

# Geodiversidade: uma abordagem integrativa para a gestão sustentável de toda a natureza

Diamantino Insua Pereira

Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho  
Instituto de Ciências da Terra, polo da Universidade do Minho  
Terras de Cavaleiros UNESCO Global Geopark, Portugal



# O conceito de geodiversidade

Consiste em

**Geodiversidade**

suporta

Biodiversidade

Elementos  
Minerais  
Rochas  
Paisagem  
Solos  
Água  
Processos ativos  
Fósseis

...

## **Geodiversidade**

Variedade de ambientes físicos, fenómenos e processos activos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos que constituem a base para a vida na Terra.

- ✓ Existe biodiversidade porque existe geodiversidade
- ✓ As rochas e os fósseis contam a história da Terra
- ✓ Rochas e minerais são a base do bem-estar pois são as matérias primas para grande parte daquilo que nos rodeia.



Um quilograma de arroz  
Quanto grãos?



Um estádio de futebol  
Quantas pessoas?

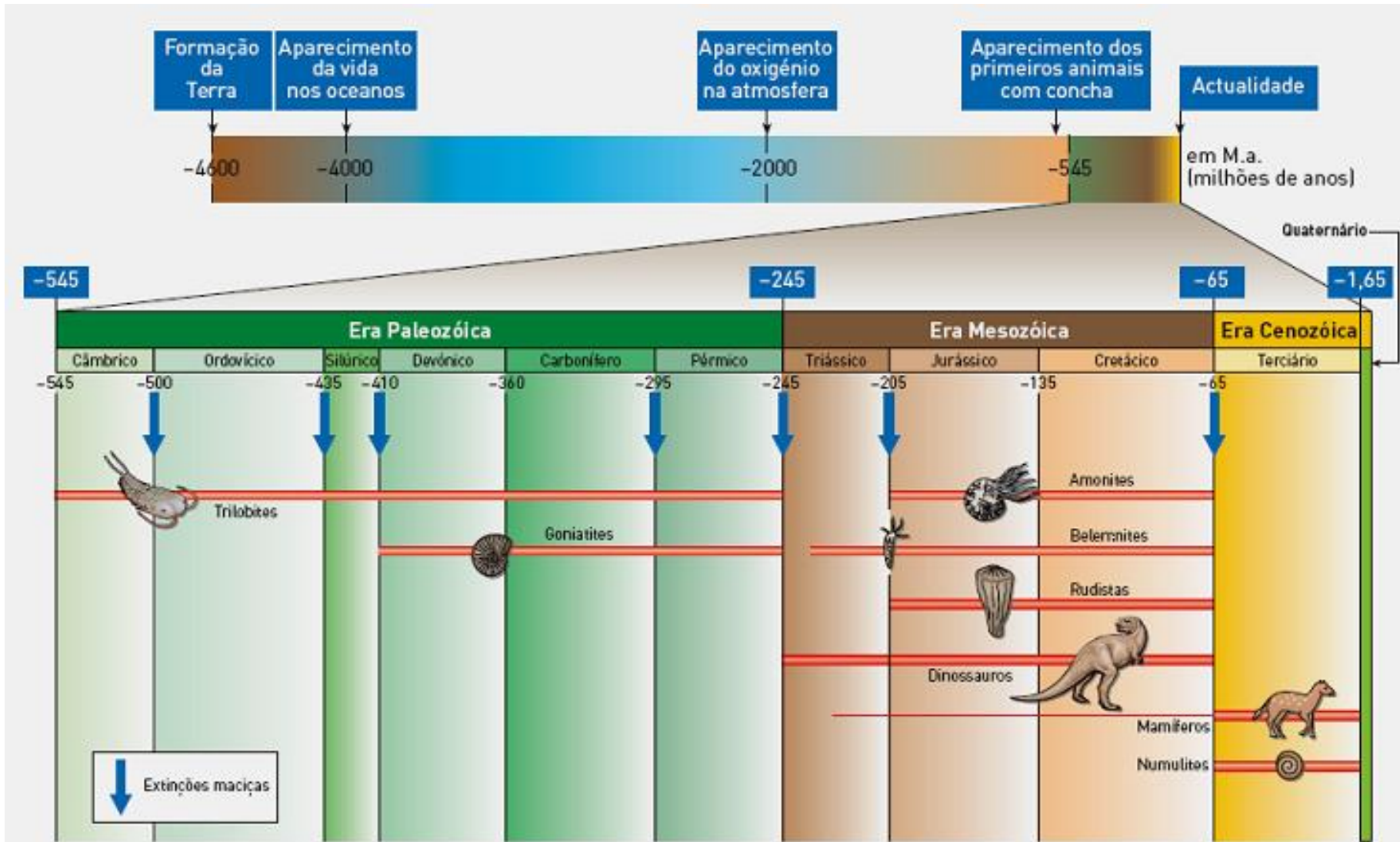


$65 \times 20\text{kg} = 1300\text{kg} \times 50000 \text{ grão} = 65000000 \text{ grão}$   
 $1 \text{ grão/ano} = 65 \text{ milhões de anos}$

80000kg

40000kg

13000kg



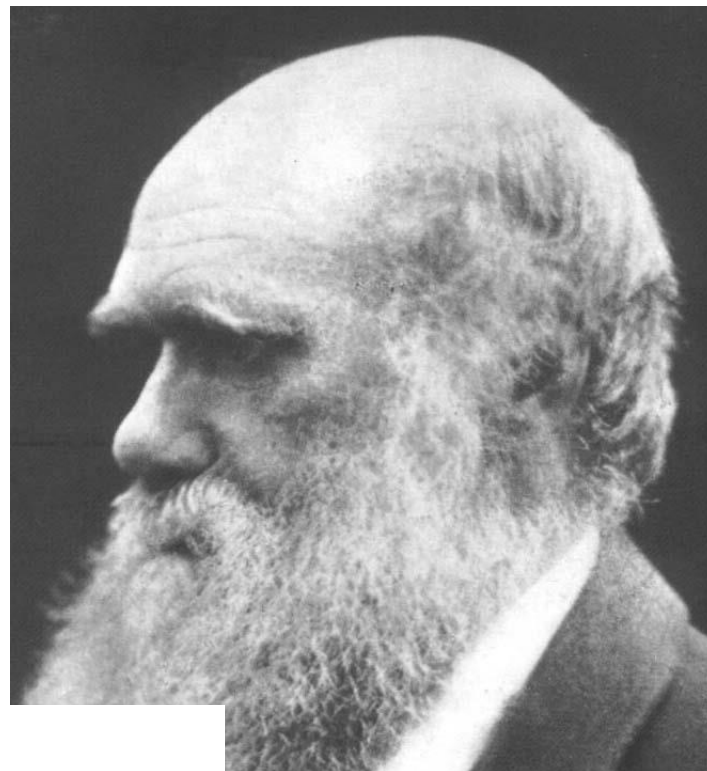
13000kg 5

13000kg



4 000 000 000 grãos - A um ritmo de 1 grão por ano, necessitaríamos de 80000 Kg de arroz para atingir 4 000 000 000 de anos.

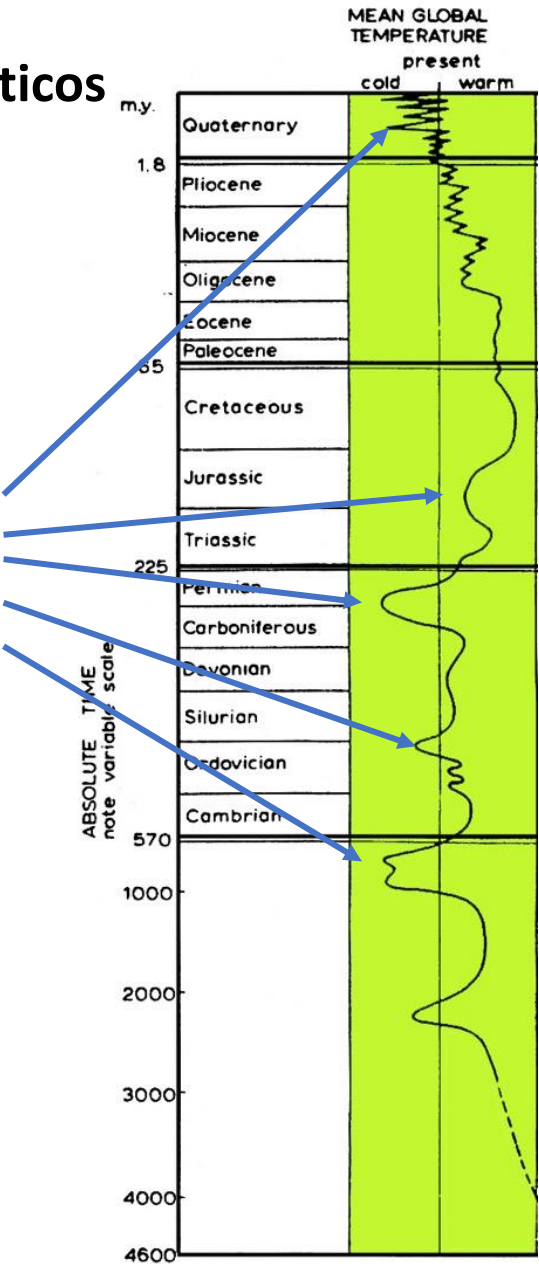
Olhando para trás, posso agora notar como o meu amor pela ciência se sobrepôs gradualmente a todos os outros gostos. Durante os dois primeiros anos a minha paixão pela caça continuou com quase toda a força, e eu próprio matei todas as aves e animais para a minha coleção; mas pouco a pouco desisti de usar a espingarda... **porque caçar interferia com o meu trabalho, especialmente quando estava a descortinar a estrutura geológica de uma região.** Descobri, embora de modo involuntário e impercetível, que o prazer em observar e raciocinar era muito superior ao da destreza e do desporto. Os instintos primitivos do bárbaro cederam lentamente aos gostos adquiridos do homem civilizado.



Darwin, C. (1887)  
*Autobiographies*

# Os grandes ciclos climáticos

**Períodos glaciares  
(ou de arrefecimento)**



**Quaternário (últimos 2.5 milhões de anos)**

**Extinção dinossauros, K/T 65milhões de anos)**

**Jurássico (150 milhões de anos)**

**Permo-Carbónico (300 milhões de anos)**

**Ordovícico-Silúrico (450 milhões de anos)**

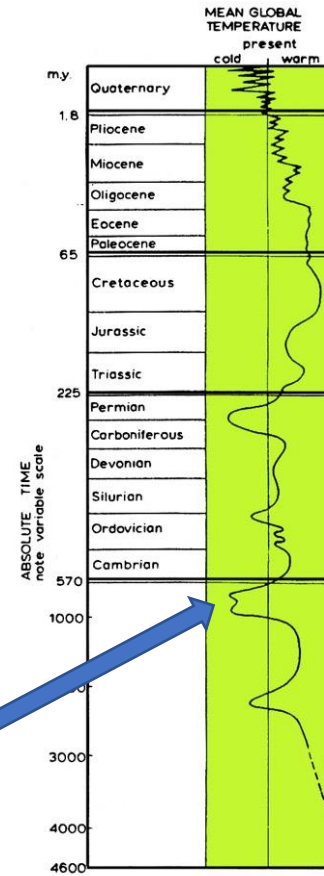
**Criogeniano (600 milhões de anos)**



# Criogeniano: 600 milhões de anos



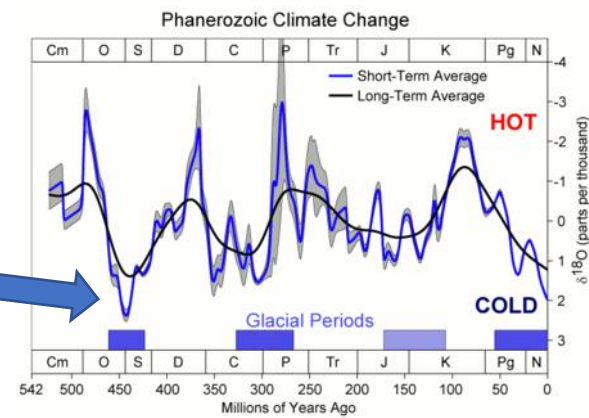
Chapada Diamantina, Bahia, Brasil



## Ordovícico-Silúrico: 450 milhões de anos



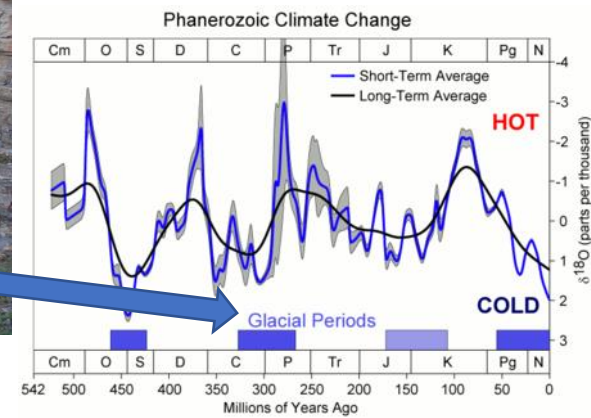
S. Pedro da Cova, Gondomar



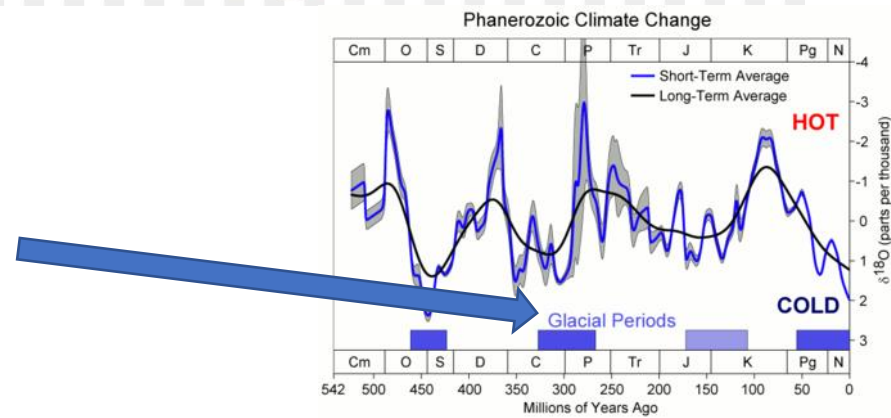
# Permo-Carbónico: 300 milhões de anos (Brasil)



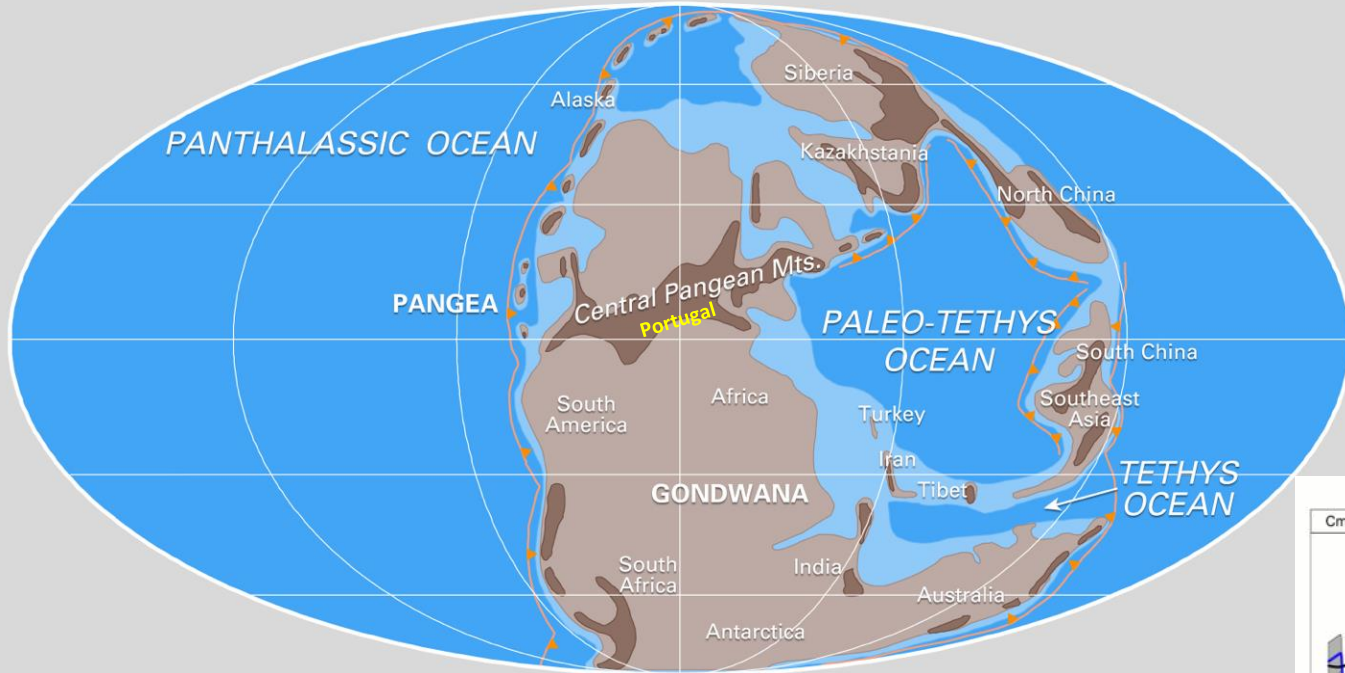
Rio Negro, Paraná/Sta Catarina, Brasil



## Permo-Carbónico: 300 milhões de anos (Portugal)



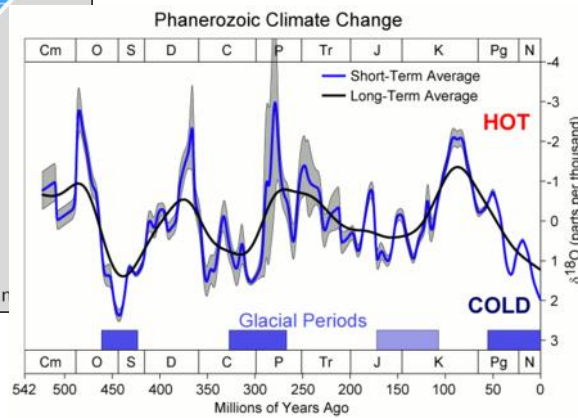
# Late Permian 255 million years ago



Mountains  
 Land  
 Shallow seas  
 Deep ocean basins  
 Subduction zone (triangles point in the direction of subduction)

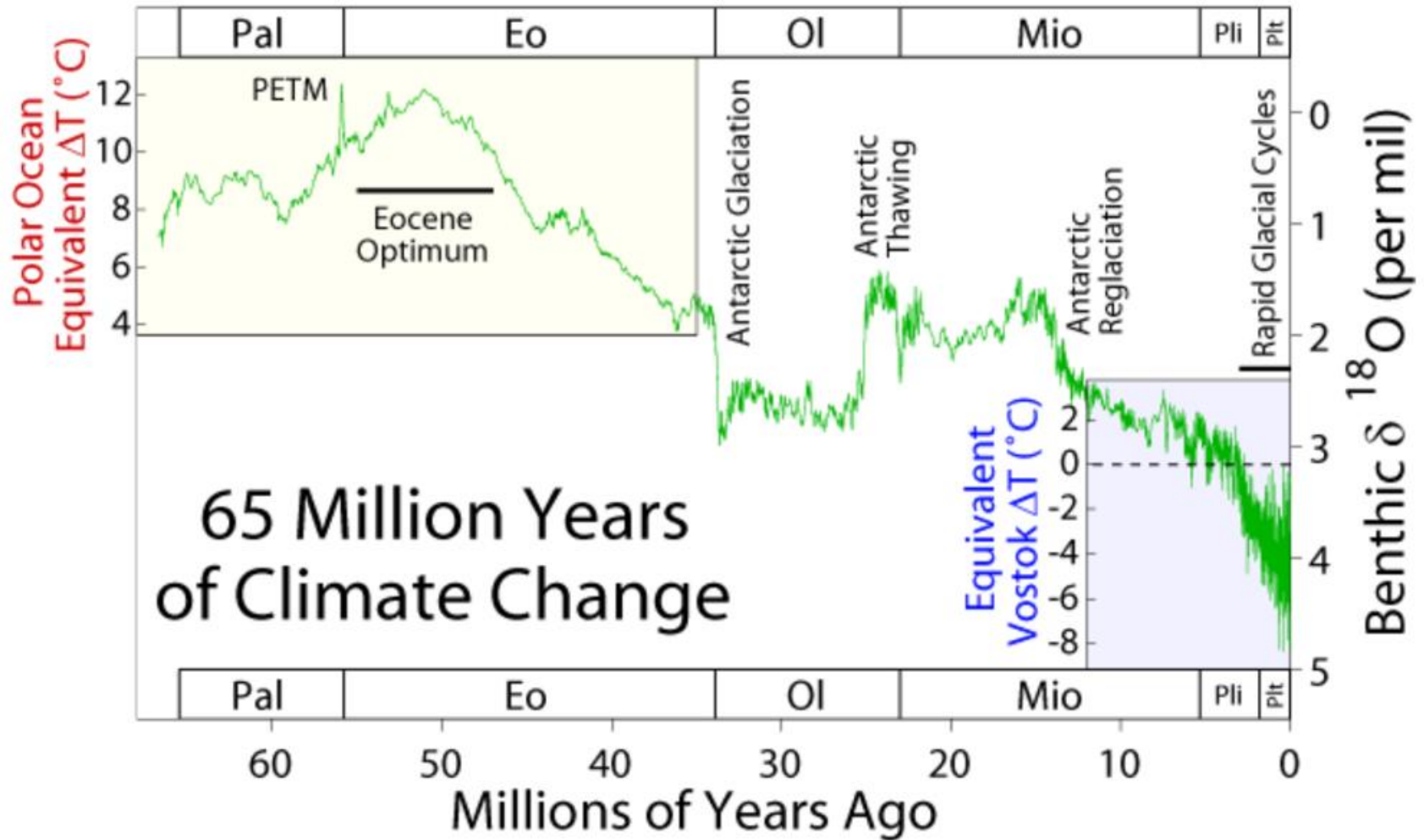
SOURCE: © 2001 C.R. Scotese, PALEOMAP Project

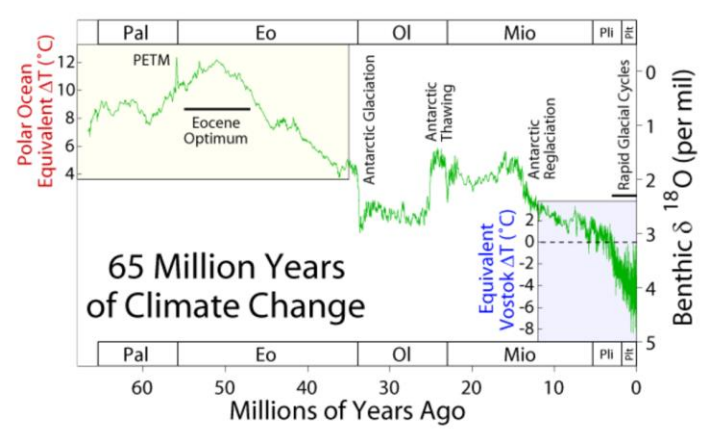
© Encyclopædia Britannica





Praia do Telheiro, Vila do Bispo





Rochas e fósseis evidenciam um clima quente com longa estação seca

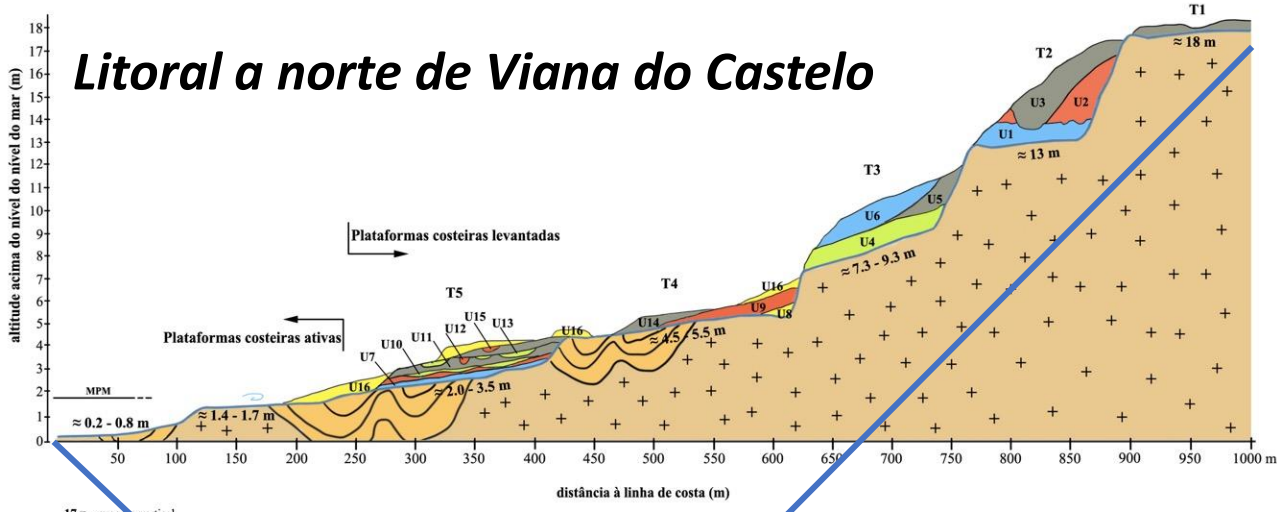


Vale Furado, Pataias, distrito Leiria



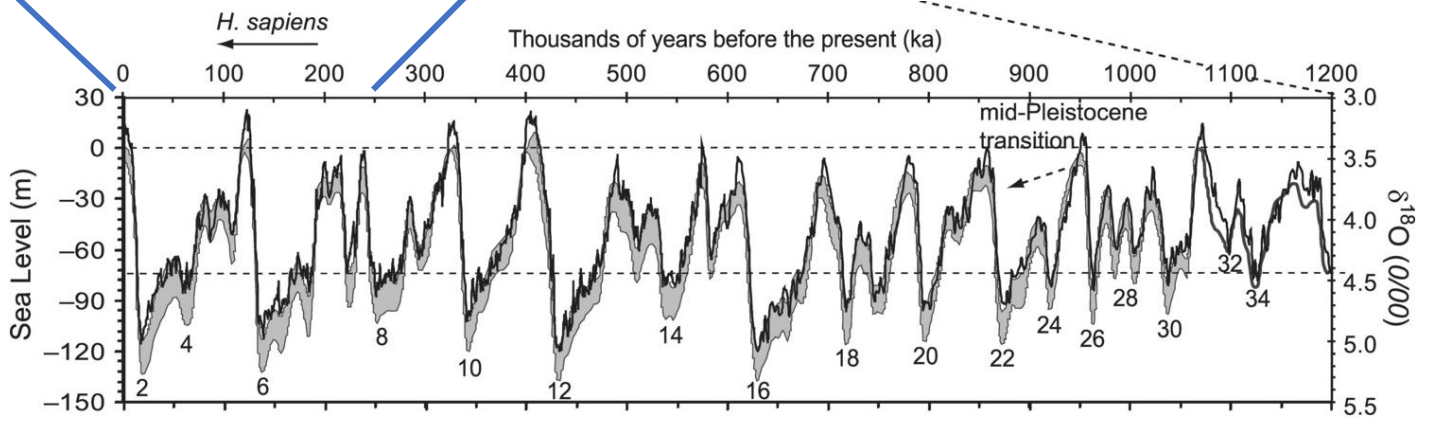


# Litoral a norte de Viana do Castelo

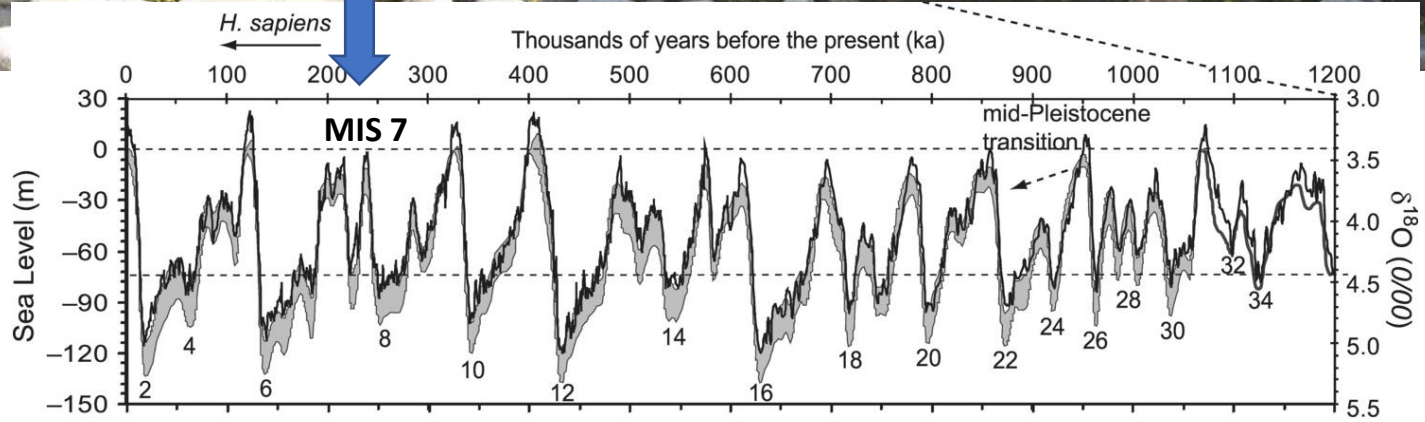
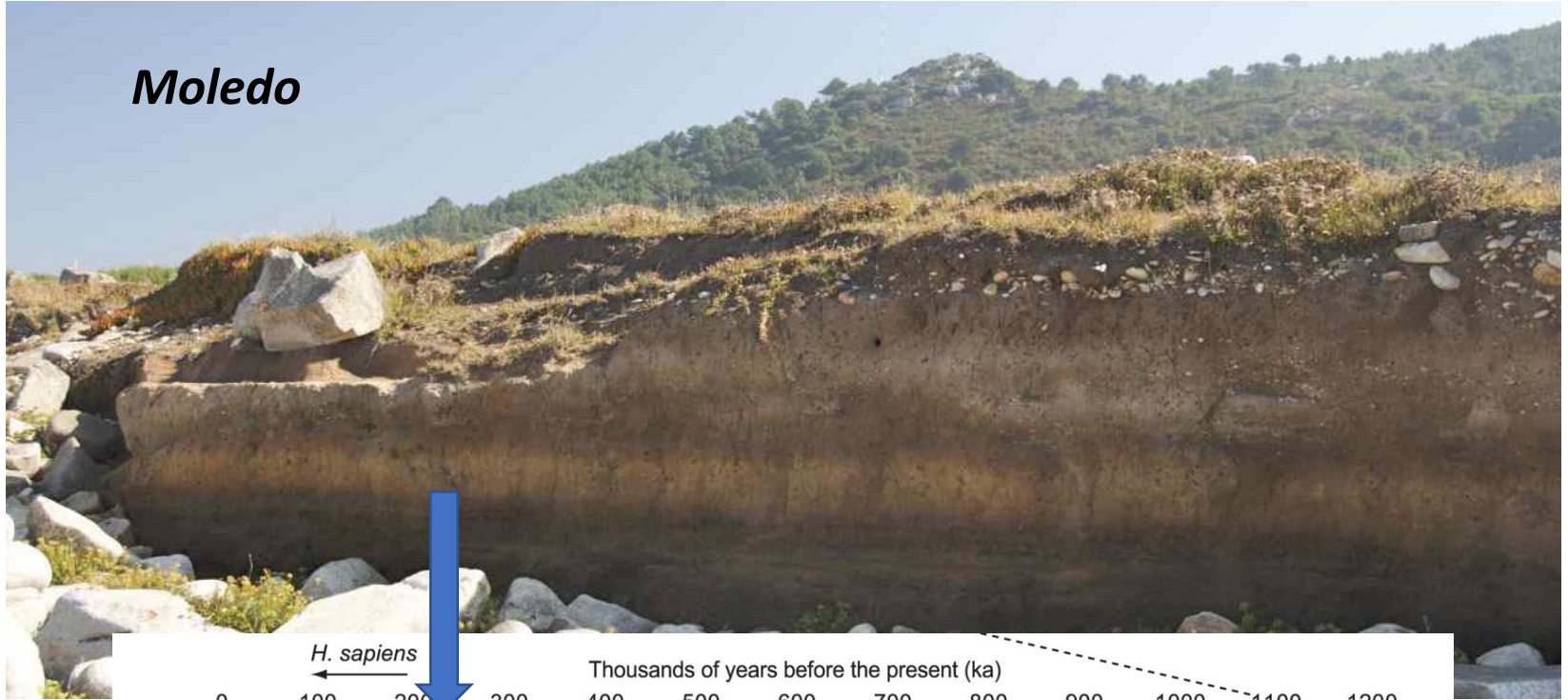


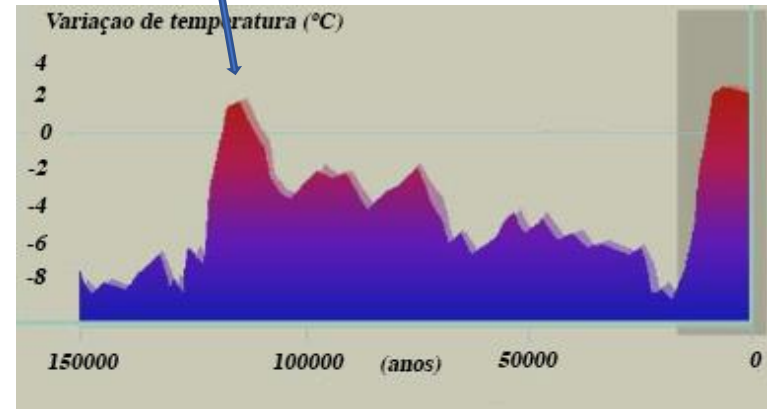
Exagero vertical!

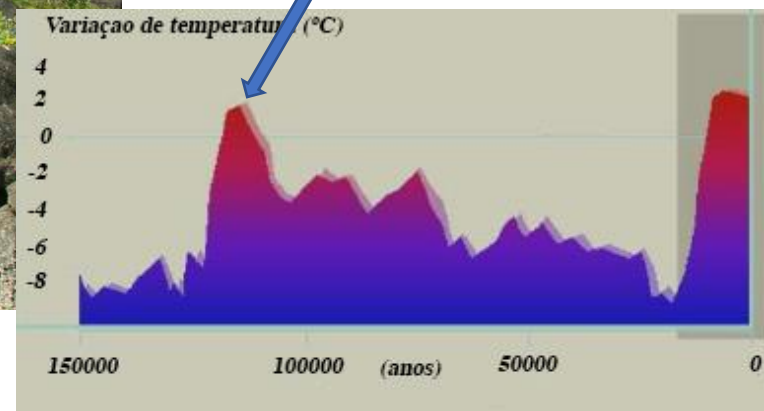
- Substrato Varisco
  - Granito
  - Rochas metamórficas
- Enchimento quaternário dos terraços (paleoambientes)
  - Praia
  - Fluvial / Estuário
  - Duna
  - Pântano / Lago
  - Aluvial



# Moledo







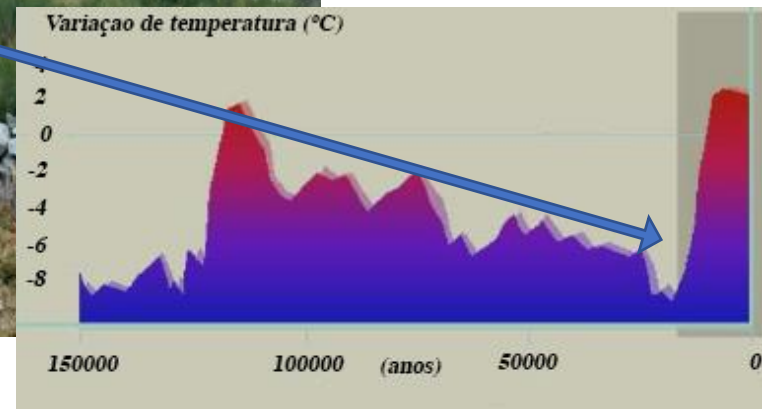
**Viana do Castelo**



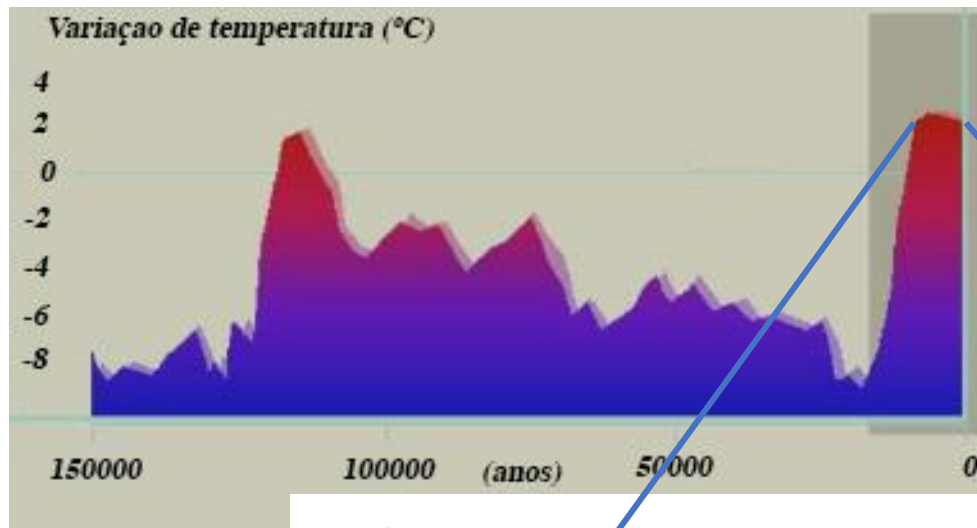
**18 000 anos**

**-8°C**

***Homo sapiens***

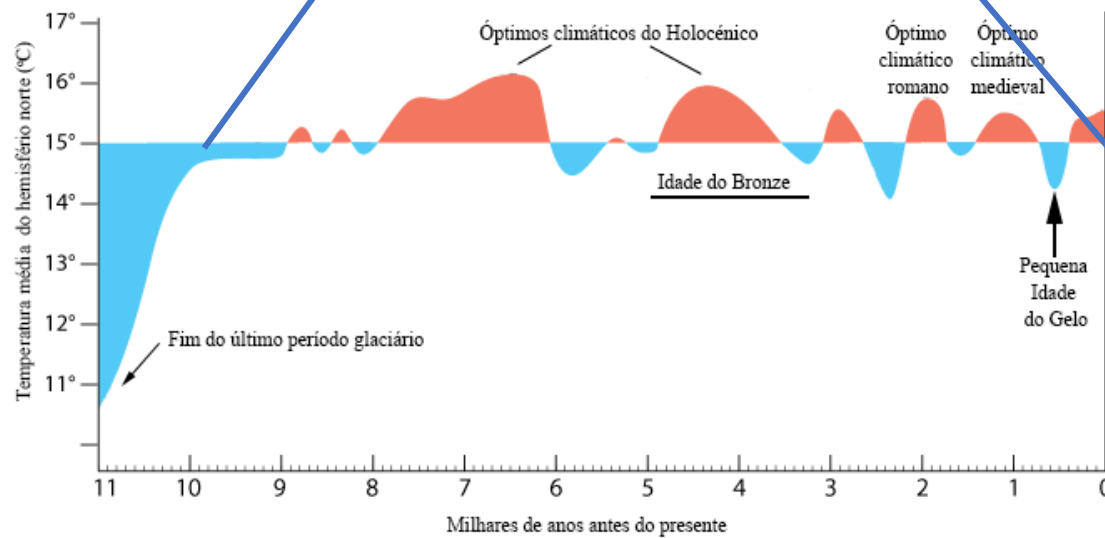


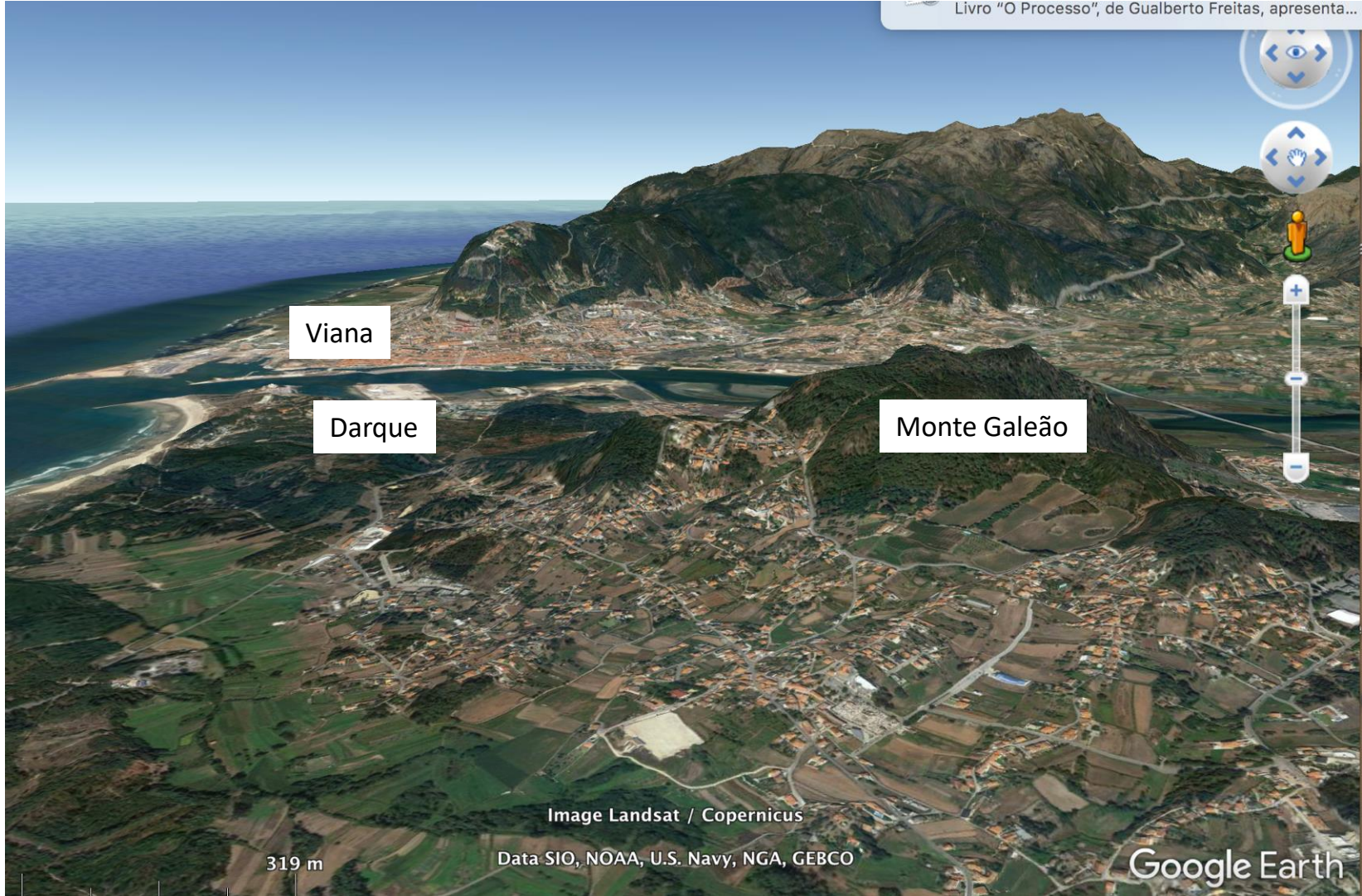
***Gorbelas-Junqueira (Serra da Peneda)***

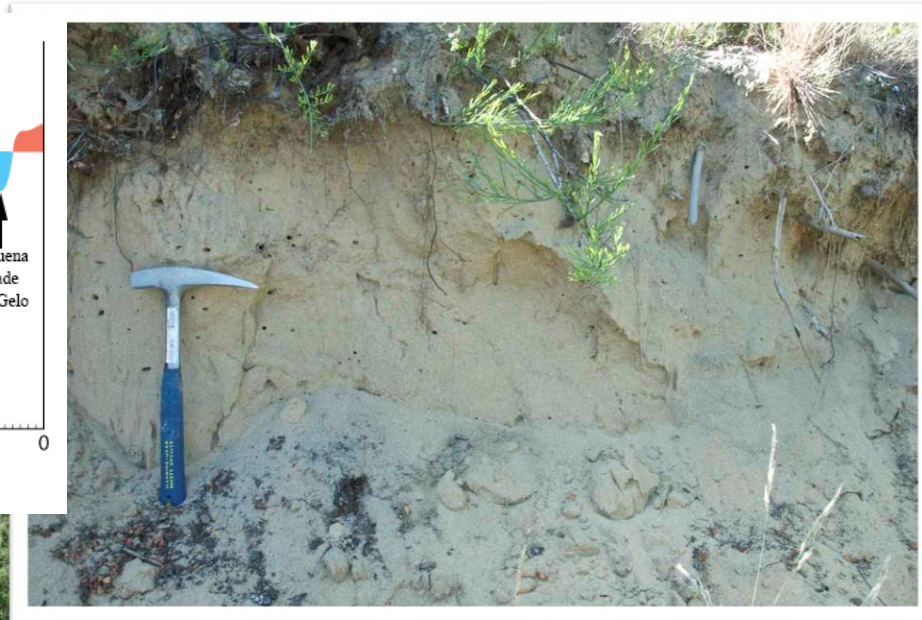
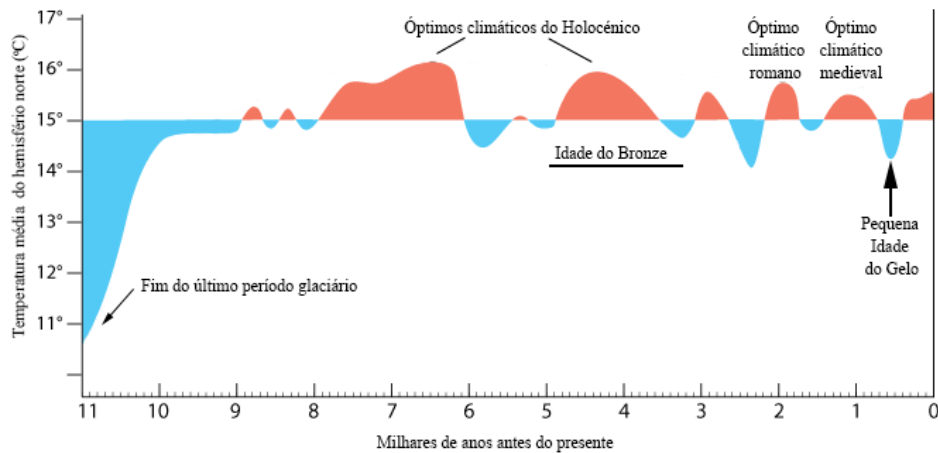


## Os últimos 10 000 anos

Dados:  
Turfeiras (Serra d'Arga...)  
Dunas



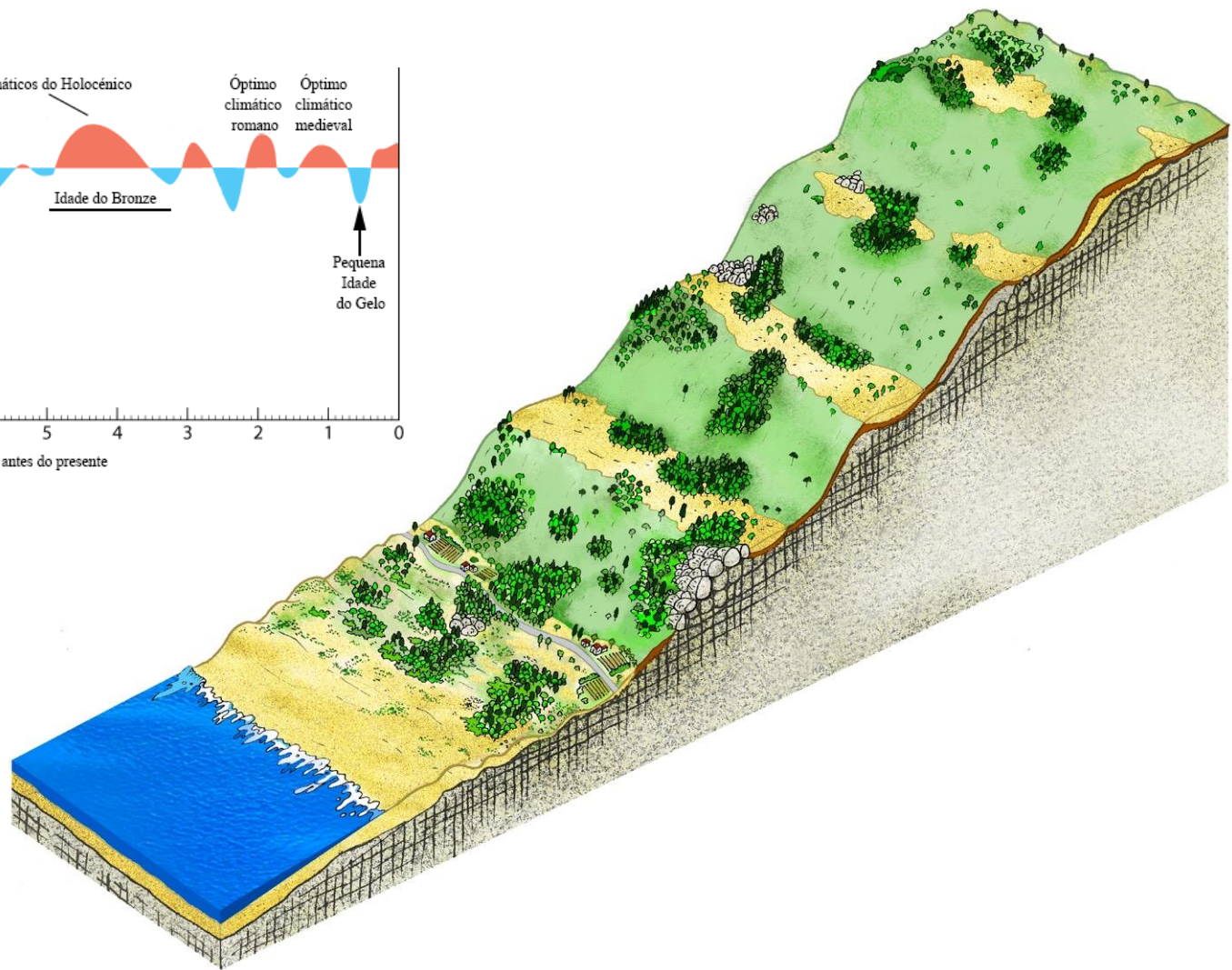
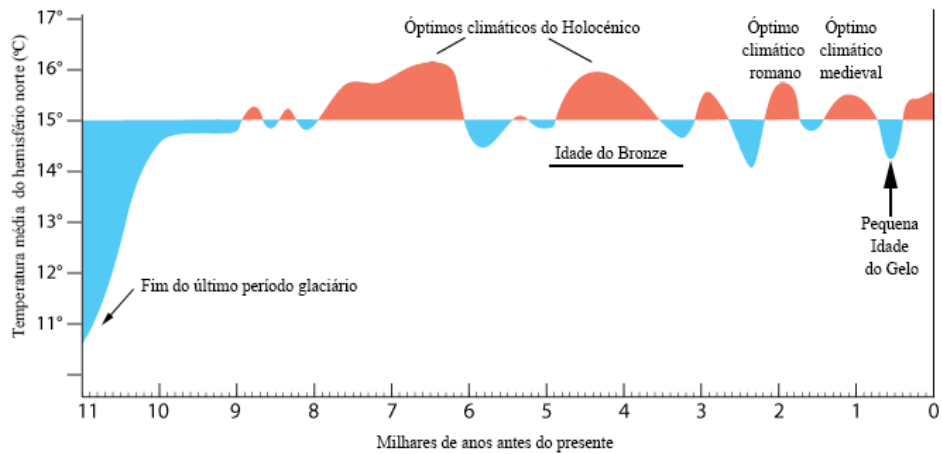




**300 a 500 anos**

**Dunas do Monte Galeão  
(Viana do Castelo)**





gestão sustentável dos georecursos

geoplaneamento

geoconservação

gerido por

património geológico

económico (e.g.  
mineração e extração de  
recursos geológicos)

científico  
educativo  
económico

recursos naturais  
extrativos

recursos naturais  
não-extrativos

baseado em

aprovisionamento

**cultural**

regulação

suporte

baseado  
em

serviços dos ecossistemas

valores  
- científico  
- educativo  
- económico  
- cultural  
- estético  
- ...

fornece benefícios

**Geodiversidade**

suporte da

Biodiversidade

**Serviços  
prestados pela  
Geodiversidade**

# Outros serviços culturais da geodiversidade: Valor estético



# Outros serviços culturais da geodiversidade: Lazer, desporto, turismo



gestão sustentável dos georecursos

geoplaneamento

geoconservação

gerido por

património geológico

económico (e.g.  
mineração e extração de  
recursos geológicos)

científico  
educativo  
económico

recursos naturais  
extrativos

recursos naturais  
não-extrativos

baseado em

aprovisionamento

cultural

regulação

suporte

baseado  
em

serviços dos ecossistemas

fornece benefícios

capital natural

contribui para

**Geodiversidade**

suporte da

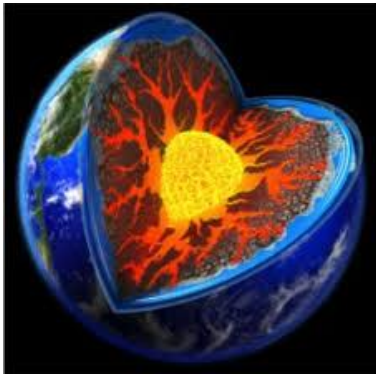
Biodiversidade

valores  
- científico  
- educativo  
- económico  
- cultural  
- estético  
- ...

**Serviços  
prestados pela  
Geodiversidade**

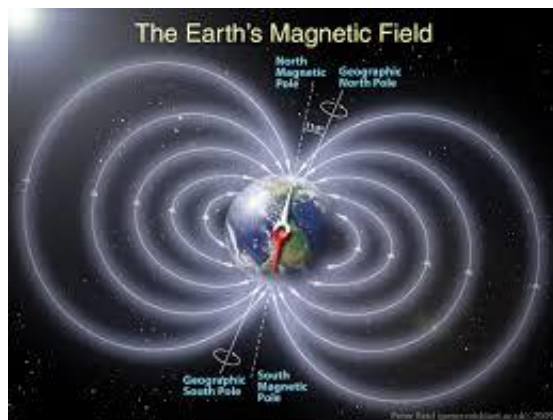
# Serviços de regulação

São serviços vitais que permitem a existência da vida e da sociedade moderna

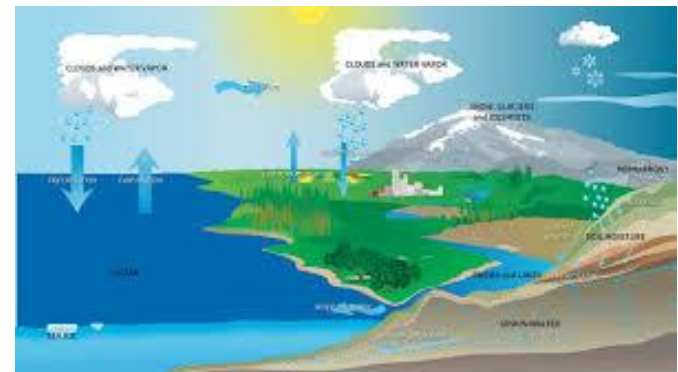


Energia interna da Terra

- Ciclo das rochas
- Ciclo do carbono
- Sequestração do carbono pelas rochas
- Regulação da erosão
- Regulação dos desastres naturais
- Regulação da qualidade da água devido à circulação através das rochas
- ...



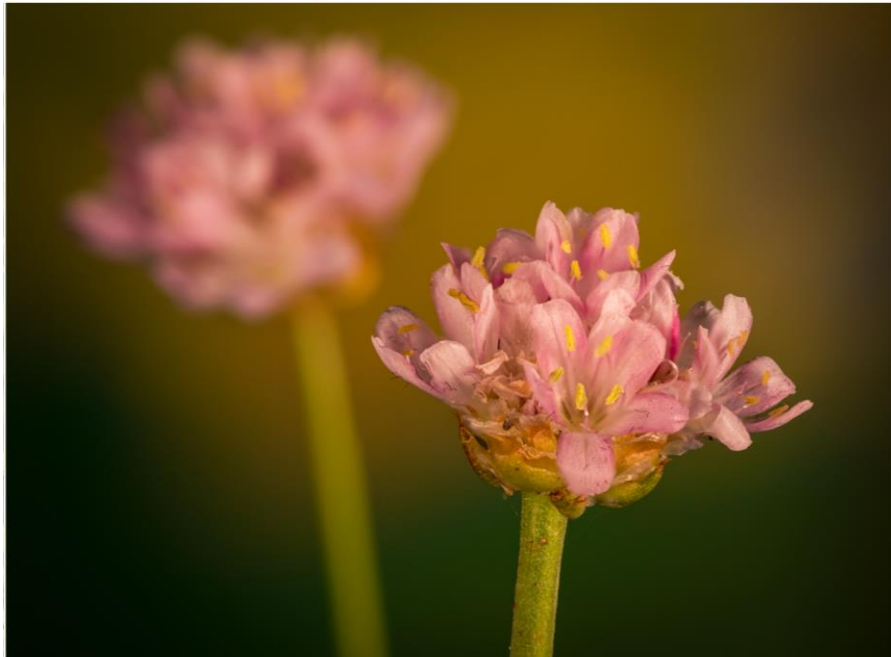
Campo magnético



Ciclo da água

# Serviços de suporte aos ecossistemas

- Sem a geodiversidade haveria muito pouca biodiversidade
- A geodiversidade oferece habitats, formação e renovação de solos, água e nutrientes inorgânicos



*Armeria langei* subsp. *marizzi* (Plumbaginaceae)

Endemismo do Maciço de Morais

Morais Massif endemism

Endemismo del Macizo de Morais





Algar do Pena





Ria Formosa

# Serviços de suporte diretos à sociedade: solo, água, superfície terrestre, subsolo

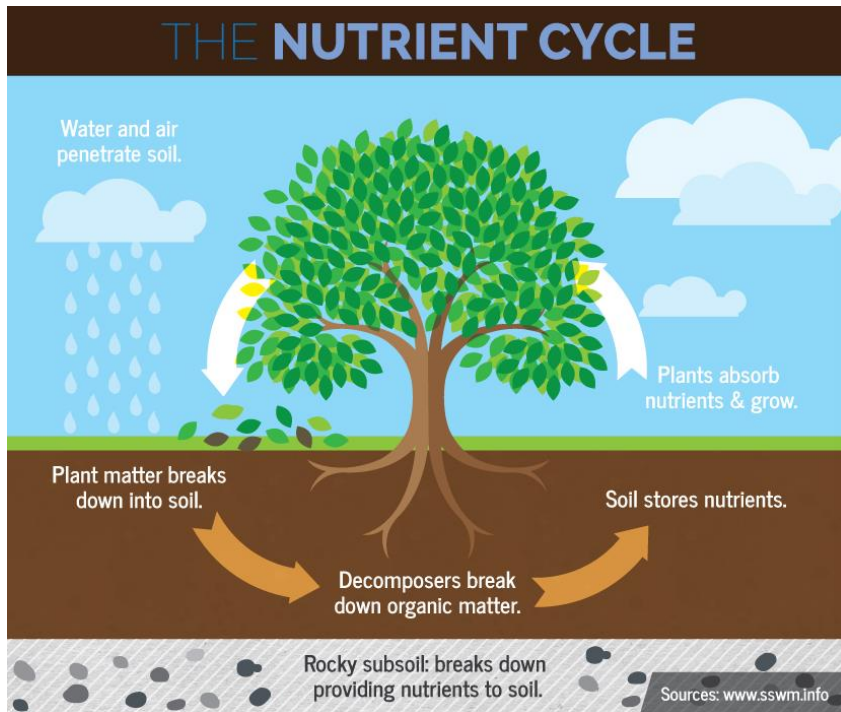


# Serviços de provisionamento

TIPO DE SERVIÇO	DIVISÃO	PROCESSOS	Dimensão do Serviço
<b>APROVISIONAMENTO bens renováveis e não renováveis fornecidos para a vida e sociedade</b>	Nutrientes	Fornecimento de nutrientes inorgânicos aos seres vivos	Geo-Bio
	Alimentação	Água de mesa e mineral	Direto
		Sal	
	Minerais e rochas industriais	Pedra de construção e ornamental	Direto
		Cimento	
		Agregados	
		Refratários	
		Vidro	
	Minerais metálicos	Metais	Direto
		Ligas	
		Baterias	
		Veículos	
		Eletrodomésticos, computadores, telem	
Combustíveis	Petróleo	Direto	
	Gás natural		
	Carvão		
	Urânio		
Água	Fins agrícola, industrial e doméstico	Direto	

# Serviços de provisão: nutrientes, alimentação e água

Contribuição dos nutrientes inorgânicos e da água para os seres vivos e na alimentação



# Serviços de aprovisionamento: nutrientes, alimentação e água

Contributo dos nutrientes inorgânicos e da água para os seres vivos e na alimentação



Salinas Rio Maior, Portugal

# Serviços de provisão

## Minerais e rochas industriais

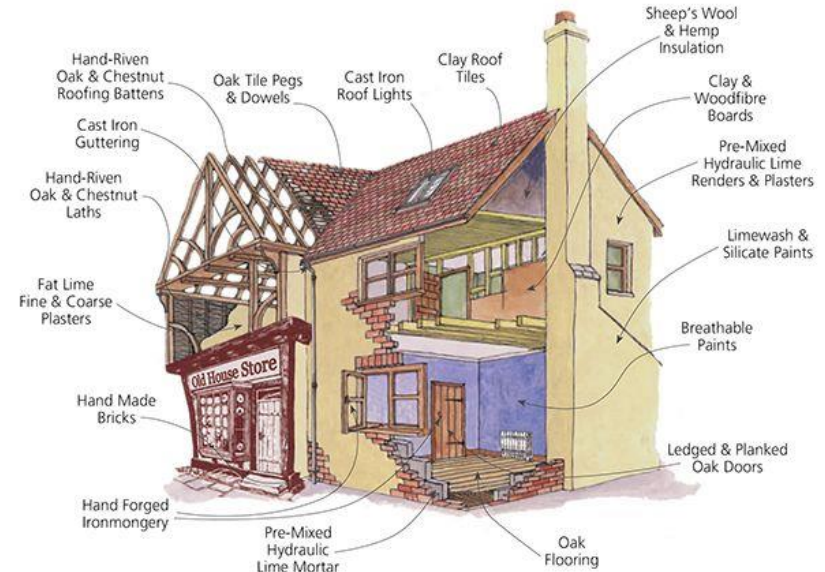
### Matérias-primas

- argila
- granito
- calcário
- areia
- feldspato
- quartzo
- gesso
- fosfatos
- fluorite
- grafite
- magnesite
- enxofre
- talco

...

### Produtos

- pedra de construção
- pedra ornamental
- cimento
- vidro
- cerâmica
- refratários
- papel
- farmacéutica



# Serviços de aprovisionamento

## Minerais metálicos

O mundo moderno depende da energia e dos metais

# ELEMENTS OF A SMARTPHONE

ELEMENTS COLOUR KEY: ● ALKALI METAL ● ALKALINE EARTH METAL ● TRANSITION METAL ● GROUP 13 ● GROUP 14 ● GROUP 15 ● GROUP 16 ● HALOGEN ● LANTHANIDE

## SCREEN



Indium tin oxide is a mixture of indium oxide and tin oxide, used in a transparent film in the screen that conducts electricity. This allows the screen to function as a touch screen.



The glass used on the majority of smartphones is an aluminosilicate glass, composed of a mix of alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and silica (SiO<sub>2</sub>). This glass also contains potassium ions, which help to strengthen it.



A variety of Rare Earth Element compounds are used in small quantities to produce the colours in the smartphone's screen. Some compounds are also used to reduce UV light penetration into the phone.

## BATTERY



The majority of phones use lithium ion batteries, which are composed of lithium cobalt oxide as a positive electrode and graphite (carbon) as the negative electrode. Some batteries use other metals, such as manganese, in place of cobalt. The battery's casing is made of aluminium.

## ELECTRONICS

Copper is used for wiring in the phone, whilst copper, gold and silver are the major metals from which microelectrical components are fashioned. Tantalum is the major component of micro-capacitors.



Nickel is used in the microphone as well as for other electrical connections. Alloys including the elements praseodymium, gadolinium and neodymium are used in the magnets in the speaker and microphone. Neodymium, terbium and dysprosium are used in the vibration unit.



Pure silicon is used to manufacture the chip in the phone. It is oxidised to produce non-conducting regions, then other elements are added in order to allow the chip to conduct electricity.



Tin & lead are used to solder electronics in the phone. Newer lead-free solders use a mix of tin, copper and silver.



## CASING



Magnesium compounds are alloyed to make some phone cases, whilst many are made of plastics. Plastics will also include flame retardant compounds, some of which contain bromine, whilst nickel can be included to reduce electromagnetic interference.

- Applications
- veículos
- pneus
- computadores
- smartphones
- eletrodomésticos
- máquinas indústria

- ...
- ...
- ...
- ...
- ...

**500 000 kg Rocha, Areia, Cascalho**

**2 750 kg Bauxite (Alumínio)**

**8 000 kg Rocha fosfatada**

**5 500 kg Argila**

**18 170 kg Cimento**

**14 300 kg Sal**

**15 000 kg de outros minerais e rochas**



**12 000 kg Minério de Ferro**

**440 kg Cobre**

**377 kg Chumbo**

**232 kg Zinco**

**47 g Ouro**

**275 000 litros Petróleo**

**178 000 m<sup>3</sup> Gás Natural**

**229 000 kg Carvão**

**1 300 000 kg de minerais, metais e combustíveis durante a vida!**

Source: Minerals Education Coalition, U.S. Global Investors



# Serviços de provisionamento: Valor económico



# Serviços de aprovisionamento

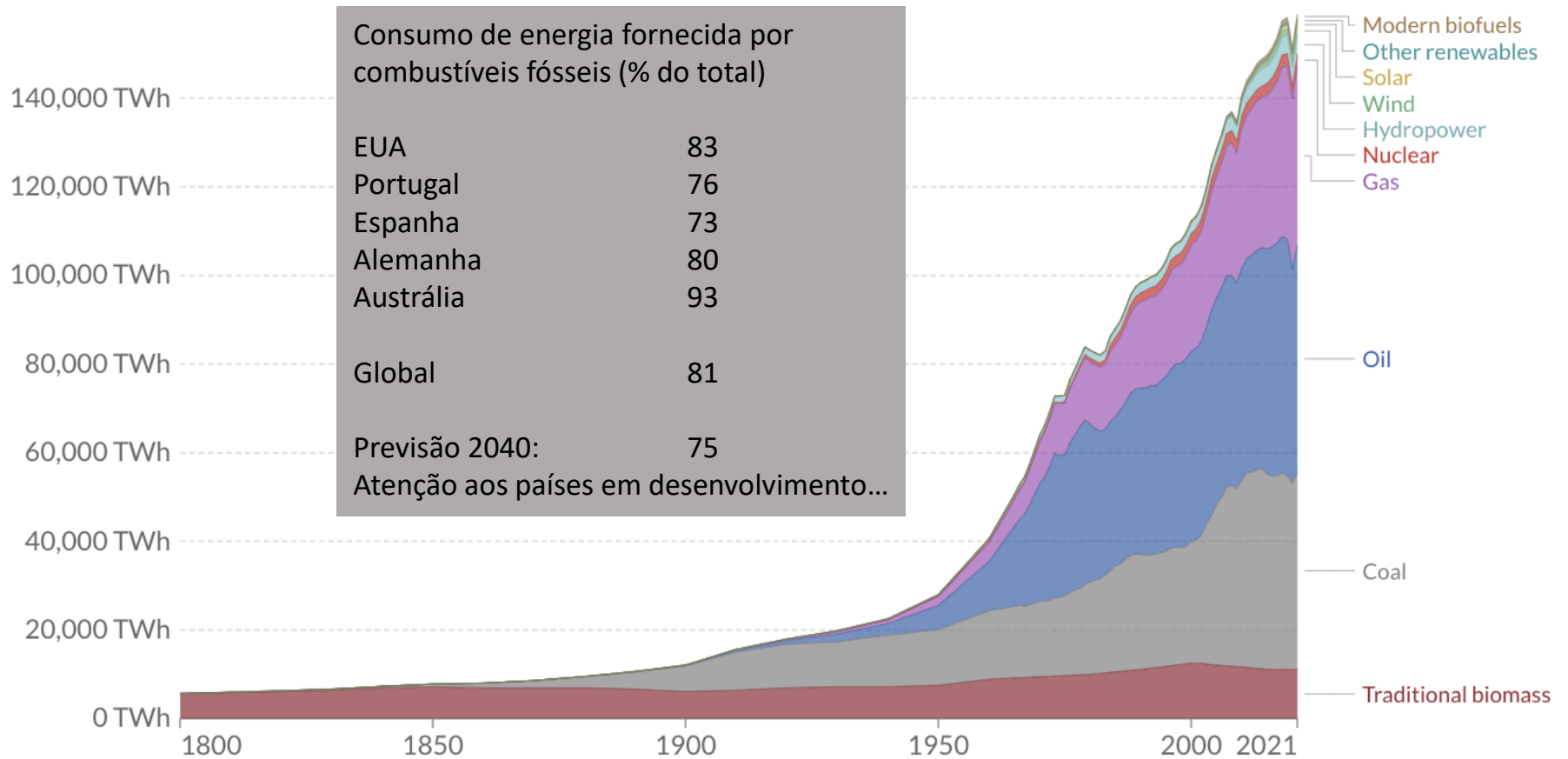
## Combustíveis fósseis

### Global direct primary energy consumption

Direct primary energy consumption does not take account of inefficiencies in fossil fuel production.

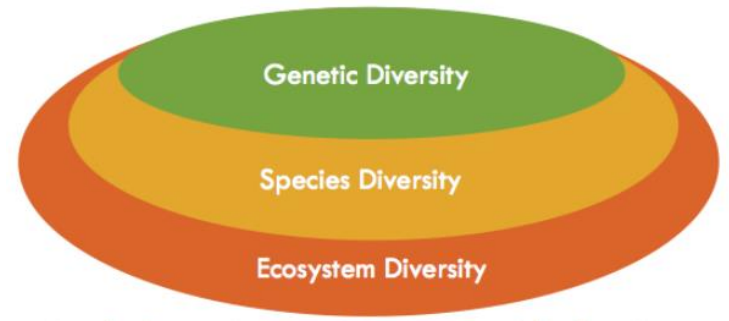


Relative



# Notas finais: a geodiversidade é a base da biodiversidade

Sem geodiversidade haveria pouca biodiversidade: oferece habitat, formação e renovação de solos, água e nutrientes inorgânicos



# Notas finais: o bem-estar baseia-se no uso da geodiversidade

Uma vez obtidas as necessidades básicas de sobrevivência, o desenvolvimento social humano baseia-se na extração de recursos conhecidos como recursos geológicos



# Notas finais: o bem-estar baseia-se no uso da geodiversidade

O bem-estar humano baseia-se maioritariamente na extração de recursos não-renováveis conhecidos como recursos geológicos

- rochas e minerais
- combustíveis fósseis



... com evidentes e inevitáveis impactos ambientais, entre os quais (perda de solo, contaminação da água, mudanças na atmosfera, etc.

# Notas finais: o valor cultural da Geodiversidade

O conhecimento acerca da evolução da Terra, da evolução da vida, dos processos ativos (vulcões, sismos, erosão costeira...) e dos recursos geológicos é obtido estudando as rochas e as formas de relevo em alguns locais que necessitam de medidas de conservação – Geoconservação (património geológico)



Estromatólitos, Stonehammer  
UNESCO Global Geopark,  
Canadá

Obrigado pela vossa atenção

