

Um mote para falar de Ciência: o vale das 7 Fontes



Maria Antónia Forjaz (DMat)

Isabel Correia Neves (DQ)

Mário Almeida (DF)

Isabel Aguiar Pinto Mina (DB)

Jorge Pamplona (DCT)

Objectivos:

- Apresentar um percurso pedestre ao longo do Vale das Sete Fontes em que a observação e a contemplação desse lugar permita interpretar a natureza à luz de vários saberes científicos;
- Observar ativamente diferentes fenómenos que ocorrem revelando-os como fonte de conhecimentos e aprendizagens de cariz multidisciplinar.



Ciência com Vistas
nas 7 Fontes



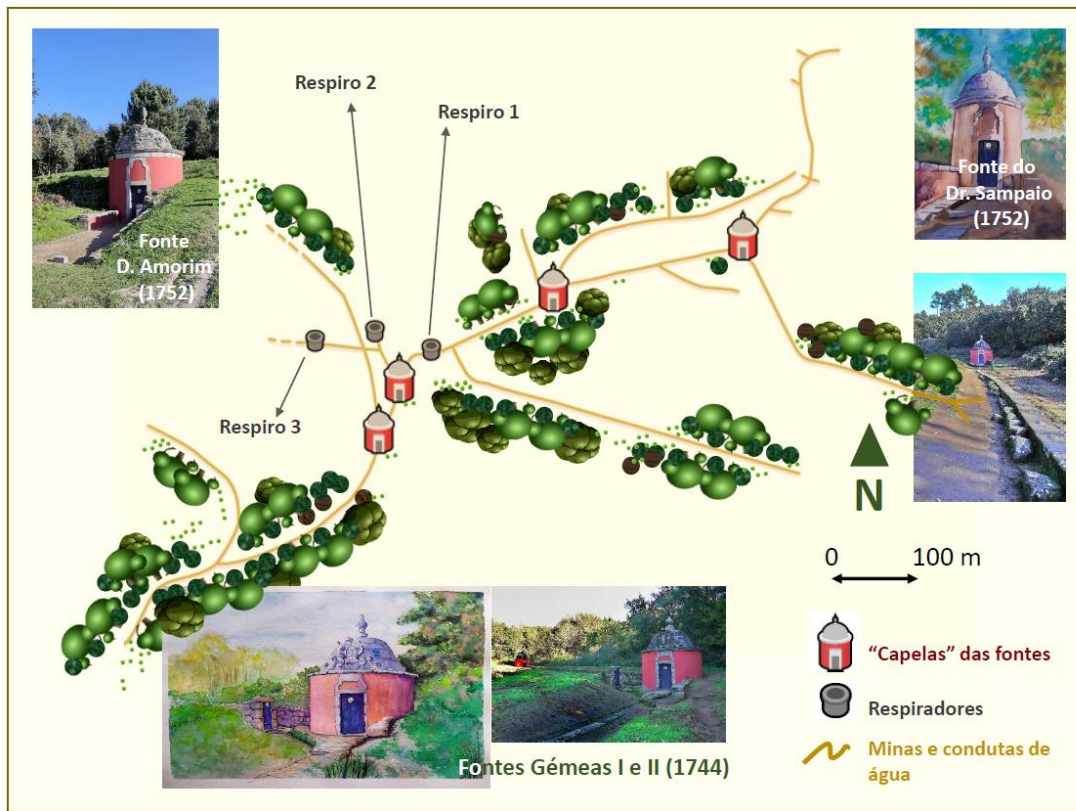
A água é o fio condutor
para as diferentes paragens, demonstrações e observações.



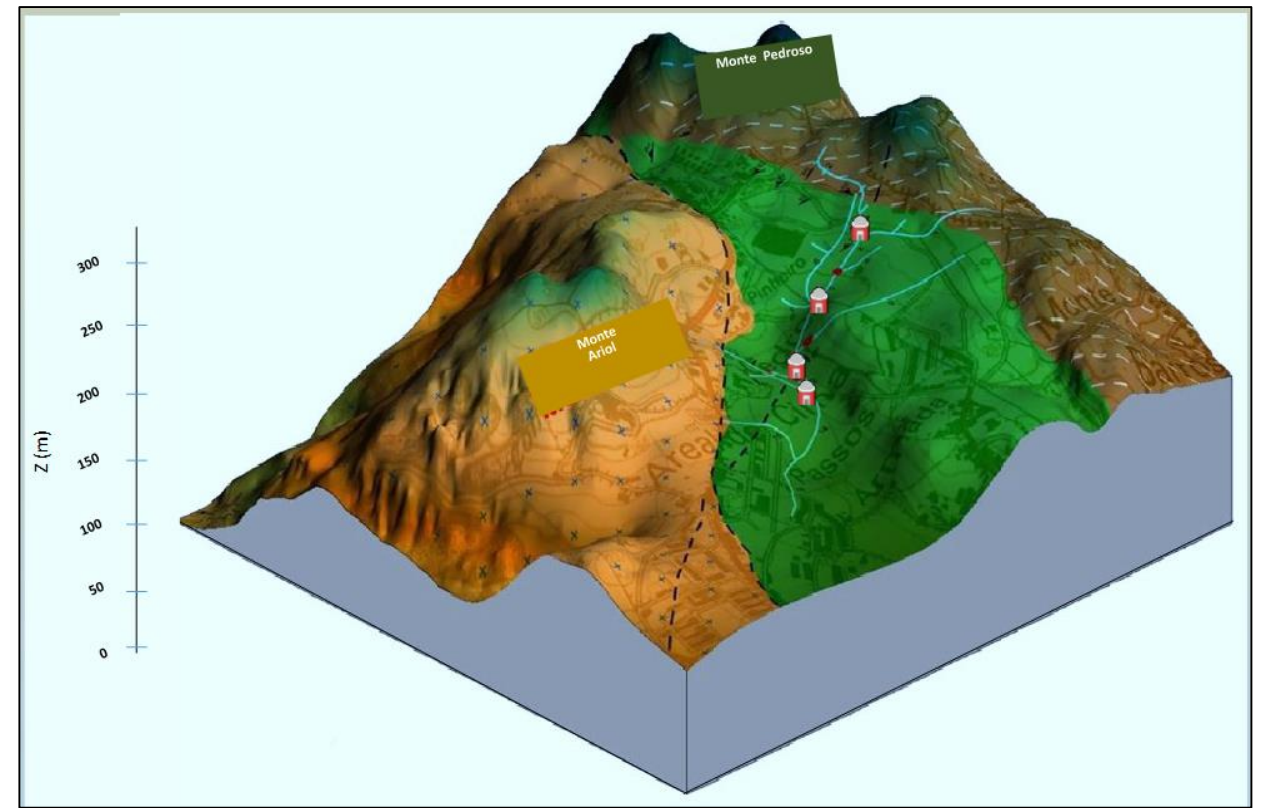
Sistema de abastecimento do Vale das Sete Fontes (século XVIII)

- Aqueduto de pedra e “capela”.
- Exterior e interior duma das “capelas”, com água proveniente de duas galerias, mostrando o sistema de tratamento de água, no que respeita à areação e remoção do ferro e manganês.
- Mina subterrânea que liga as nascentes às “capelas”.

Vale das Sete Fontes e as respectivas “capelas”



Representação a 3D do Vale das Sete Fontes

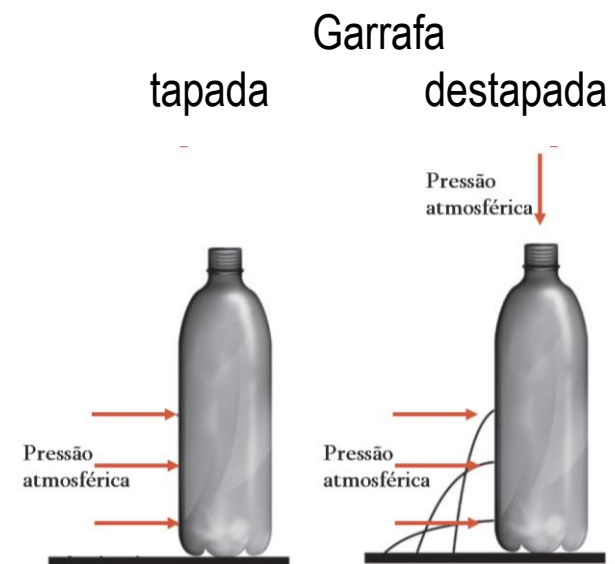


A **geomorfologia** (aplanada a montante – zona de recarga do aquífero) e a **geologia** dos arredores de Braga explicam que as principais fontes de água estejam localizadas a N e a NE da cidade.

As rochas que circundam os vales (granitos a castanho e micaxistos a verde) apresentam muitas fraturas entre elas falhas de maior importância como é o caso da falha que gerou o Vale das 7 Fontes.

Após a sua precipitação, a água infiltra-se nas zonas com pequenas fraturas e rocha mais alterada, emergindo pelas zonas das falhas.

A Física do “respiro”

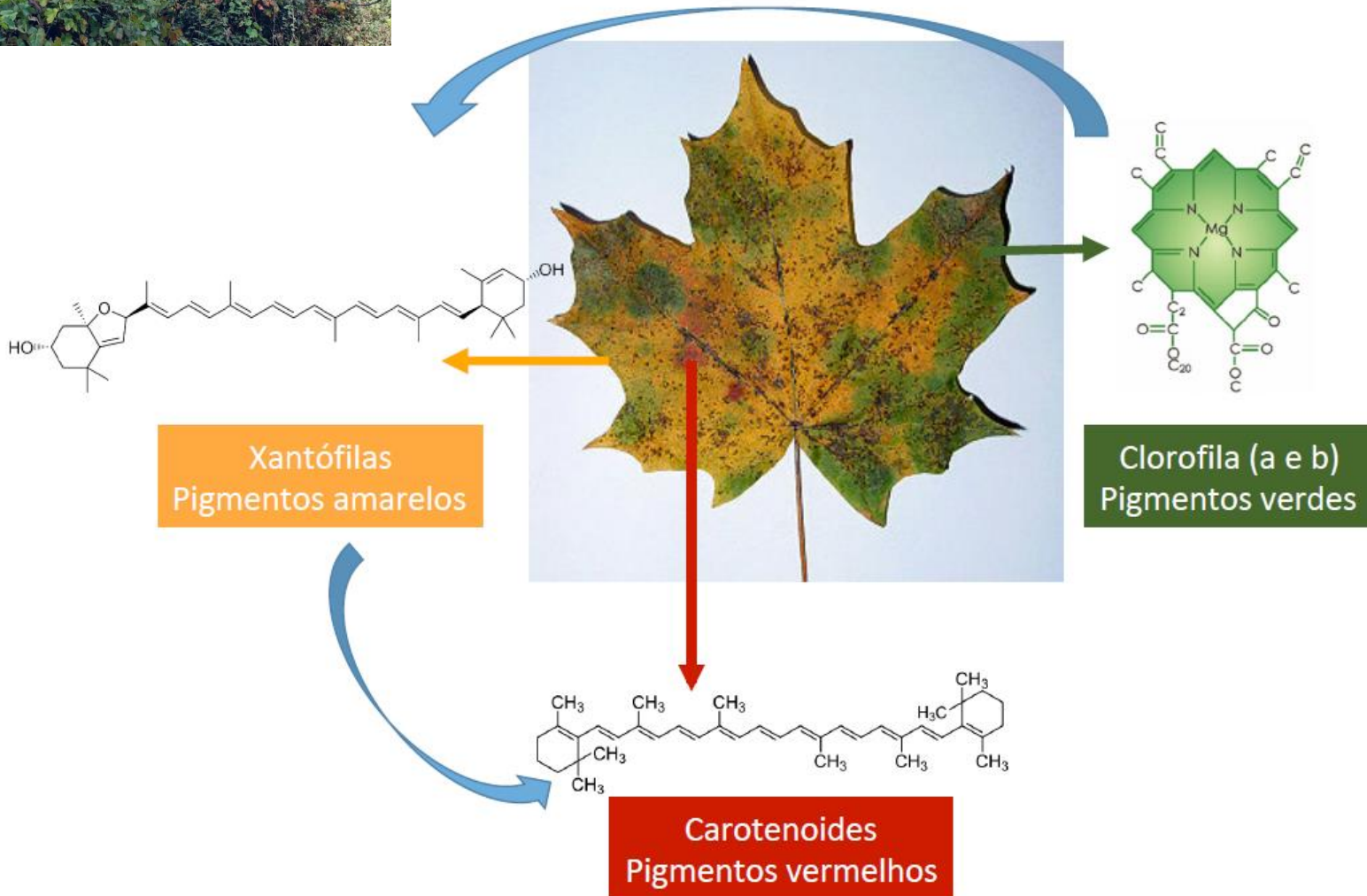




Repleta de espécies vegetais exemplares da flora nacional constituída por árvores (sobreiros, carvalhos, pinheiros) e diferentes tipos de arbustos (e.g. silvas, tojo, funcho), gramíneas, herbáceas em geral e ainda cogumelos e líquenes.



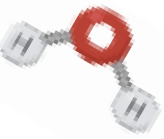
A QUÍMICA DAS CORES DO OUTONO



A redução da luz solar diária ao longo dos dias e a gradual diminuição das temperaturas afeta a **molécula da clorofila** e esta começa a transformar-se noutras moléculas que são responsáveis por outros tons da natureza.

Nestas novas moléculas, o magnésio já não está presente, pois **perdeu a sua estrutura tetraédrica e passamos a ter cadeias longas** de hidratos de carbono com ou sem oxigénio.

Os pigmentos amarelos são devido às **xantófilas** que apresentam cadeias longas de hidratos de carbono com oxigénios. Por sua vez, os pigmentos vermelhos são devidos aos **carotenoides**, que são as cadeias de hidratos de carbono sem oxigénio



Análises hidrogeoquímicas revelam que:

Produtividade e propriedades físico-químicas da água	Mínimo	Máximo	Média
Caudal (m ³ /dia)	271,3	1183,4	547,2
Temperatura (°C)	13,4	16,2	14,5
Condutividade elétrica (μS/cm)	195	45	85,1
pH	5,7	7,4	6,8
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	45,0	150,0	85,0
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	7,0	19,0	10,4
Na (mg/L)	5,8	19,5	10,4
K (mg/L)	0,4	3,0	1,8
Ca (mg/L)	1,1	26,0	3,7
Mg (mg/L)	0,6	4,9	2,8
Cl (mg/L)	4,7	15,7	8,1
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,0	40,3	9,8
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	0,4	16,3	3,8
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	0,9	8,0	2,5

a água é pouco mineralizada (embora ligeiramente acima do fundo regional) com uma condutividade elétrica média total de 85,1 mg/L, sugerindo que são águas meteóricas (águas da chuva);

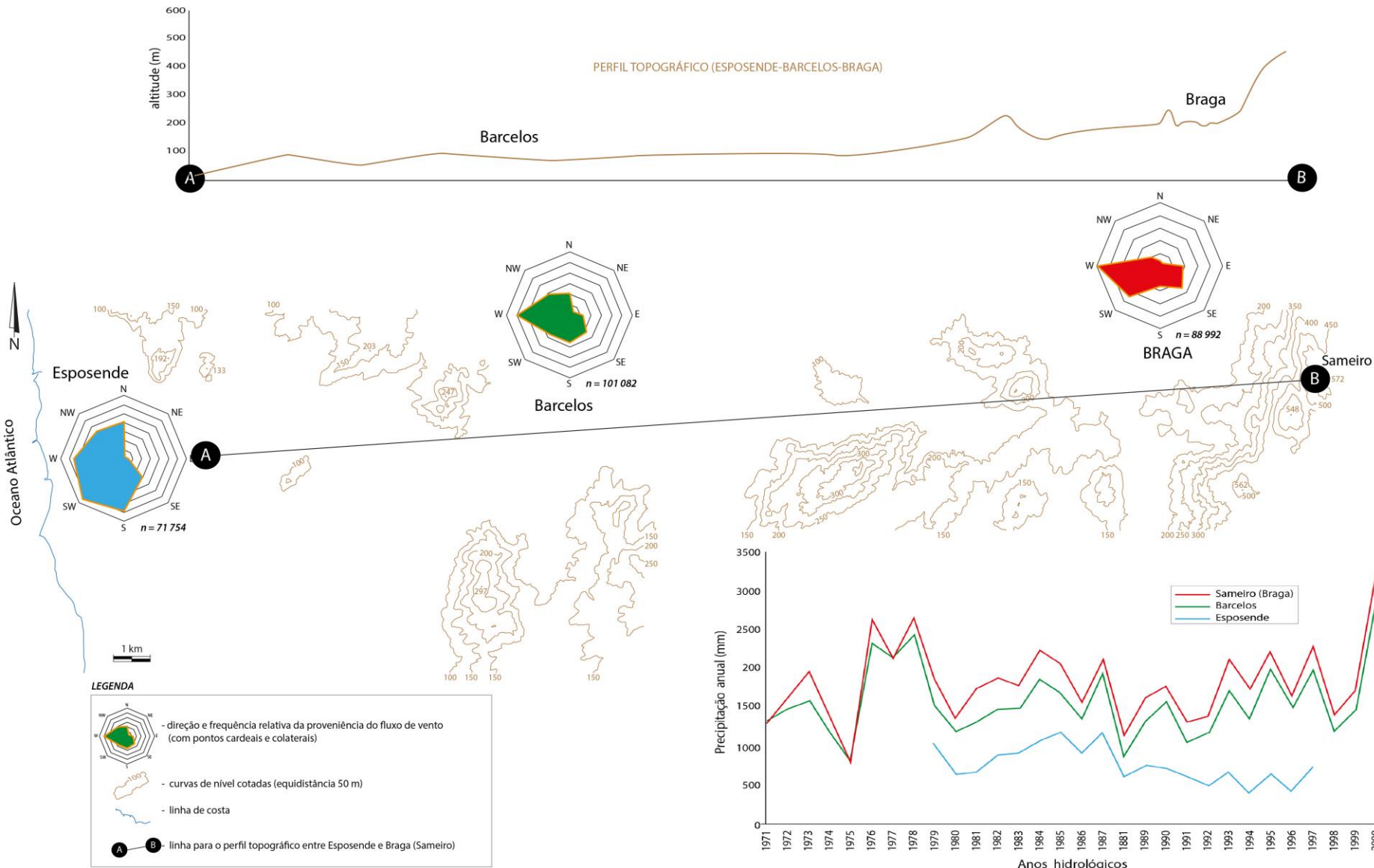
existe alguma interação água-rocha associada a influência marinha é evidenciada pela presença, e.g., magnésio (Mg), sódio (Na) e cloro (Cl);

o contributo da agricultura local e outras fontes de contaminação antrópica, por exemplo, presença de nitratos (NO₃⁻) e sulfatos (SO₄²⁻) tornam esta água um pouco mais mineralizada do que a do fundo regional.

Perfil topográfico, orientação preferencial dos ventos e média anual da precipitação de W para E

Entre Esposende e Braga, a orientação dos vales de origem tectónica e a orografia do território de Oeste (W) para Este (E), sempre com elevação das cotas, concorrem para gerar um mecanismo de condução das massas de ar marítimo, que provoca um **aumento da precipitação média anual de W para E**.

Este mecanismo também é responsável pelo transporte de **aerossóis marinhos** (com cloreto de sódio - NaCl, que constituem núcleos de condensação para a formação de nuvens) com consequências na composição das águas subterrâneas.

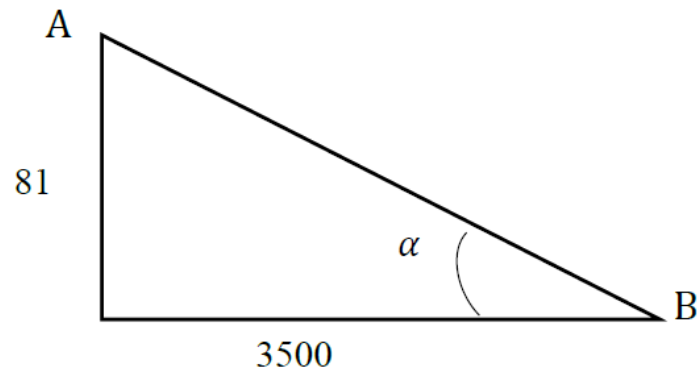


Do Vale das Sete Fontes à “Caixa Geral das Águas”

No Vale das Sete Fontes as nascentes são abundantes e as encostas têm um declive muito favorável ao transporte da água por gravidade até à “Caixa Geral das Águas”, que armazenava e distribuía a água pela cidade.

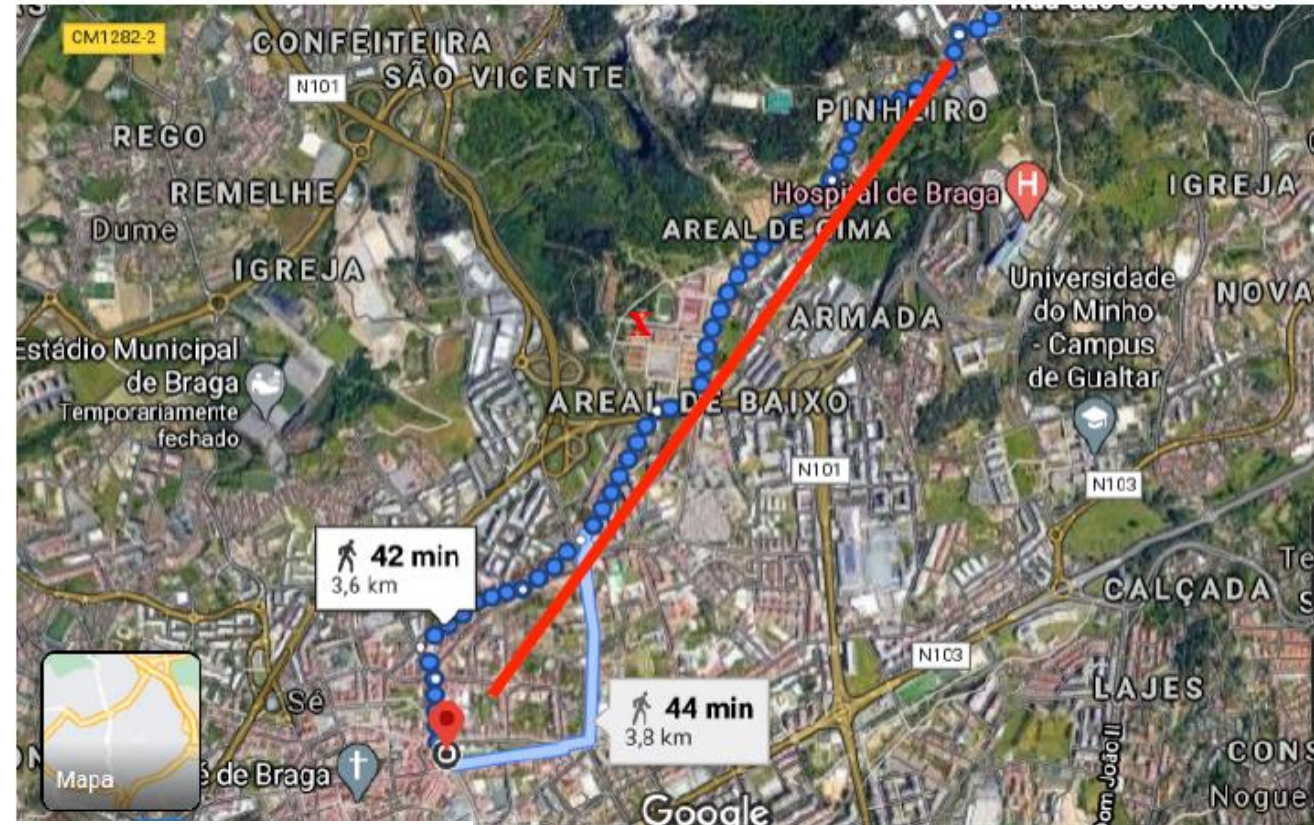
Dados:

- Altitude média da principal nascente de água - 275 m (ponto A)
- Altitude da “Caixa Geral das Águas”: 194 m (ponto B)
- Distância horizontal entre os dois pontos: 3500 m
- Distância vertical entre os dois pontos: 81 m



$$\text{declive} = \frac{81}{3500} \times 100 = 2,31\%$$

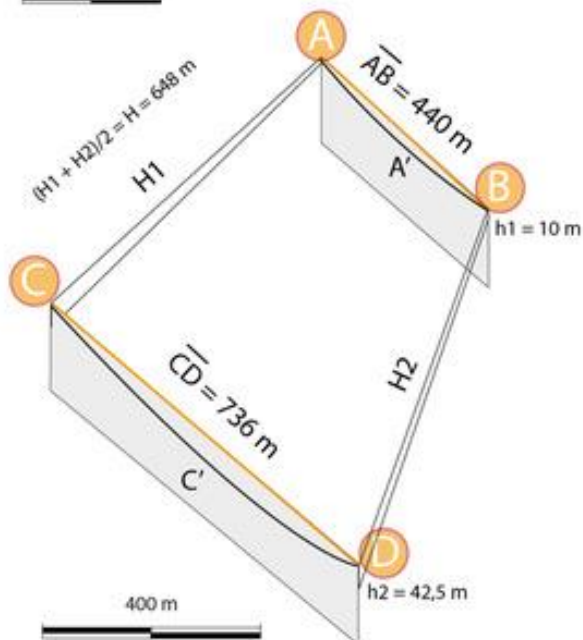
(por cada 100 m percorridos na horizontal desce-se em cota 2,31 m)



Recorrendo à Trigonometria:

$$\text{tg } \alpha = \frac{81}{3500} = 0,0231 \text{ donde } \alpha = \text{arctg}(0,0231) = 1,3^\circ$$

(a inclinação da vertente com a horizontal faz um ângulo de 1,3°)



Método Geométrico

A partir da carta topográfica definem-se perfis (secções verticais) unindo os pontos A e B, C e D, os quais permitem definir as bases de 2 prismas triangulares:

- Prima 1: de base o triângulo [AA'B] e altura $H = 648$ m;
- Prima 2: de base o triângulo [CC'D] e altura $H = 648$ m.
- **Volume do prisma 1** (de base [AB]):
dado que o triângulo equilátero [AA'B] tem altura $h_1 = 10$ m e comprimento $\overline{AB} = 440$ m,

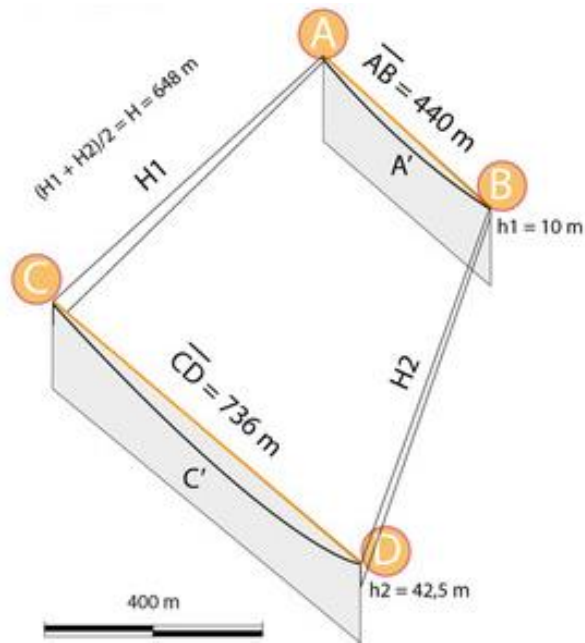
$$V_1 = \frac{440 \times 10}{2} \times 648 = 1\,425\,600 \text{ m}^3$$

- **Volume do prisma 2** (de base [CD]):
dado que o triângulo equilátero [CC'D] tem altura $h_2 = 42,5$ m e comprimento $\overline{AB} = 736$ m,

$$V_2 = \frac{736 \times 42,5}{2} \times 648 = 10\,134\,720 \text{ m}^3$$

O valor médio dos volumes: $V_{12} = \frac{1\,425\,600 + 10\,134\,720}{2} = 5\,780\,160 \text{ m}^3$.

Método Analítico



A partir da carta topográfica definindo os perfis (secções verticais) e os pontos A e B, C e D:

- A_1 : região delimitada pela **parábola P_1 que passa nos pontos A, A' e B** e o retângulo definido pelos pontos A e B.
- A_2 : região delimitada pela **parábola P_2 que passa nos pontos C, C' e D** e o retângulo definido pelos pontos C e D.

Usando a definição de polinómio interpolador de grau dois em três pontos obtemos:

$$P_1(x) = \frac{1}{4840} x^2 \quad \text{e} \quad P_2(x) = \frac{42,5}{368^2} x^2$$

- **Área A_1** : diferença entre a área do retângulo com comprimento 440 m e altura 10 m, e a área da região compreendida entre a base deste retângulo e a parábola P_1 :

$$A_1 = 440 \times 10 - 2 \int_0^{220 = \frac{400}{2}} P_1(x) dx = 2933 \text{ m}^2$$

- **Área A_2** : diferença entre a área do retângulo com comprimento 736 m e altura 42,5 m, e a área da região compreendida entre a base deste retângulo e a parábola P_2 :

$$A_2 = 736 \times 42,5 - 2 \int_0^{\frac{736}{2}} P_2(x) dx = 20853 \text{ m}^2$$

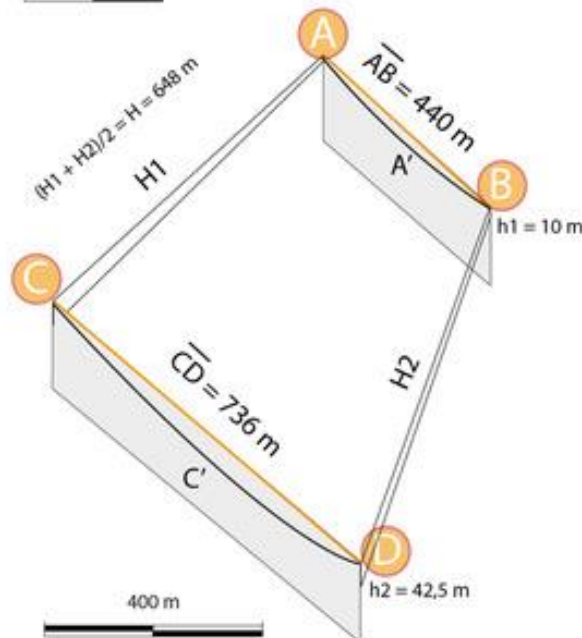
Volumes \widehat{V}_1 e \widehat{V}_2 (aproximações):

$$\widehat{V}_1 = \text{área } A_1 \times 648 = 2933 \times 648 = 1900584 \text{ m}^3$$

$$\widehat{V}_2 = \text{área } A_2 \times 648 = 20824,94 \times 648 = 13512744 \text{ m}^3$$

O valor médio dos volumes: $\widehat{V}_{12} = \frac{\widehat{V}_1 + \widehat{V}_2}{2} = 7706664 \text{ m}^3.$

Volume do Vale



Método Geométrico

O valor médio dos volumes: $V_{12} = \frac{1\,425\,600 + 10\,134\,720}{2} = 5\,780\,160\,m^3$.

(aproximação por defeito)

Método Analítico

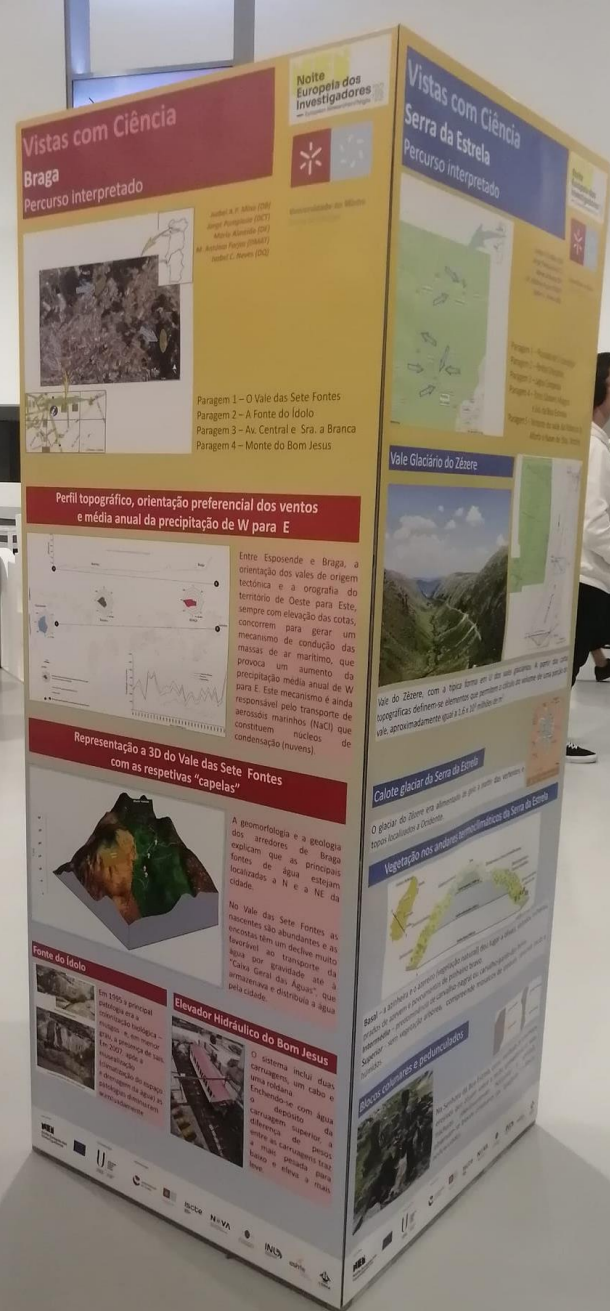
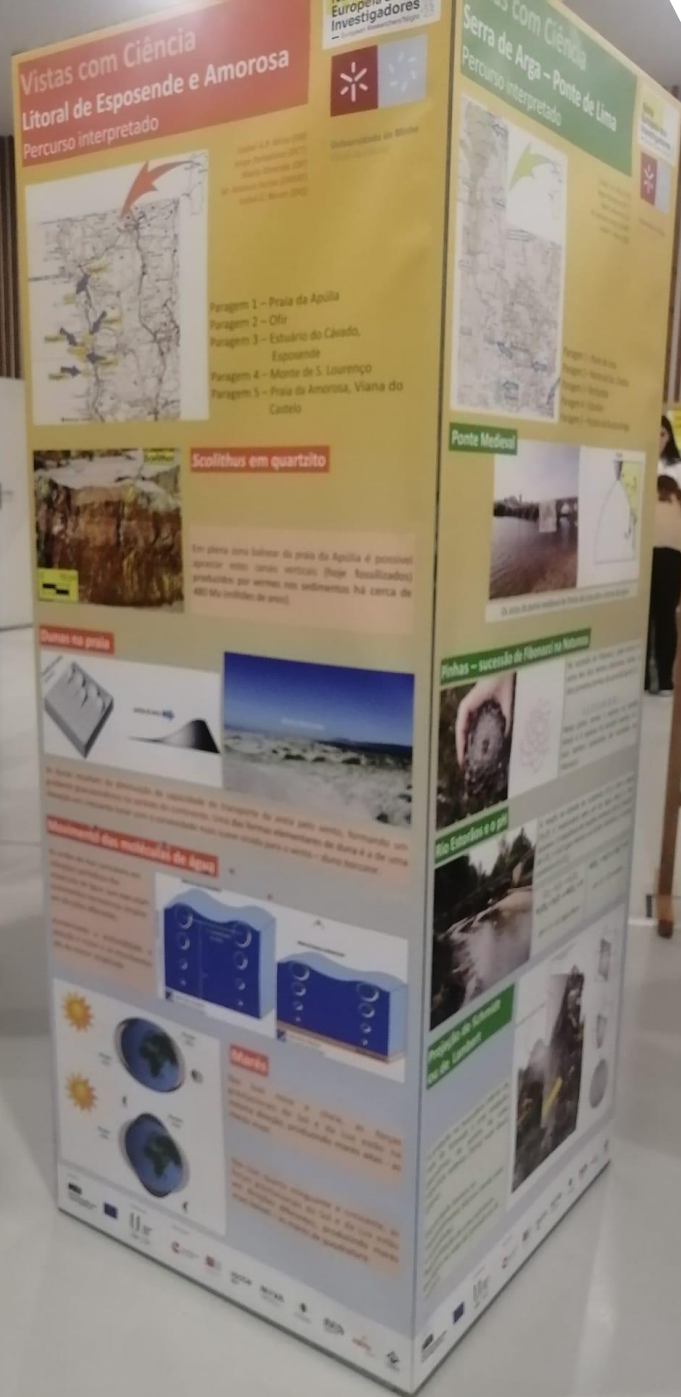
O valor médio dos volumes: $\widehat{V}_{12} = \frac{\widehat{V}_1 + \widehat{V}_2}{2} = 7\,706\,664\,m^3$.

(aproximação por excesso)

- **Uma falha** provocou a formação do vale perdendo-se (*de forma simplista*) esta quantidade de rocha;
- A consideração de **mais perfis** permitia obter uma melhor aproximação para a perda de volume;
- Devem perde-se cerca de 1 000 toneladas por ano.

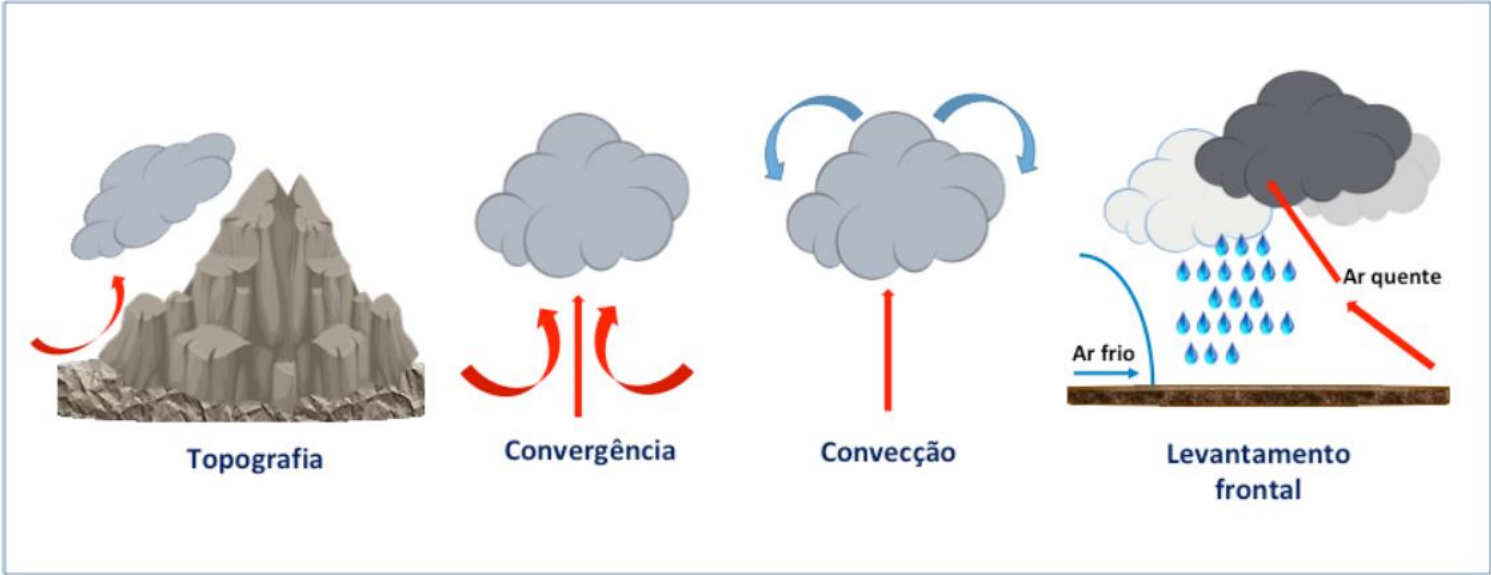
Obrigada

- 1 | Litoral de Esposende e da Amorosa: o crepúsculo nas dunas
- 2 | Ponte de Lima e Serra de Arga: dos rios às encostas
- 3 | Braga: entre a cidade e as serras
- 4 | Serra da Estrela: do vale às cumieiras

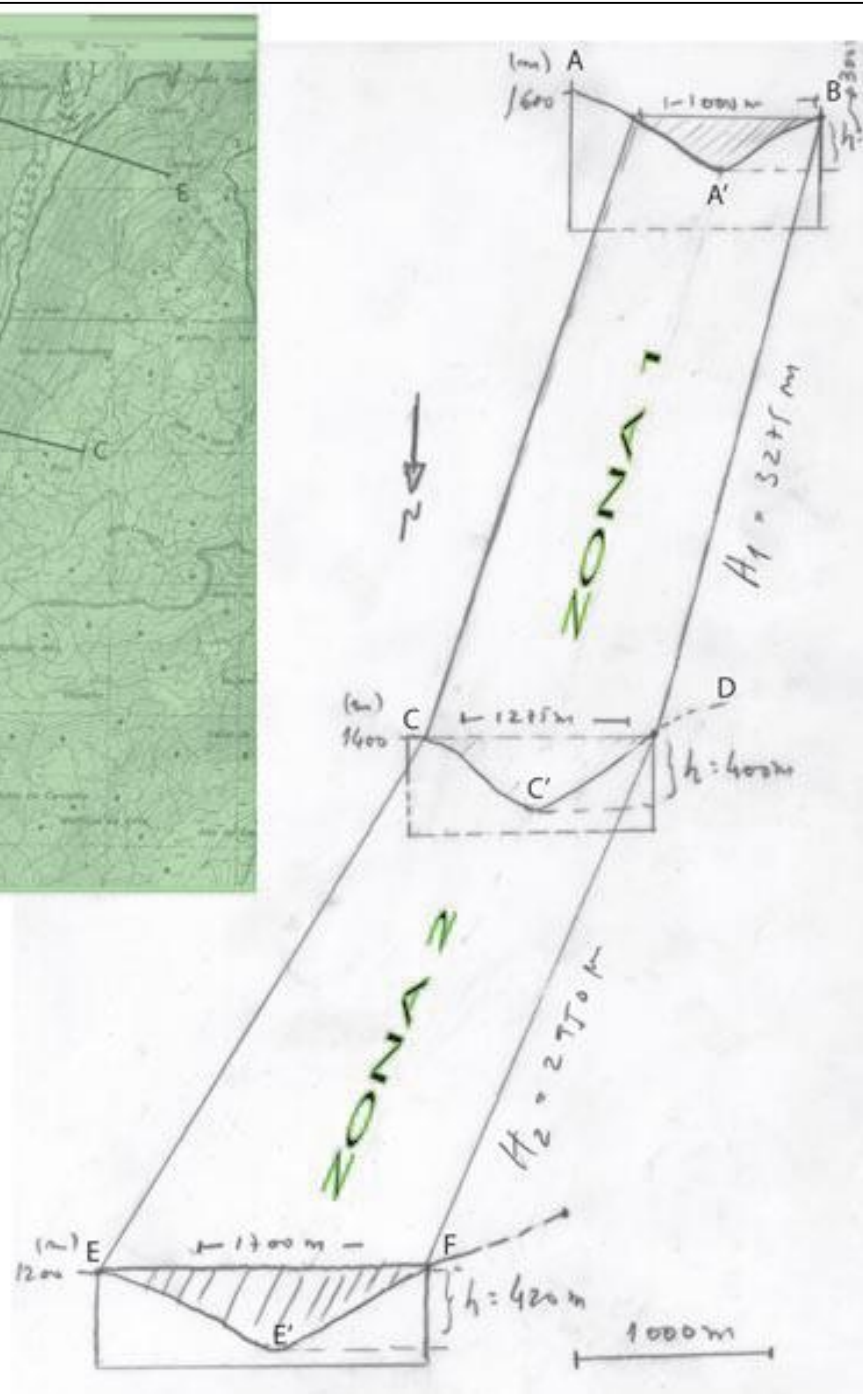




“Raposos”



Elementos para o cálculo do volume de uma porção do **Vale do Zêzere**, Serra da Estrela, zona provável de passagem do glaciar.



Método Geométrico

Volume Vale: $V_{12} = 1\,565\,887\,500\,m^3$.

(aproximação por defeito)

Método Analítico

Volume Vale: $\widehat{V}_{12} = \frac{\widehat{V}_1 + \widehat{V}_2}{2} = 2\,087\,850\,000\,m^3$.

(aproximação por excesso)

Como termo de comparação:

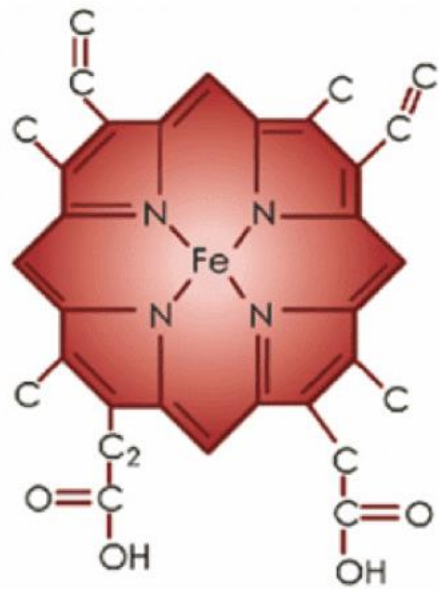
- volume calculado do glaciar do Zêzere: **$1,6 \times 10^3$ milhões de m^3** ,
- consumo de água estimado em Portugal Continental, no ano de 2022: **$8,2 \times 10^3$ milhões de m^3** , ou seja quase 5 vezes superior.

Braga tem um clima do tipo CsB – “clima temperado com Verão seco e suave em quase todas as regiões a Norte do sistema montanhoso Montejunto-Estrela e nas regiões do litoral oeste do Alentejo e Algarve” (WMO, 2011).

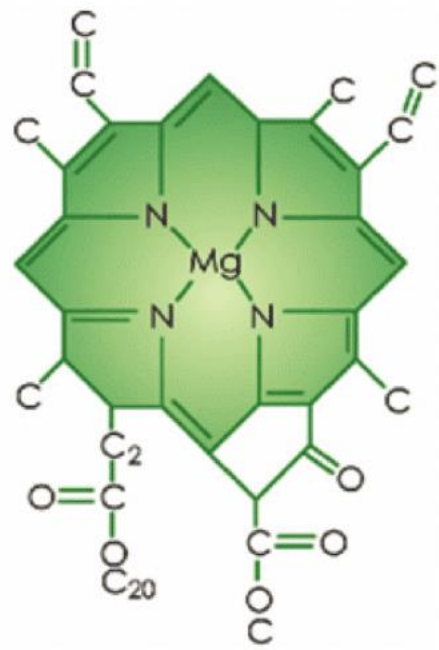
A temperatura e a precipitação são influenciadas pela existência de cadeias montanhosas - as temperaturas mais baixas ocorrem nas áreas com as cotas altimétricas mais elevadas. A temperatura média anual é de 14,5 °C. A abundância de recursos hídricos deve-se à elevada precipitação (média anual de 1674 mm), estando a evapotranspiração calculada entre 618 e 640 mm por ano (Costa, 2012).

E por falar em clima, temperatura e precipitação vem, naturalmente, e também a propósito, falar-se de ventos e da popular expressão de que esta cidade é o “penico do céu”. Para entendermos este fenómeno consideram-se três fatores: a orientação dos ventos dominantes, a precipitação e a orografia.

Entre Esposende e Braga, a orientação dos vales de origem tectónica e a orografia do território de Oeste (W) para Este (E), sempre com elevação das cotas, concorrem para gerar um mecanismo de condução das massas de ar marítimo, que provoca um aumento da precipitação média anual de W para E (Figura 3.2). Este mecanismo também é responsável pelo transporte de aerossóis marinhos (com cloreto de sódio - NaCl, que constituem núcleos de condensação para a formação de nuvens) com consequências na composição das águas subterrâneas.



Hemoglobina

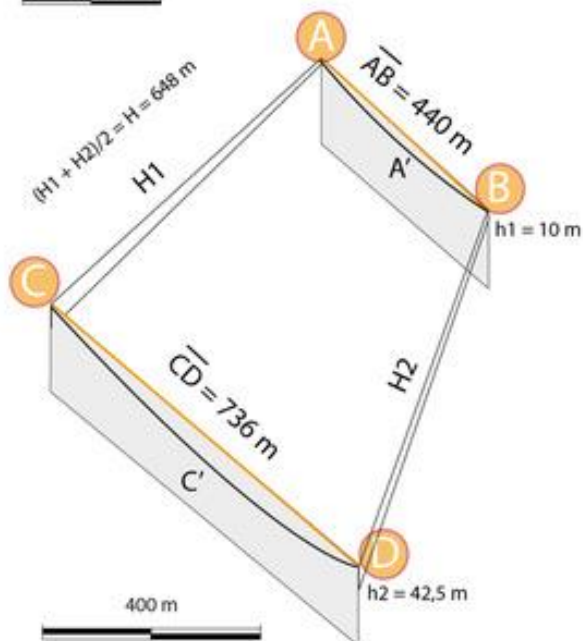


Clorofila

Um mote para falar de Ciência: o vale das 7 Fontes

Maria Antónia Forjaz (DMat)
Mário Almeida (DF)
Jorge Pamplona (DCT)

Isabel Correia Neves (DQ)
Isabel Aguiar Pinto Mina (DB)



Método Analítico

A partir da carta topográfica definindo os perfis (secções verticais) e os pontos A e B , C e D:

- A_1 : região delimitada pela parábola P_1 que passa nos pontos A, A' e B e pelo segmento de reta que une os pontos A e B.
- A_2 : região delimitada pela parábola P_2 que passa nos pontos C, C' e D e pelo segmento de reta que une os pontos C e D.

Usando a definição de polinómio interpolador de grau dois em três pontos obtemos:

$$P_1(x) = \frac{1}{48\,400} x^2 \quad \text{e} \quad P_2(x) = \frac{34}{108\,045} x^2$$

Área A1: diferença entre a área do retângulo com comprimento 4400 m e altura 10 m, e a área da região compreendida entre a base deste retângulo e a parábola P_1

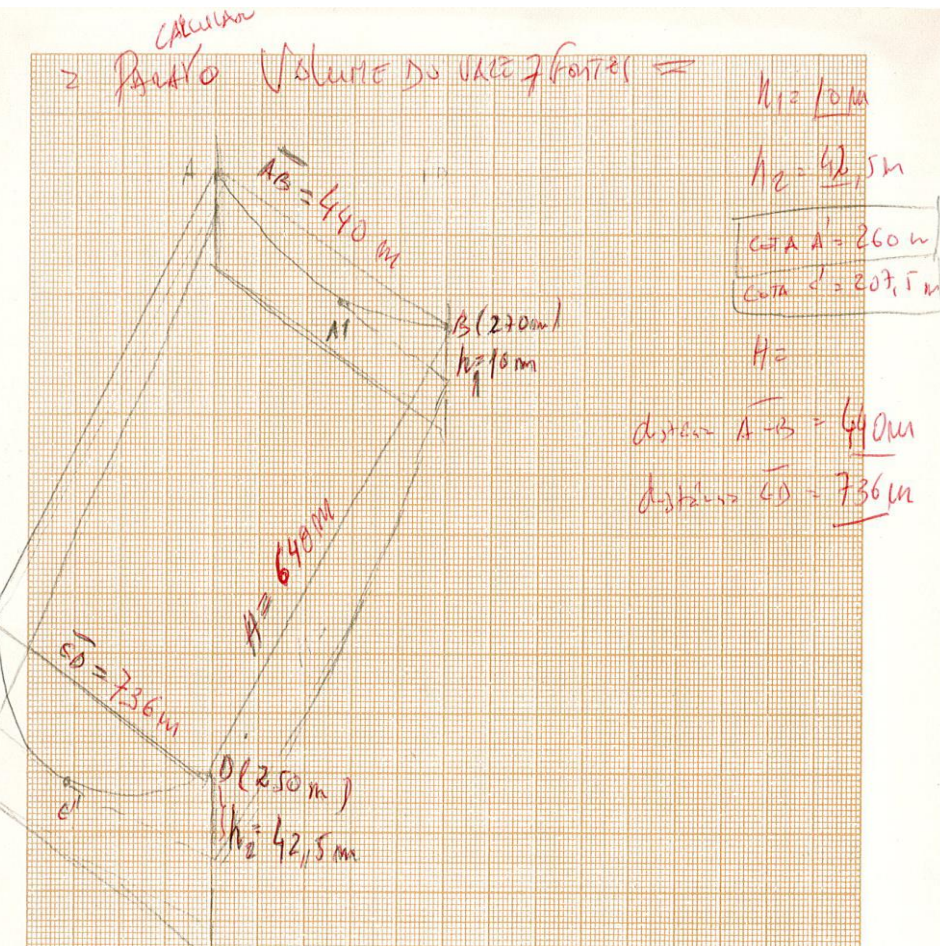
$$A_1 = 440 \times 10 - 2 \int_0^{220 = \frac{400}{2}} P_1(x) dx = 2\,933 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 440 \times 10 - 2 \int_0^{220 = \frac{400}{2}} P_2(x) dx = 2\,933 \text{ m}^2$$

O valor médio dos volumes: $V_{12} = \frac{1\,425\,600 + 10\,134\,720}{2} = 5\,780\,160 \text{ m}^3$.

Volume do Vale

Método Geométrico



A partir da carta topográfica definindo os perfis (secções verticais) e os pontos A e B , C e D:

- A_1 : região delimitada pela parábola P_1 que passa nos pontos A, A' e B e pelo segmento de reta que une os pontos A e B.
- A_2 : região delimitada pela parábola P_2 que passa nos pontos A, A' e B e pelo segmento de reta que une os pontos A e B.

- **Volume do prisma 1** (de base [AB]):
dado que o triângulo equilátero [AA'B] tem altura $h_1 = 10\text{ m}$ e comprimento $\overline{AB} = 440\text{ m}$,

$$V_1 = \frac{440 \times 10}{2} \times 648 = 1\,425\,600\text{ m}^3$$

- **Volume do prisma 2** (de base [CD]):
dado que o triângulo equilátero [CC'D] tem altura $h_2 = 10\text{ m}$ e comprimento $\overline{AB} = 736\text{ m}$,

$$V_2 = \frac{736 \times 42,5}{2} \times 648 = 10\,134\,720\text{ m}^3$$

O valor médio dos volumes: $V_{12} = \frac{1\,425\,600 + 10\,134\,720}{2} = 5\,780\,160\text{ m}^3$.