

Princípios do Método de Refração Sísmica - Camada única

O método de Refração Sísmica usa as ondas refratadas criticamente em interfaces com contraste de velocidade. As distâncias de registro são maiores do que as profundidades de investigação.

A Fig. 1 mostra o caso mais simples de uma camada de velocidade V_1 sob um semi-espaço de velocidade V_2 .

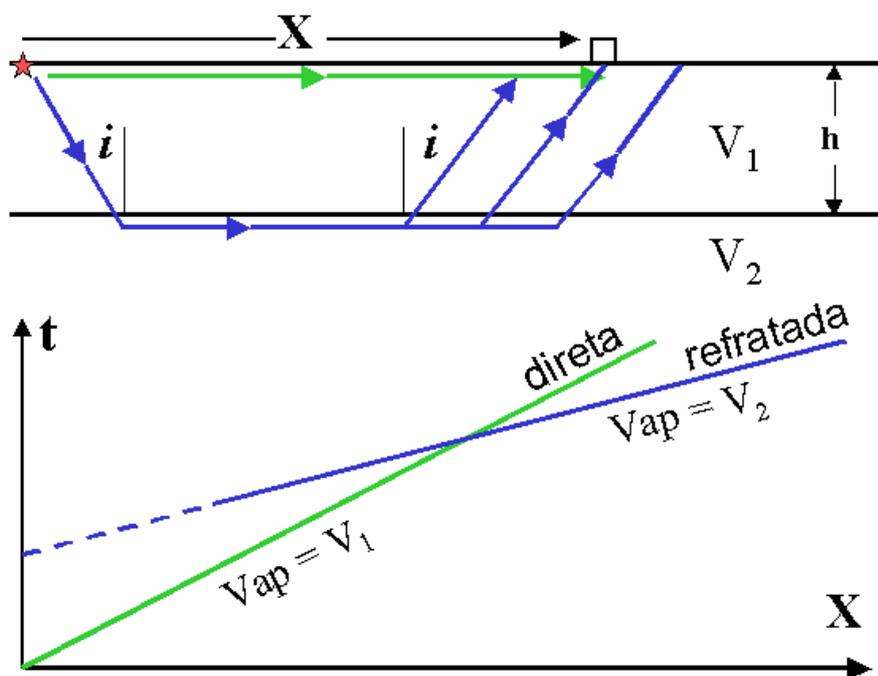


Fig. 1. a) camada de espessura h e velocidade V_1 sob semi-espaço de velocidade V_2 . A onda direta faz um percurso junto à superfície. A onda refratada com ângulo crítico i , viaja pelo semi-espaço junto à interface e, pelo princípio de Huygens, vai gerando ondas que refratam de volta à camada de cima. b)

Exercícios

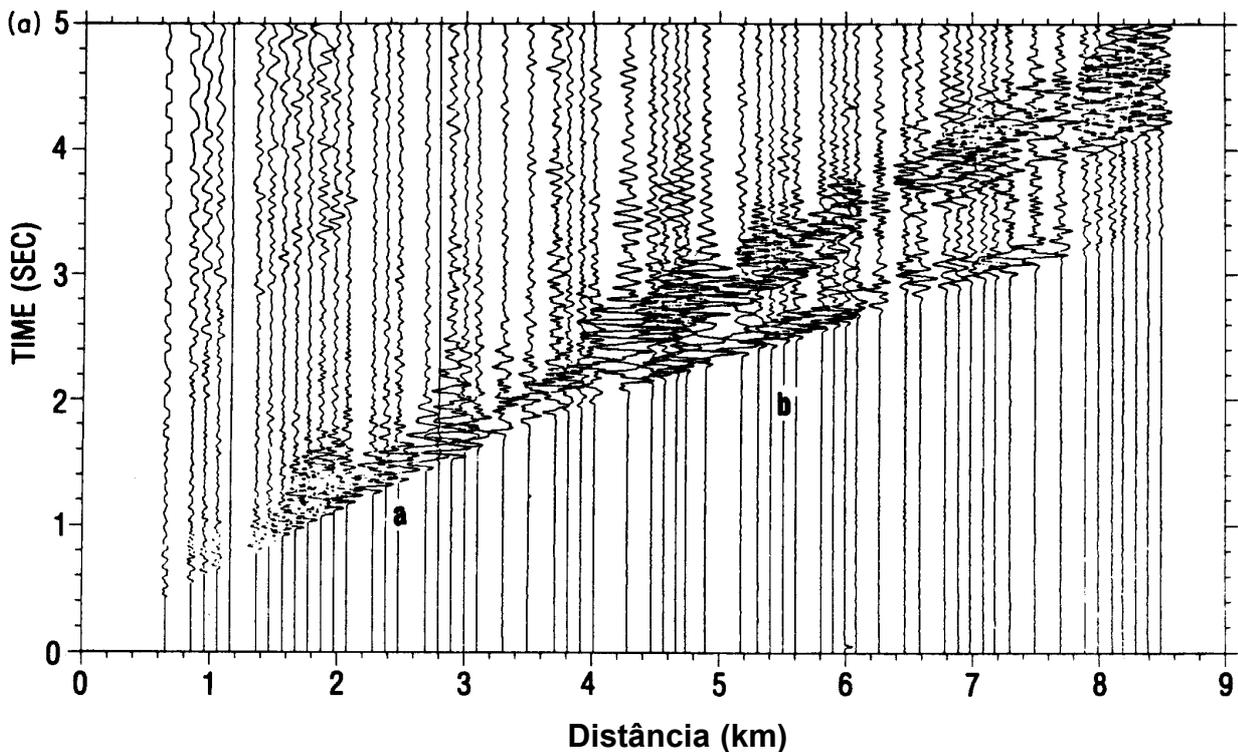
1. Use o conceito de velocidade aparente pra mostrar que a onda refratada chega à superfície com velocidade aparente $V_{ap}=V_2$.
2. Qual a distância mínima X , na superfície, em que pode ser registrada a onda refratada criticamente na interface? Expresse esta distância em termos de h e i .

Os tempos de percurso da onda direta e da refração são:

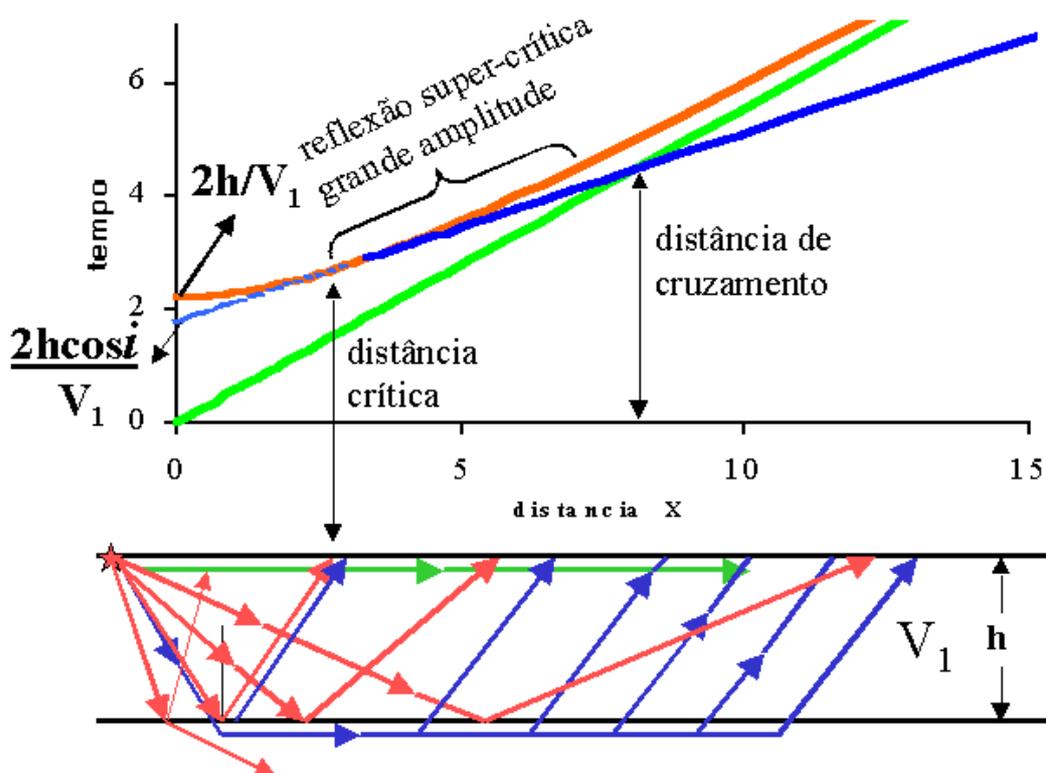
$$\begin{aligned}
 \text{Onda Direta} \quad t_1 &= \frac{X}{V_1} \\
 \text{Refração} \quad t_2 &= \frac{X}{V_2} + \frac{2h \cos i}{V_1} = \frac{X}{V_2} + \frac{2h \sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{V_2 V_1}
 \end{aligned}$$

onde o ângulo crítico de refração, i , é dado por $\sin i = V_1/V_2$

3. Determine a distância de cruzamento entre a onda direta e a onda refratada ("cross-over distance"), i.e., a distância a partir da qual a onda refratada ultrapassa a onda direta. Expresse em termos de h , V_1 e V_2 .
4. A seção sísmica abaixo foi registrada na bacia sedimentar "Central Valley" na California (Milkereit et al., 1985, Geophys.J.Royal Astr.Soc., 82, 81-103). Note o conjunto de chegadas "a" alinhado com a hora de origem. Estas ondas são as ondas diretas que percorrem o topo da camada sedimentar. As ondas "b" têm uma velocidade aparente maior e são as refrações do embasamento da bacia. Determine as velocidades da camada de sedimentos (V_1), a velocidade do embasamento (V_2) e a espessura da camada sedimentar. Resolva inicialmente com as equações das retas t_1 e t_2 da página 1. Depois confirme o valor da espessura da camada usando a fórmula deduzida no exercício 3.



Chama-se de "primeiras chegadas" a onda direta registrada até a distância de cruzamento e a refratada após ter ultrapassado a onda direta. As "primeiras chegadas", por definição, são as que têm o menor tempo de percurso para cada distância do tiro, e são as de leitura mais fácil. No método de Refração Sísmica, as primeiras chegadas são as informações mais importantes. Porém, deve-se usar também as chegadas "secundárias" sempre que for possível identificá-las na seção sísmica. As **reflexões** podem ser muito importantes no "método da refração".



5. Mostre que o tempo de percurso da reflexão é dado por

$$t_r = \frac{\sqrt{X^2 + 4h^2}}{V_1}$$

Esta equação define uma hipérbole no gráfico $X.t$.

Pergunta: Por que a reflexão teria grande amplitude logo após a distância crítica?

6. Deduza a expressão da velocidade aparente (V_{ap}) da onda refletida, em função da distância X e dos parâmetros da estrutura, h e V_1 . Faça de duas maneiras diferentes. a) use a definição matemática $V_{ap} = dX/dt$. b) resolva geometricamente com a relação $V_{ap} = V_o / \sin i_o$, onde V_o é a velocidade logo abaixo da estação (no caso, igual a V_1) e i_o o ângulo de incidência na superfície; substitua i_o pelos parâmetros da estrutura (X e h). Qual a velocidade aparente da reflexão para $X=0$? E para $X \gg h$ (tendendo a infinito)?

7. Um experimento na Bahia, usando explosões em pedreiras, mostrou que a crosta da região tem espessura de 42km e uma velocidade P média $V_1 = 6,5$ km/s. A velocidade P logo abaixo da descontinuidade de Moho é $V_2 = 8,1$ km/s. Determine a) a distância de cruzamento entre a onda direta e onda refratada no manto logo abaixo da crosta;

b) Qual a distância onde se esperam as maiores amplitudes da onda refletida na Moho (onda $P_M P$); c) qual a distância correspondente à onda $P_M S$?

8. Interprete a seção sísmica abaixo realizada pelo U.S.Geological Survey no Vale Central da Califórnia (Milkereit et al., 1985, Geophys.J.Royal Astr.Soc., 82, 81-103).

