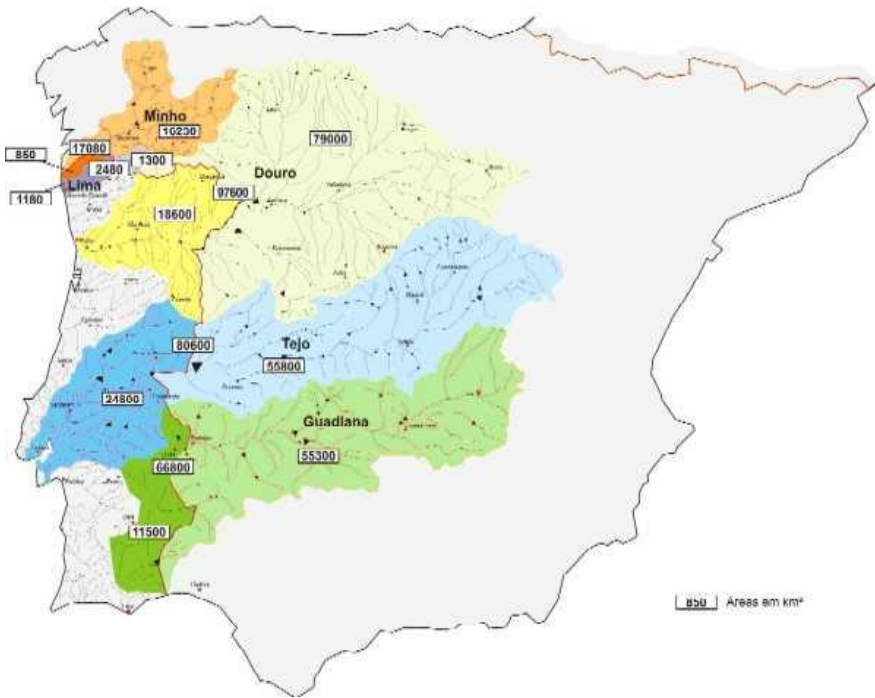
### ► Ocupação antrópica

Ocupação de grandes zonas da superfície terrestre pelo **Homem** com conseqüente modificação das paisagens naturais.



# Bacias Hidrográficas

- Uma **Bacia Hidrográfica** é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água (ex. um rio) ou por um sistema interligado de cursos de água (rios, afluentes e subafluentes), de tal forma que todos eles descarreguem através de uma única saída.

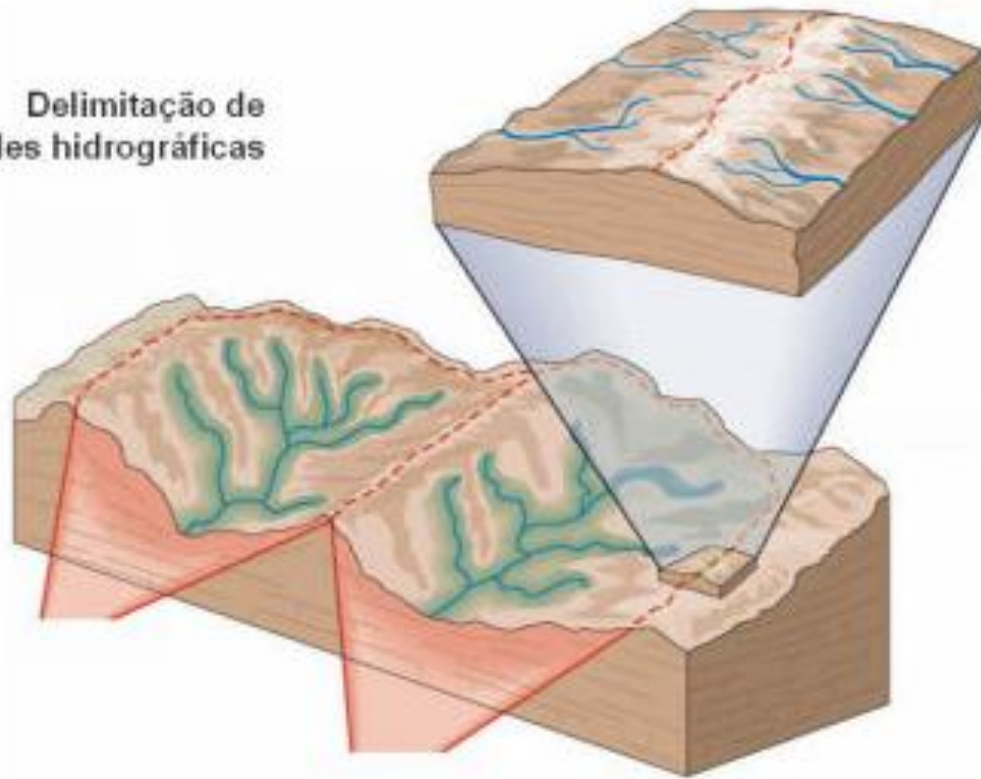


Os rios escavam os terrenos e depois depositam os sedimentos nas planícies e nos deltas, fertilizando-os. Delta do Rio Negro no Parque Nacional do Rio Mississippi, EUA.

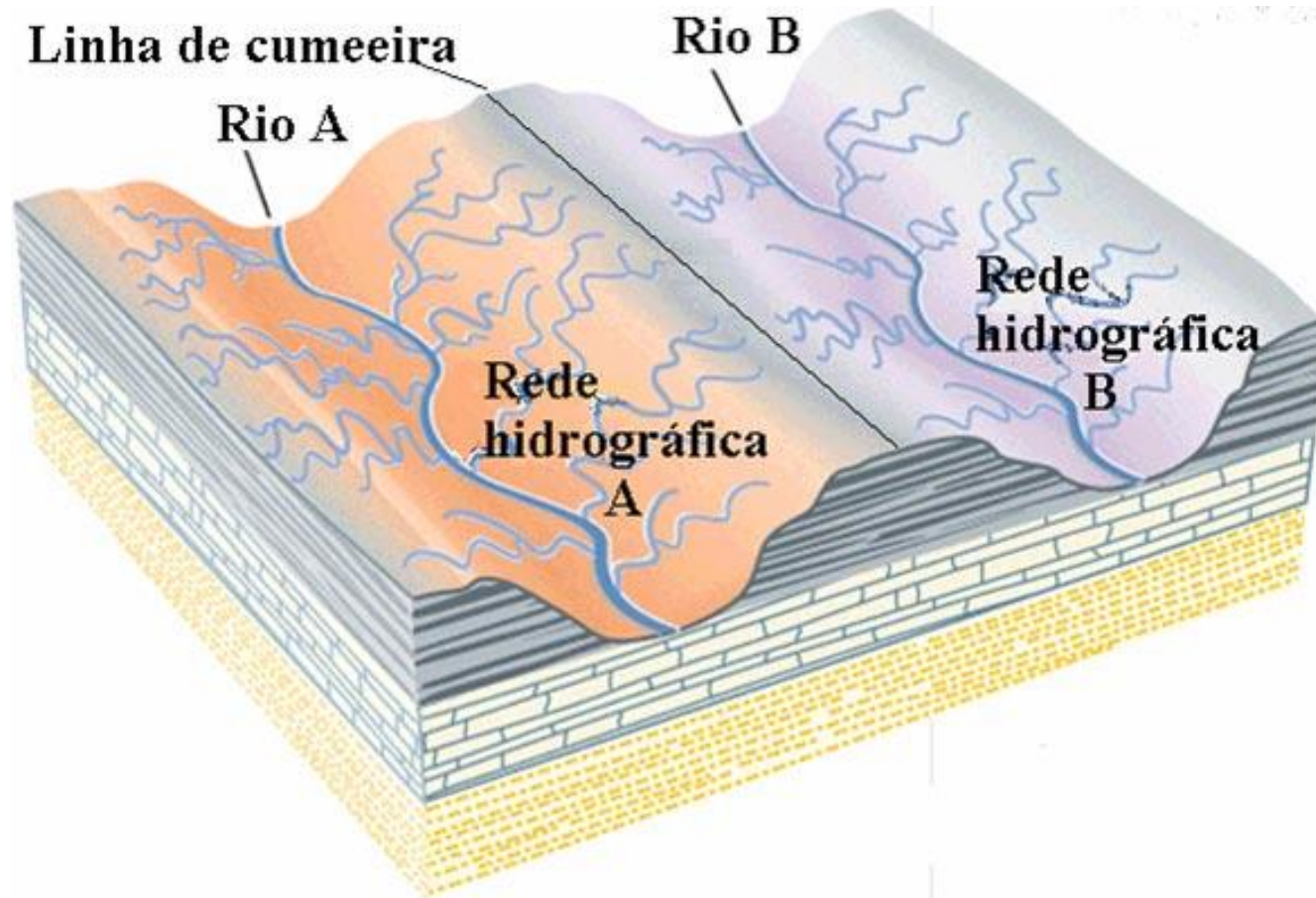


## Bacias hidrográficas

Delimitação de  
redes hidrográficas

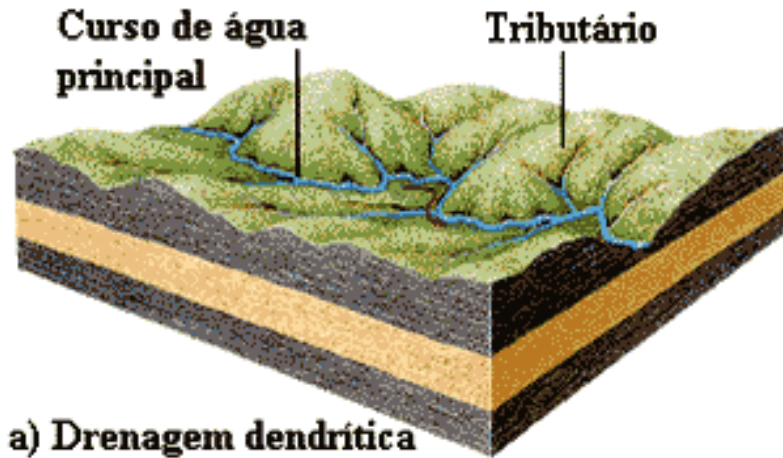


- Deste modo, uma bacia de drenagem é área do continente rodeada por cumeeiras que canaliza toda a água que cai no seu interior numa rede de cursos de água que drenam a área.

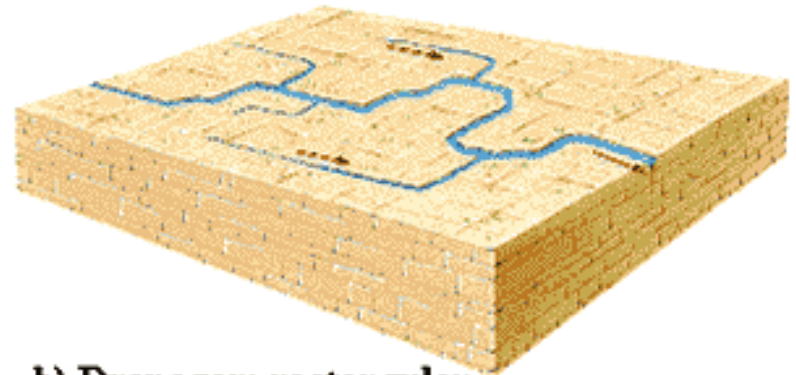


*Duas bacias hidrográficas de dois cursos de água são separadas por uma linha de cumeeira. Adaptado de Press, F. & Siever, R. (1997)*

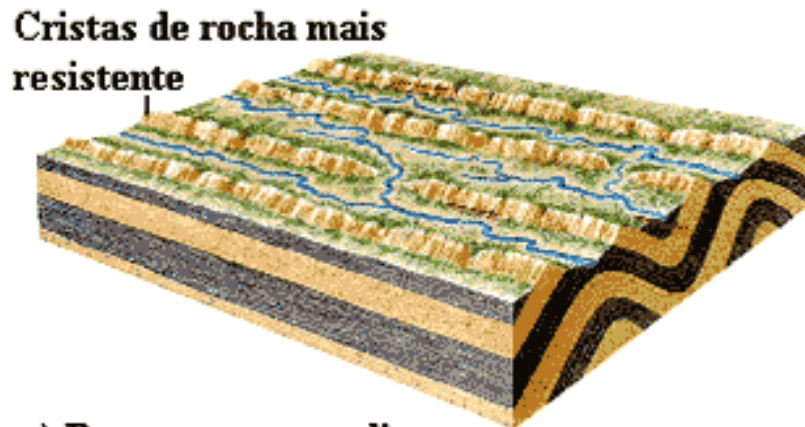
- De um modo geral, podemos considerar três tipos de bacias hidrográficas.
- As regiões sem rede fluvial – como acontece, por exemplo, nos desertos arenosos – dizem-se **arreicas** (sem rede).
- Outras caracterizam-se pelo facto de a respectiva rede fluvial convergir numa zona interior e, portanto, não serem drenadas para o mar. Tais regiões dizem-se **endorreicas** (rede interior).
- Alguns exemplos de áreas endorreicas são as envolventes dos lagos Tchad, em África, Eive, na Austrália, Baical, na Sibéria e todas as que tenham por centro de convergência das águas um local interior, isto é, um lago.
- Por fim, designam-se por **exorreicas** (rede exterior) as regiões drenadas por redes hidrográficas que desaguam no mar.
- De facto, o exorreísmo é a situação mais comum e generalizada à escala continental, desde um simples abarrancamento virado ao mar até à grande bacia do rio Amazonas, no Brasil.
- Há, ainda, quem considere um quarto tipo de bacia hidrográfica, a **criptorreica** (rede oculta), típica de regiões carsificadas, indo, posteriormente, desaguar num lago ou num oceano.



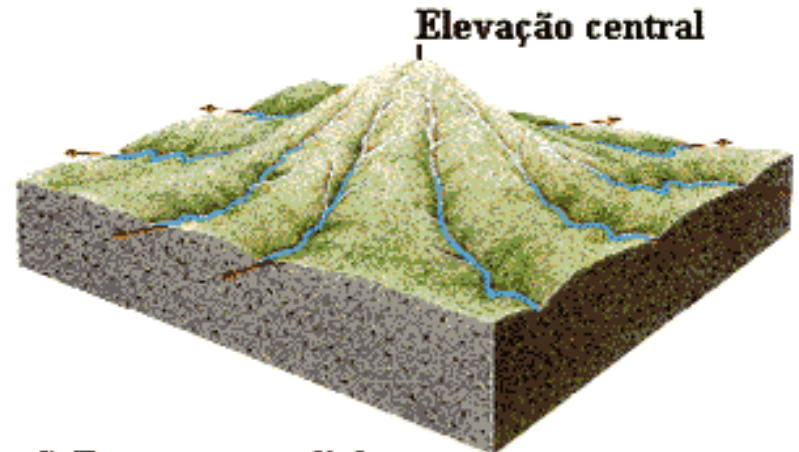
a) Drenagem dendrítica



b) Drenagem rectangular



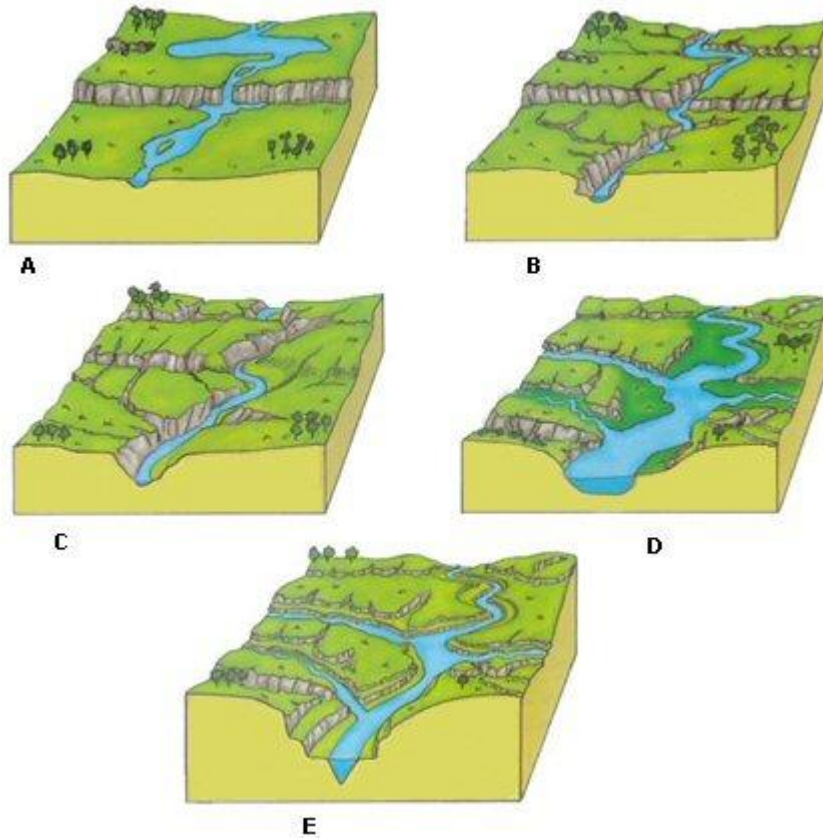
c) Drenagem em treliça



d) Drenagem radial

*Alguns tipos de padrão típicos de drenagem de cursos de água.*  
Adaptado de Press, F. & Siever, R. (1997)

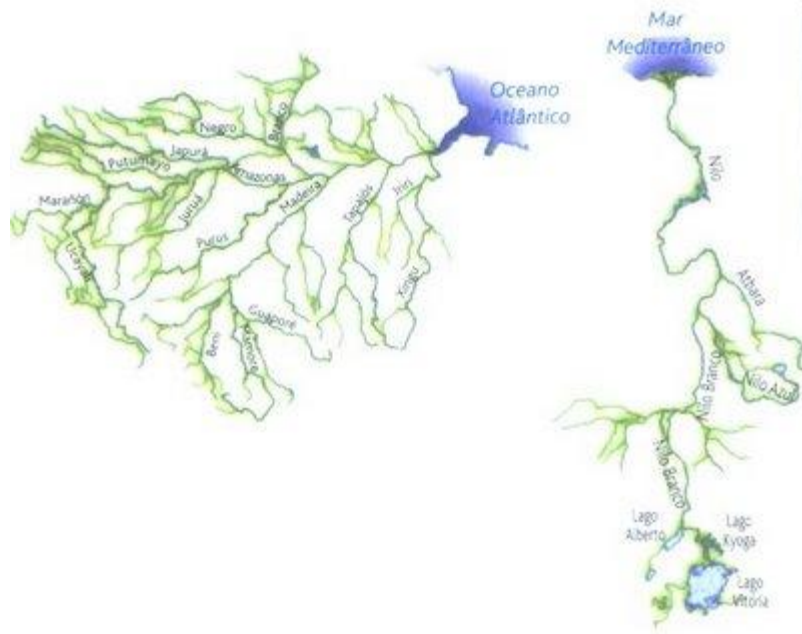
- Evolução de uma bacia hidrográfica





# Rede hidrográfica

- Rede hidrográfica é o conjunto formado por um rio principal e por todos os cursos de água tributários (afluentes e subafluentes).

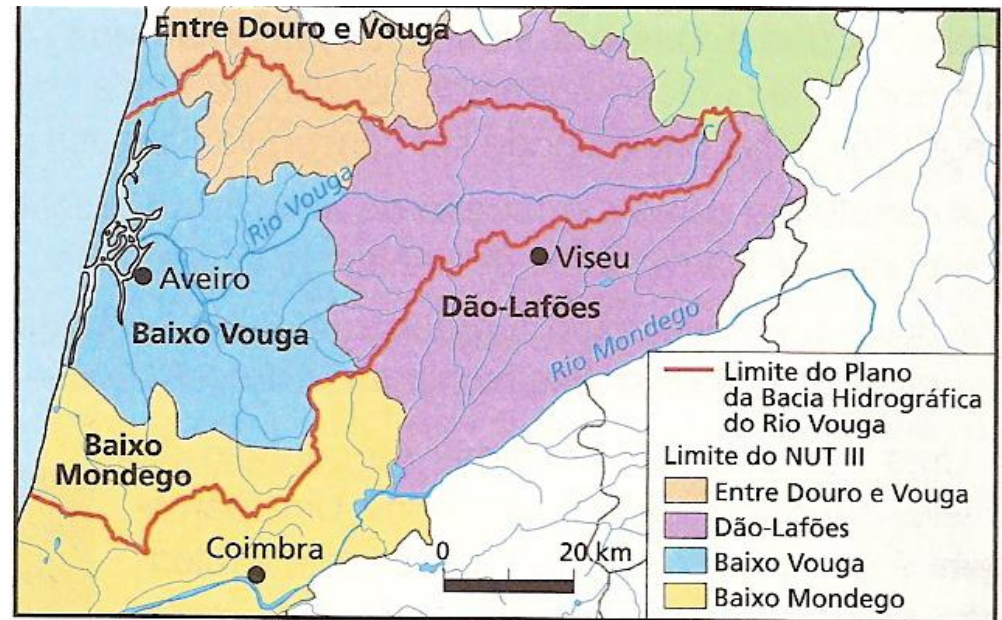
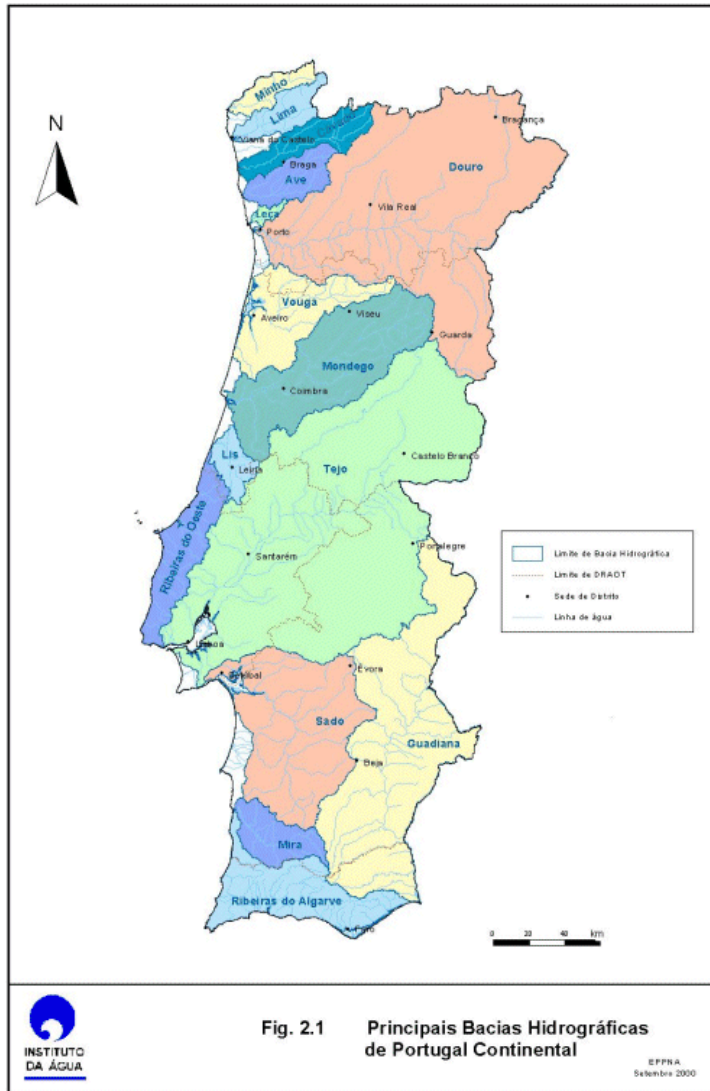


Redes hidrográficas do Amazonas e do Nilo



Rio Amazonas

- Uma bacia hidrográfica corresponde, assim, à totalidade da área cujas águas pertencem à mesma rede hidrográfica.



- Os rios são os agentes geológicos mais importantes na/o:
- Erosão;
- Transporte;
- Deposição de sedimentos;
- Sendo a sua influência visível na maioria das paisagens.
- Os **rios** são cursos de água superficiais e largos que podem desaguar noutro rio, num lago ou no mar.
- No perfil de um rio, consideram-se os seguintes elementos:
- Leito de rio;
- Leito de cheia;
- Leito de seca;
- Margens.

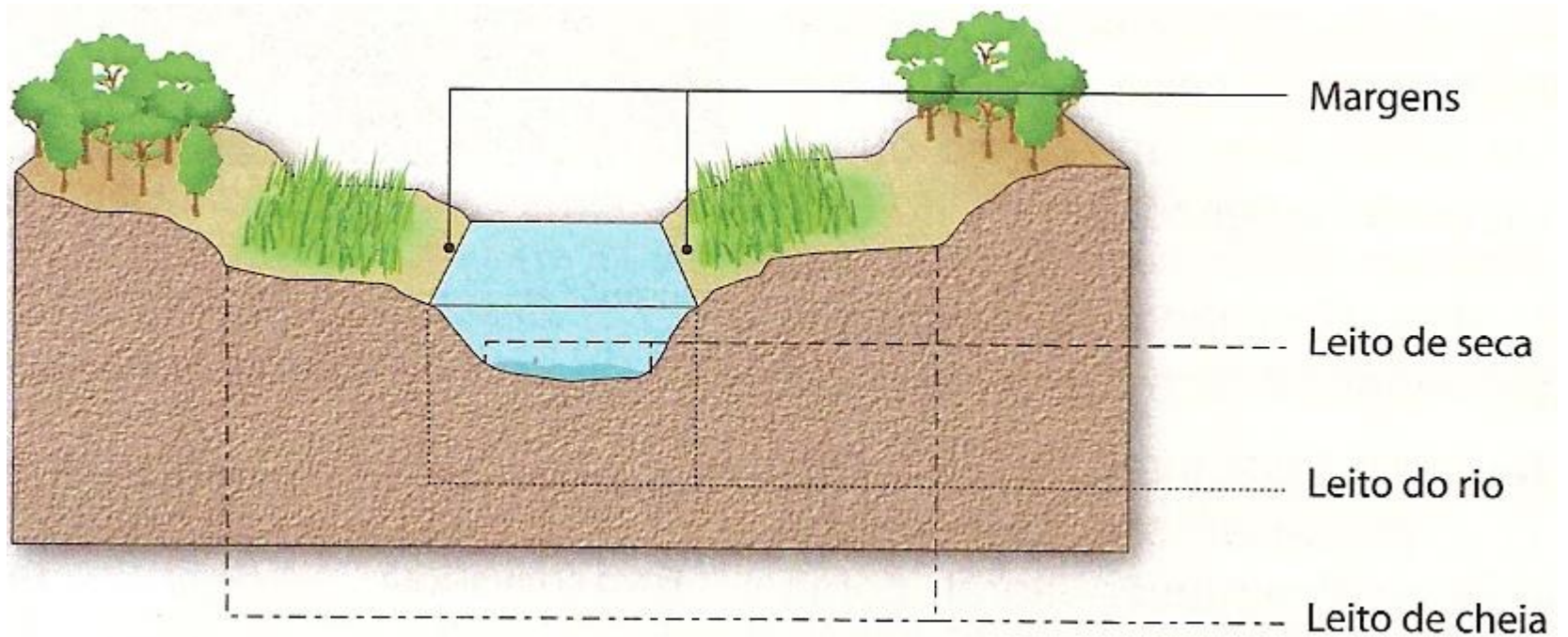
## Bacias hidrográficas

### ► Perfil transversal de um rio

**Corte** transversal do rio, em determinada zona do seu percurso de modo a permitir o estudo e análise dos seus leitos.

**Leito** - espaço que pode ser ocupado pelas águas do rio.





Perfil transversal de um rio.

► **Perfil transversal de um rio**

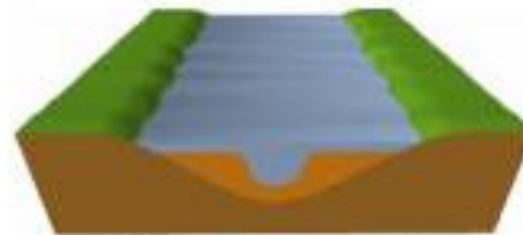
**Leito aparente** - sulco do leito por onde normalmente correm as águas e os materiais que elas transportam.

**Leito de inundação** – espaço do vale inundável em época de **cheias**, quando o nível das águas ultrapassa os limites do leito aparente.

**Leito menor ou de estiagem** – zona ocupada por uma quantidade menor de água, por exemplo, na estação **seca**.



Leito aparente



Leito de inundação

## Elementos do perfil transversal de um rio

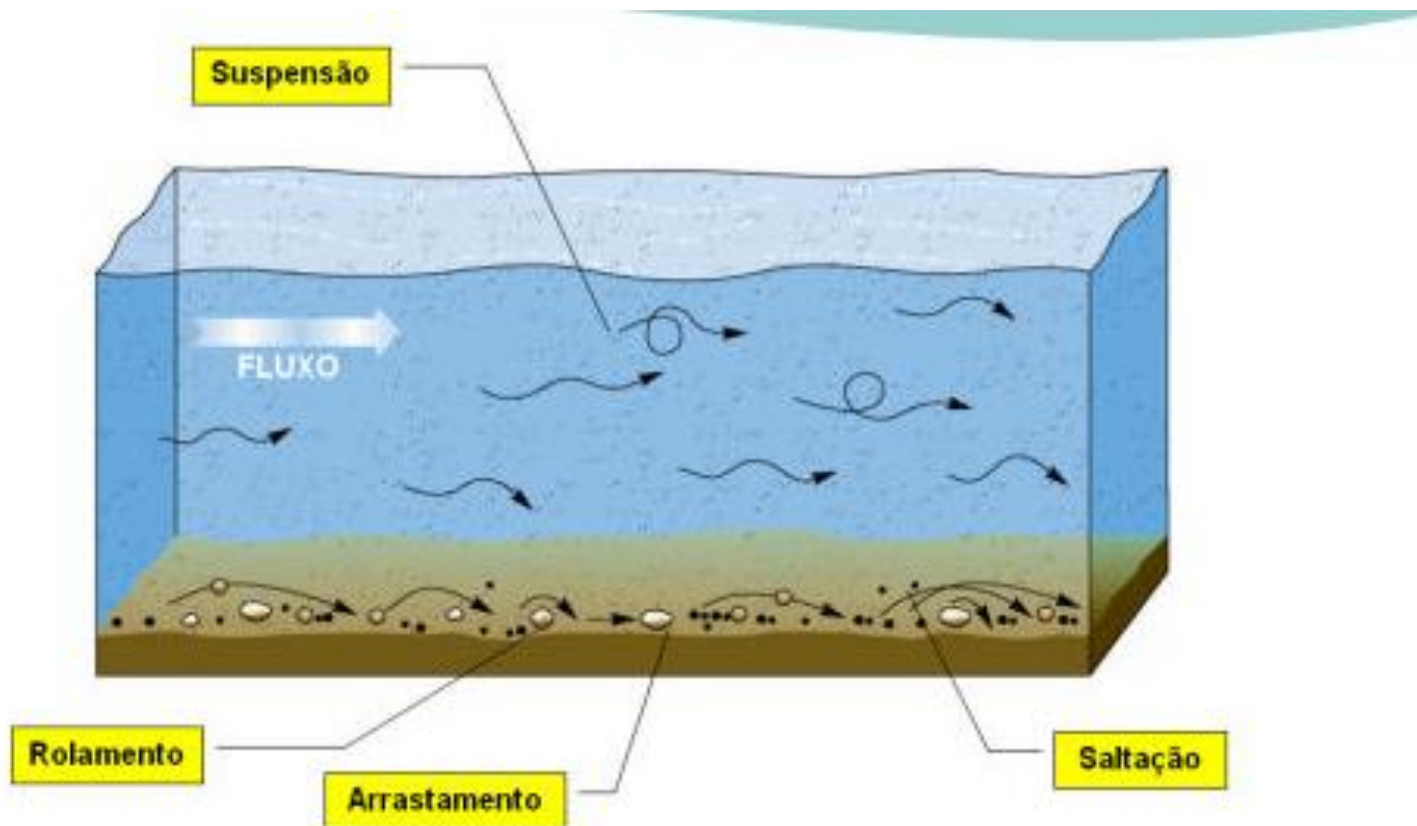
Leito e rio	É o terreno ocupado, normalmente, pelas águas.
Leito de cheia	É o espaço ocupado pelas águas em época de cheias, quando a pluviosidade é muito abundante.
Leito de seca	É a zona ocupada pelas águas, quando a quantidade destas diminui, por exemplo, durante o Verão.
Margens	São faixas de terreno contíguas ao leito do rio.

- Como verificou, a **actividade geológica de um rio** compreende:
- A **erosão**;
- O **transporte**;
- A **sedimentação**.
- A **erosão** consiste na remoção de materiais resultantes da meteorização das rochas do leito do rio e das margens.
- O **transporte** corresponde ao deslocamento, pela corrente de água, dos **detritos rochosos removidos por erosão**.
- A **carga sólida** de um rio é constituída por:
  - **Materiais dissolvidos**;
  - **Materiais em suspensão**;
- A **sedimentação** corresponde à deposição dos materiais, quando diminui a capacidade de transporte de um rio e é influenciada:
  - pelas dimensões e peso dos detritos;
  - **pela velocidade da corrente**.



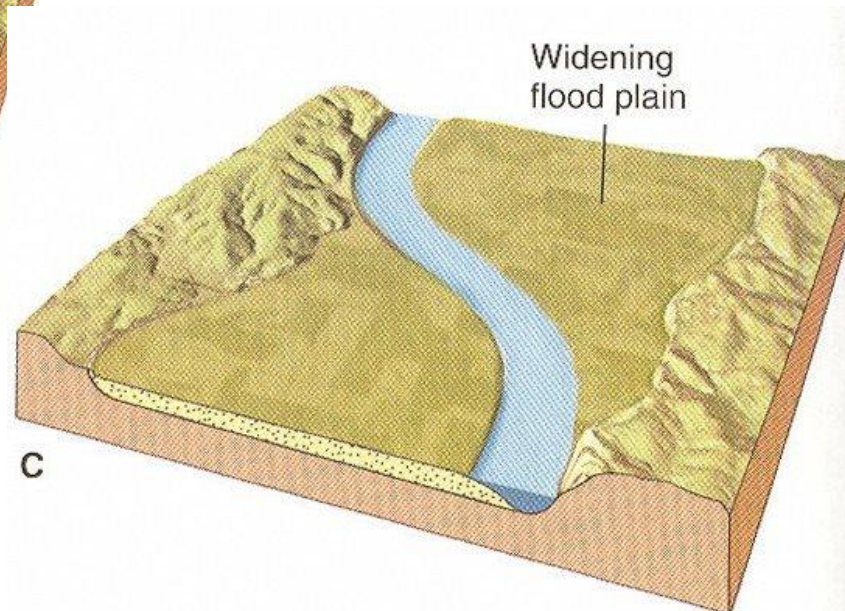
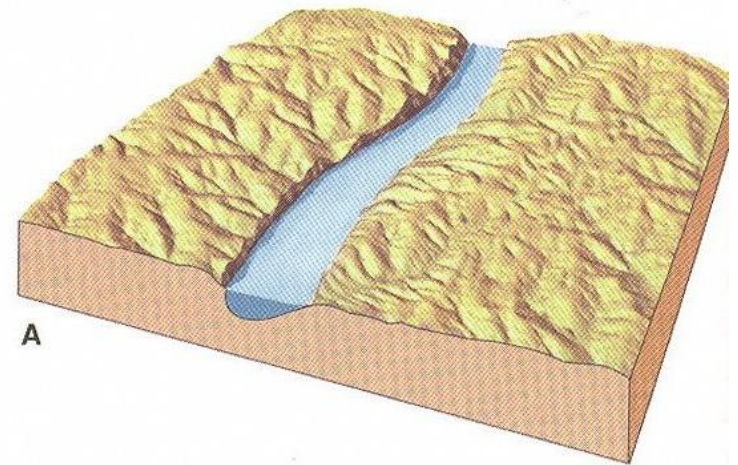
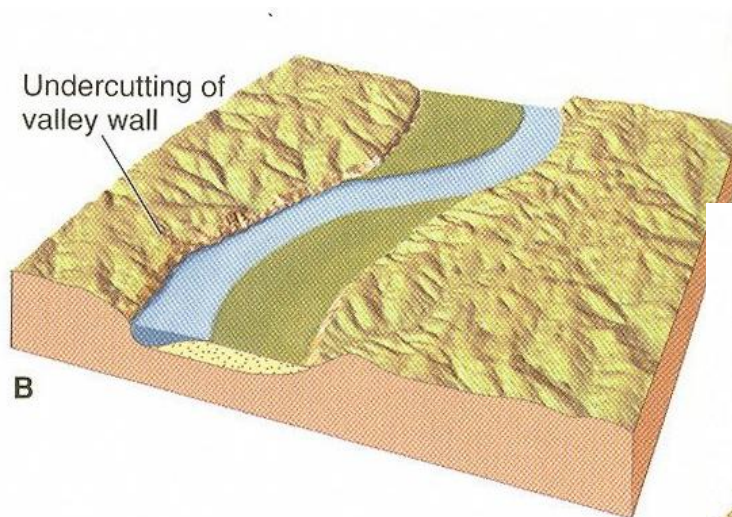
Materiais que sofrem **transporte no fundo**, que pode fazer-se por:

- Arrastamento;
- Rolamento;
- Saltação



Formas de transporte de materiais por um rio

- A **sedimentação** corresponde à deposição dos materiais, quando diminui a capacidade de transporte de um rio e é influenciada:
- pelas dimensões e peso dos detritos;
- **pela velocidade da corrente.**



## ► Impacto geológico dos rios

**Erosão** – extracção progressiva de materiais do leito e das margens por acção da pressão da água em movimento;

**Transporte** – deslocação da **carga sólida**, isto é, de materiais na forma de fragmentos sólidos (**detritos**). Pode ser feita por **saltação**, **rolamento** ou **arrastamento** (detritos grosseiros) ou em **suspensão** na água (detritos finos);

**Sedimentação** – deposição dos materiais, quer ao longo do leito, quer nas suas margens.



# Cheias



Régua (Portugal), 2003



Paris (França), 2002

Fargo (USA), 2001



- São fenómenos naturais provocados por:
  - Precipitação intensa de curta duração;
  - Precipitação muito prolongada;
  - Fusão de gelos;
  - Ruptura de diques e barragens.
- Durante uma cheia, o **excesso de água faz aumentar o caudal dos rios**, o que provoca o **extravasamento das águas e a inundação das margens**.
- Podem ter um grande impacto quando há ocupação antrópica do leito de cheia.
- A prevenção de danos materiais e humanos causados pelas cheias pode ser conseguida através de **medidas estruturais** e **não estruturais**:
  - **Estruturais** como a **adopção de sistemas de rectificação dos cursos de água**, como:
    - Construção de barragens;
    - Canais de escoamento.
  - **Não estruturais** como:
    - Ordenamento da construção em leitos de cheia e da sua ocupação por outras actividades humanas;
    - Preservação de solos;
    - Informação das populações.

- O quadro que se segue destaca algumas das maiores cheias que ocorreram em Portugal Continental.

<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
Janeiro, 1962	2ª maior cheia do século XX. O Norte e o Centro do país foram as regiões mais atingidas.
Novembro, 1967	As margens do rio Tejo foram as mais afectadas. Morreram cerca de 500 pessoas e muitas habitações e infra-estruturas foram destruídas.
Fevereiro, 1979	Maior cheia do século XX. A cheia no rio Tejo durou 9 dias, tendo provocado 2 mortos, 115 feridos, 1187 evacuados e muitos prejuízos materiais.
Outubro, 1997	Uma precipitação curta, mas intensa, provocou prejuízos avultados em habitações, viaturas e equipamentos turísticos.
Novembro, 1997	No Baixo Alentejo, as cheias provocaram 11 mortos. Os concelhos de Ourique, Aljustrel, Moura e Serpa foram os mais afectados.
Inverno, 2001	Um Inverno excepcionalmente chuvoso originou diversas cheias consecutivas. Uma dezena de pessoas perdeu a vida.
Inverno, 2001	A cheia do rio Mondego provocou a ruptura dos diques em 13 pontos distintos. O concelho de Montemor-o-Velho foi um dos mais prejudicados.

- De modo a prevenir e controlar os possíveis danos de uma cheia, é necessário adoptar uma série de atitudes, a médio e a longo prazo, tais como:
  - - ordenar e controlar as acções humanas nos leitos de cheias;
  - - implementar medidas que impeçam a construção e urbanização de potenciais zonas de cheias;
  - - construir sistemas integrados de regularização dos cursos de água com a construção de barragens.
- No entanto, a adopção desta última medida pode acarretar um outro problema:
  - a redução da quantidade de sedimentos transportados e depositados por um rio.



## ► Factores de risco geológico associados às bacias hidrográficas

**Cheias** – aumento do caudal dos cursos de água, com elevação e extravase do leito normal e inundação das áreas circunvizinhas. Precipitações anormais, degelos ou rupturas de barragens são causas frequentes.

### Medidas de prevenção:

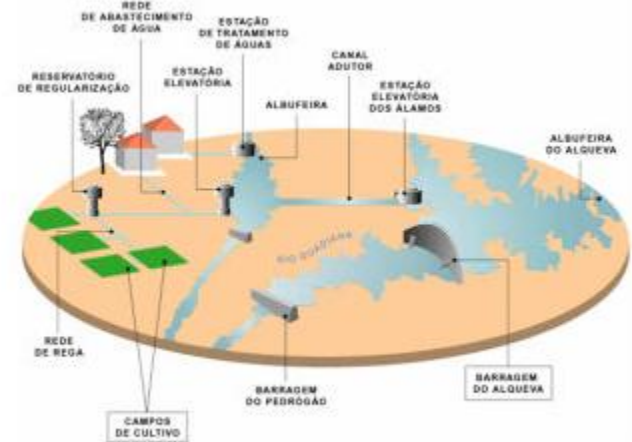
- Ordenamento e controlo da ocupação humana dos leitos de cheias.
- Impedimento de construção e urbanização de potenciais zonas de cheia.
- Construção de sistemas integrados de regularização dos cursos de água com a construção de barragens.





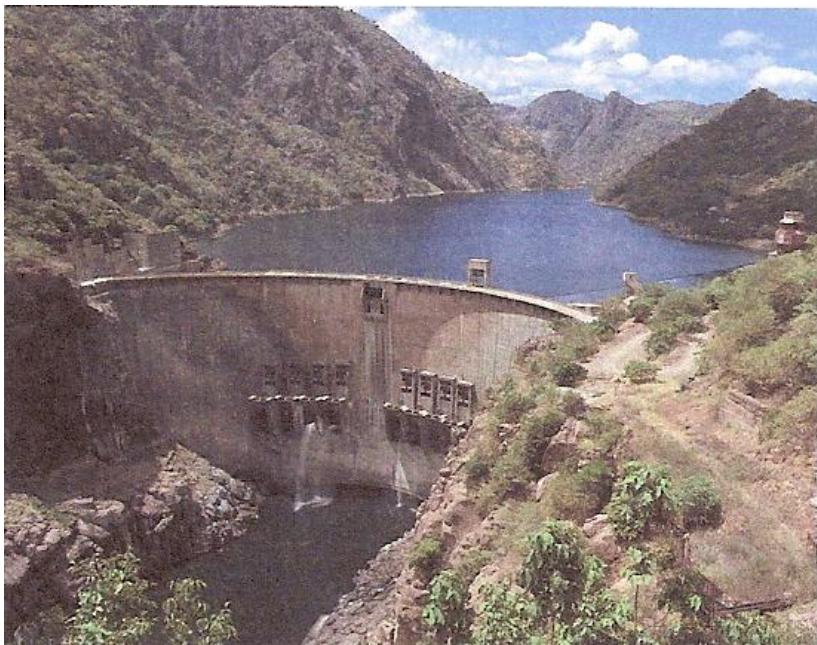
# Barragens

Barragem do Alqueva

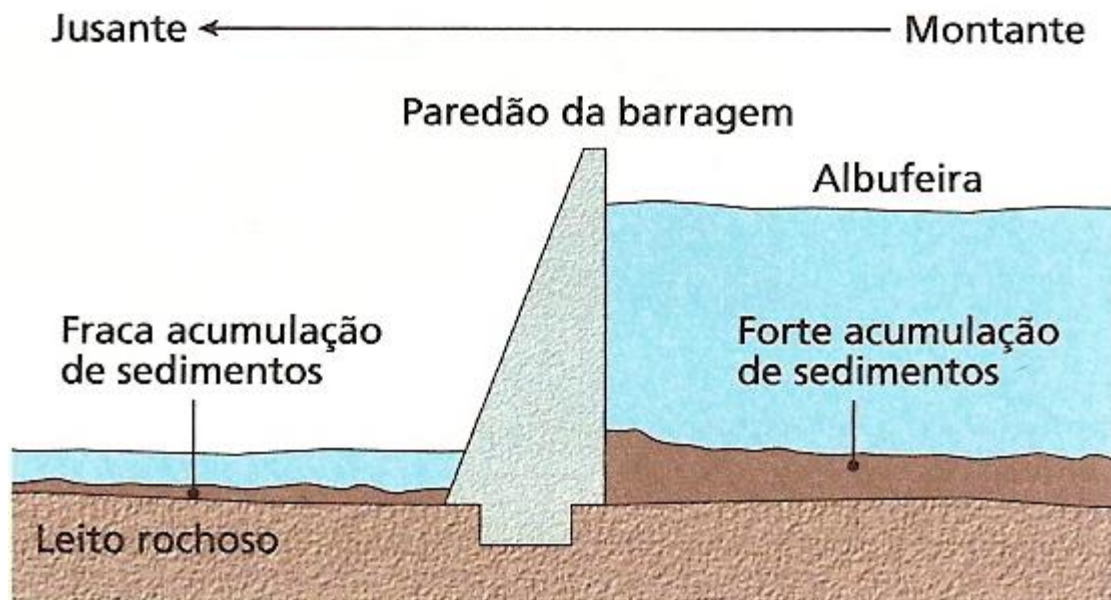


Barragem do Alqueva

- A construção de barragens é uma possível medida de controlo de cheias.
- **Uma barragem é uma barreira artificial que permite a retenção de água com vários objectivos.**
- A construção de barragens permite (vantagens):
  - Regular o caudal dos rios;
  - Reter a água na albufeira, o que evita cheias a jusante (lado de uma corrente contrário ao da nascente e para onde correm as águas);
  - Utilizar a água na produção de energia hidroeléctrica, no abastecimento das populações, nas actividades de recreio ou irrigação de terrenos agrícolas.



As barragens e a acumulação de sedimentos.



- Contudo:
- Associados às barragens surgem **impactos negativos**, como:
- Retenção de sedimentos a montante da barragem – o que vai ter consequências no regime de sedimentação litoral.
- Destruição ou desequilíbrio dos ecossistemas da zona, pela inundação de áreas anteriormente emersas, e interferência com a migração de peixes.
  
- A acumulação de sedimentos nas albufeiras das barragens e a extracção de inertes (areias e outros materiais) podem ter como consequência o (a):
- Desaparecimento de praias fluviais;
- Descalçamento de pilares de pontes, podendo originar a sua queda;
- Alteração das correntes;
- Redução na quantidade de sedimentos que chegam ao mar.

# A extracção de inertes



- Em Portugal, a extracção de inertes de um rio parece constituir um negócio fácil e muito rentável.
- De facto, os sedimentos que se depositam no leito e nas margens de um rio constituem uma importante matéria-prima, muito cobiçada pela construção civil.
- No entanto, esta actividade é bastante controversa e geradora de amplas discussões.
- A extracção descontrolada e irracional das areias de um rio pode causar:
  - - alterações nas correntes e outros aspectos hidráulicos;
  - - redução na quantidade de sedimentos que chegam à foz de um rio;
  - - redução na fertilidade de algumas espécies de peixes nos estuários fluviais;
  - - modificações irreversíveis a nível dos ecossistemas.
- Por vezes, esta extracção pode ter consequências graves, em especial a perda de vidas humanas.

- Os últimos relatórios parecem apontar que um dos principais factores que contribuiu para a queda da ponte que ligava Castelo de Paiva e Entre-os-Rios, no dia 4 de Março de 2001, foi a extracção de areias que se efectuava a jusante da mesma.
- Nos inícios de Fevereiro de 2004, os peritos encarregues pelo Tribunal de Castelo de Paiva de estudar as causas da queda da ponte, concluíram que o rebaixamento do leito do rio Douro se deveu: 80% à extracção de inertes e 20% a fenómenos naturais, que associam à sucessão de cheias que ocorreram na região nesse ano.
- A exploração de inertes naquela zona parece ter favorecido a erosão na base de um dos pilares que assentava no leito do rio Douro e que sustentava o tabuleiro da ponte.
- Este grave acidente provocou a morte a 59 pessoas.



## ► Factores de risco geológico associados às bacias hidrográficas

**Barragens** – construções transversais a um curso de água, ficando esta represada, criando uma albufeira.

### **Vantagens:**

- Regularização dos caudais.
- Irrigação, abastecimento de água e produção de energia hidroelétrica.
- Actividades turísticas e desportivas.

### **Desvantagens:**

- Acumulação de sedimentos com perda de capacidade de armazenamento.
- Redução de detritos debitados no mar.
- Problemas de segurança.
- Impacto negativo nos ecossistemas aquáticos e terrestres da zona.



## Bacias hidrográficas

### ► Factores de risco geológico associados às bacias hidrográficas

**Extracção de areias** – remoção de sedimentos depositados no leito ou margens dos rios para fins de construção civil.

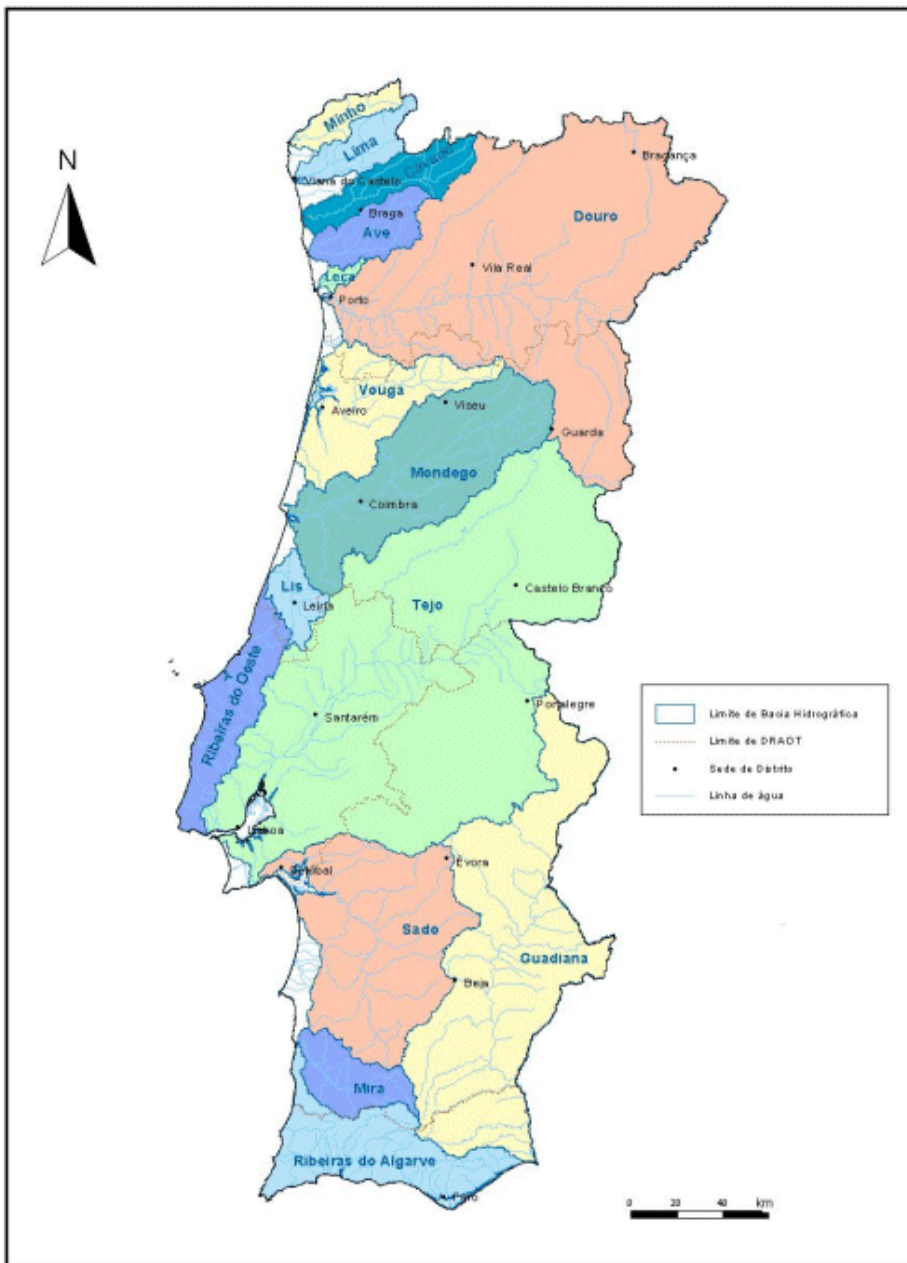
### Perigos:

- Alterações nas correntes e outras dinâmicas do rio.
- Redução da carga sólida transportada pelas águas em direcção à foz.
- Impacto na fertilidade de espécies piscícolas, ao longo do rio.
- Modificações irreversíveis nos ecossistemas.
- Erosão de construções humanas (como os pilares das pontes).



# Planos de Bacia Hidrográfica

- Os Planos de Bacia Hidrográfica constituem
- planos de gestão, planificação, valorização e protecção equilibrada dos grandes cursos de água em Portugal,
- e que, de alguma forma, podem ajudar a seleccionar e a prevenir alguns dos problemas referidos anteriormente.
- **Actualmente, estão definidos:**
- **quatro planos de bacias hidrográficas internacionais**
- Minho,
- Douro,
- Tejo
- Guadiana
- **onze planos de bacias hidrográficas nacionais**
- Ave, Cavado, Leça, Lima,
- Lis, Mira, Mondego, Ribeiros do Algarve,
- Ribeiros do Oeste, Sado e Vouga.



**Fig. 2.1** Principais Bacias Hidrográficas de Portugal Continental

- Estes planos permitem avaliar e, se necessário, intervir em alguns aspectos, como por exemplo:
  - - captações de água e rejeições de águas residuais;
  - - armazenamento de águas em albufeiras e transferências de água dentro de uma mesma bacia hidrográfica ou entre bacias hidrográficas;
  - - intervenção na rede hidrográfica e na ocupação do solo das bacias hidrográficas.
  - - análise da ocorrência de fenómenos extremos, designadamente cheias e secas;
  - - distribuição dos recursos hídricos e avaliação da qualidade da água;
  - - conservação da natureza e dos recursos naturais, incluindo os valores patrimoniais naturais e construídos e os valores paisagísticos relevantes.
- Nota: Os Planos de Bacia Hidrográfica podem ser consultados no site oficial do Instituto da Água: [www.inag.pt](http://www.inag.pt)