

AL Sísmica — Determinação gráfica do epicentro de sismos

10.º Ano Biologia e Geologia 3 páginas Atividade laboratorial

Objetivo: Determinar graficamente a localização do epicentro de um sismo a partir de sismogramas simplificados de três estações sísmicas, convertendo intervalos P–S em distâncias e usando a interseção de circunferências (triangulação).

Material

Material	Função
Papel milimetrado ou folha A4 com malha	construir a escala e o mapa das estações
Régua de 30 cm	medir distâncias no mapa
Compasso	traçar as circunferências de distância
Lápis fino, borracha	traçado e correção
Sismogramas simplificados (3 estações)	medir o intervalo entre as chegadas de P e S
Calculadora	conversões e verificação

Normas de segurança e de trabalho

- Manusear o compasso com cuidado (ponta aguda); nunca o girar com força sobre a folha.
- Construir a escala com traço fino e conferi-la antes de qualquer medição.
- Ler as escalas à altura dos olhos, evitando o erro de paralaxe; não mover a folha entre medições.
- Identificar sempre os traços (estação, raio, interseção) para permitir a verificação por outro colega.

Procedimento

1. Da escala **1 cm = 100 km**, deduza a relação entre o intervalo P–S e a distância: como a escala temporal do enunciado dá **1 s ↔ 10 km**, tem-se $d = \Delta t_{P-S} \times 10 \text{ km/s}$.
2. Marque no mapa as coordenadas das três estações: **A (0; 0)**, **B (300; 1100)** e **C (900; 400)** — em km, com a origem no canto inferior esquerdo da malha.
3. Leia nos sismogramas o intervalo P–S de cada estação (Tabela 1) e converta em distância.
4. Trace, centrado em **A**, a circunferência de raio igual à distância calculada.
5. Repita para **B** e **C**, com os raios convertidos para cm (1 cm = 100 km).
6. Marque os pontos de interseção das circunferências. Se forem dois, use a terceira estação para eliminar o falso ponto.
7. Assinale o **epicentro** e leia as suas coordenadas no mapa (Tabela 2).
8. Verifique: meça com a régua a distância de cada estação ao ponto obtido e confirme os valores da Tabela 1.

Registo de dados

Sismogramas simplificados — intervalo entre a chegada das P e das S (o método das 3 estações do mesmo sismo):

Tabela 1 — Intervalos P-S e distâncias

Estação	Coordenadas (km)	Δt_{P-S} (s)	$d = \Delta t \times 10$ (km)	Raio no mapa (cm)
A	(0; 0)	50		
B	(300; 1100)	70		
C	(900; 400)	60		

Tabela 2 — Epicentro obtido

Ponto	x (km)	y (km)	Nota
Interseção A n C (1.º)			candidato
Interseção A n C (2.º)			candidato
Epicentro (após B)			único ponto comum às três

Tratamento de resultados

(a) Conversão das distâncias — regra $d = \Delta t \times 10$ km/s:

$A: d = 50 \times 10 = 500 \text{ km} \cdot B: d = 70 \times 10 = 700 \text{ km} \cdot C: d = 60 \times 10 = 600 \text{ km}$

(b) Raios no mapa — escala 1 cm = 100 km:

$A: 500/100 = 5,0 \text{ cm} \cdot B: 700/100 = 7,0 \text{ cm} \cdot C: 600/100 = 6,0 \text{ cm}$

(c) Interseção — as circunferências de A e C intersectam-se em dois pontos; a de B só passa por um deles:

$ponto\ comum\ às\ três: (300; 400) \text{ km} = epicentro$

(d) Verificação por medição direta — distâncias do epicentro (300; 400) às estações:

Percurso	Cálculo	d esperada	d medida
A → E	$\sqrt{(300^2 + 400^2)} = \sqrt{250000}$	500 km	
B → E	vertical: $1100 - 400$	700 km	
C → E	horizontal: $900 - 300$	600 km	

As três verificam-se exatamente — o par 300-400-500 é a terna pitagórica (3, 4, 5) × 100 km.



Análise e conclusão

1. Porque é que **duas estações** não permitem fixar o epicentro, mesmo com os círculos corretos? O que a terceira estação acrescenta?
2. Justifique por que razão o método usa o intervalo **P-S** e não a chegada isolada das ondas P.
3. Se a estação A registasse $\Delta t_{P-S} = 70$ s, que distância teria e como mudaria o mapa? O epicentro original continuaria válido?
4. Um colega construiu a escala com $1 \text{ cm} = 200 \text{ km}$ mas aplicou $d = \Delta t \times 10$ aos raios em cm. Que erro cometeu e qual o efeito na posição do epicentro?
5. As três distâncias de verificação coincidiram exatamente. Que fatores reais impediriam esta coincidência perfeita numa rede sísmica verdadeira? (sugestão: erros de leitura, modelos de velocidade, espaçamento das estações)
6. Relacione o método com a prevenção: porque é que localizar rapidamente o epicentro é o primeiro passo para estimar a área afetada e acionar a resposta?

Conclusão-chave: com um sismograma isola-se o tempo; com **três** isola-se o lugar. O método de triangulação converte o intervalo P-S em distância ($d = \Delta t \times 10 \text{ km/s}$ nesta escala), desenha uma circunferência por estação e lê a interseção das três — quanto mais estações, menor a área de incerteza e mais fiável o ponto.

Nota: a conversão $\Delta t \rightarrow$ distância usada aqui simplifica a curva de tempos de percurso real (a velocidade das ondas varia com a profundidade); numa rede sísmica verdadeira a conversão é feita por tabelas computacionais e o epicentro resulta de dezenas de estações. A lógica — tempo, distância, interseção — é a mesma.