

### 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-espaco de velocidade  $V_2$ .

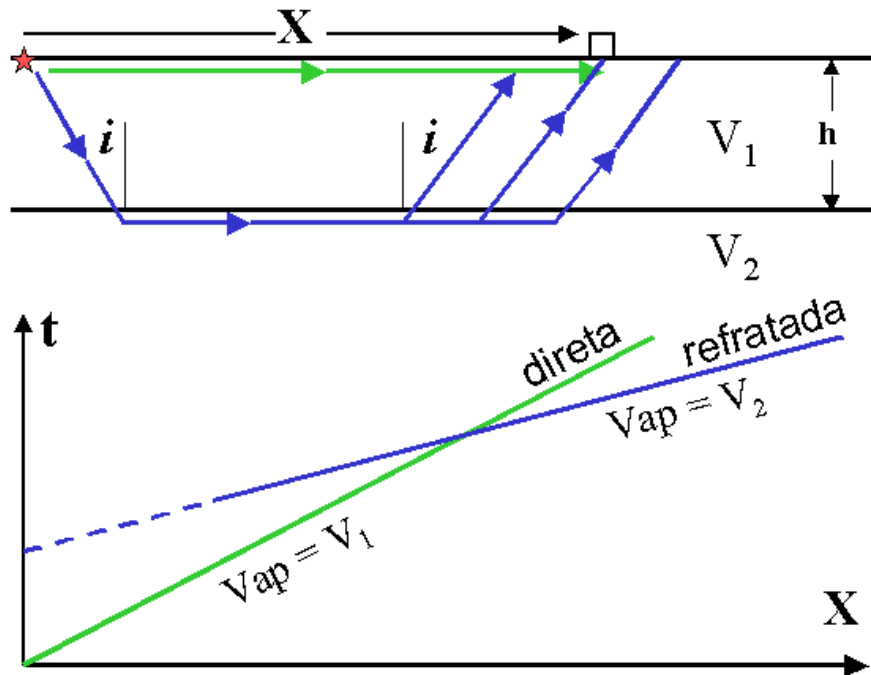


Fig. 1. a) camada de espessura  $h$  e velocidade  $V_1$  sob semi-espaco de velocidade  $V_2$ . A onda direta faz um percurso junto à superfície. A onda refratada com ângulo crítico  $i$ , viaja pelo semi-espaco junto à interface e, pelo princípio de Huygens, vai gerando ondas que refratam de volta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

**Exercício 1:** Use o conceito de velocidade aparente pra mostrar que a onda refratada chega à superfície com velocidade aparente  $V_{ap} = V_2$ .

**Exercício 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

Onda Direta: 
$$t_1 = \frac{X}{V_1}$$

Refração: 
$$t_2 = \frac{X}{V_2} + \frac{2h \cos i}{V_1} = \frac{X}{V_2} + \frac{2h \sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{V_2 V_1}$$

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

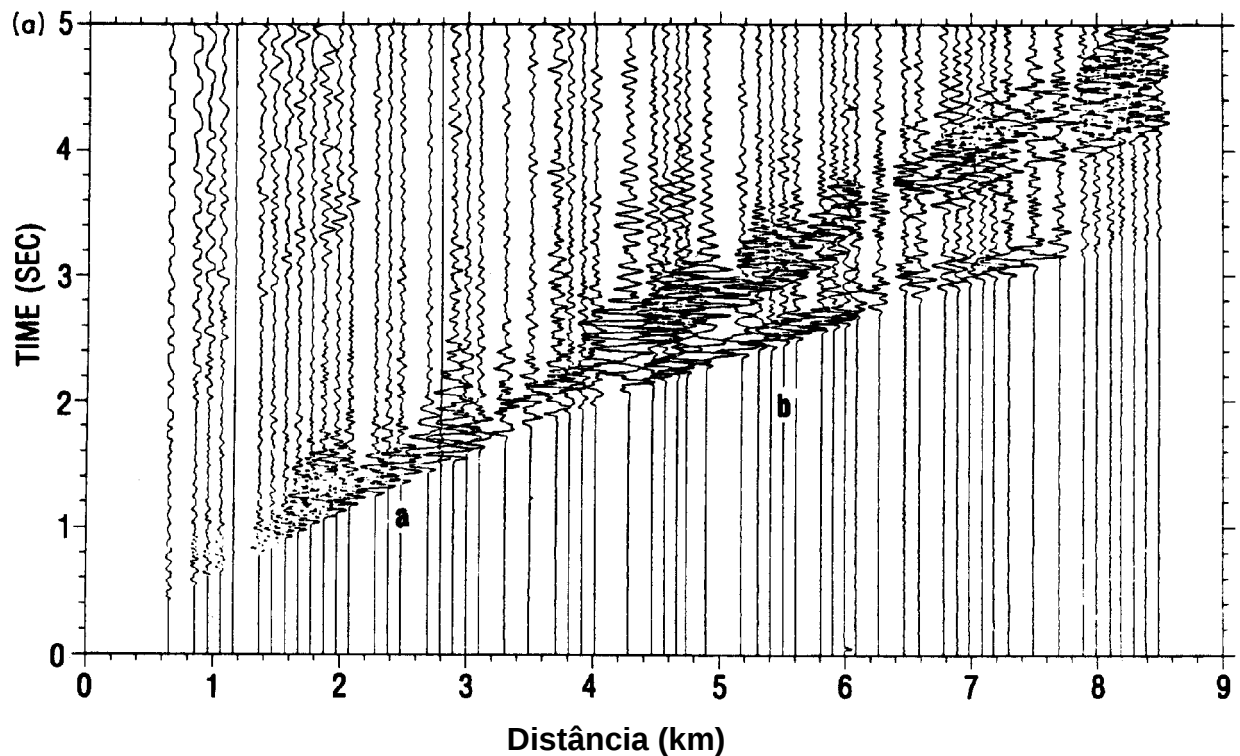
**Exercício 3:** Determine a distância de cruzamento entre a onda direta e a onda refratada ("*cross-over distance*"), i.e., a distância a partir da qual a onda refratada ultrapassa a onda direta. Expresse em termos de  $h$ ,  $V_1$  e  $V_2$ .

**Exercício 4:** A seção sísmica abaixo foi registrada na bacia sedimentar "*Central Valley*" na Califórnia (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.

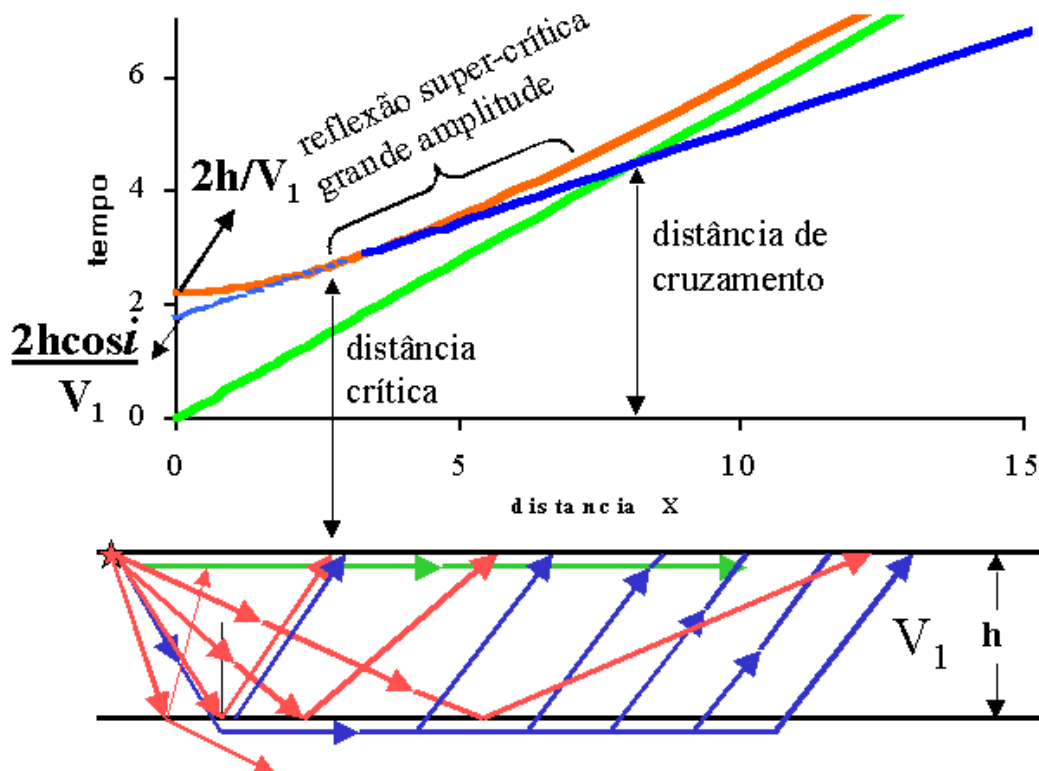
Determine as velocidades da camada de sedimentos ( $V_1$ ), a velocidade do embasamento ( $V_2$ ) e a espessura da camada sedimentar.

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*".



**Exercício 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?

**Exercício 6:**

- a) Deduz 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)?

**Exercício 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 distância de cruzamento entre a onda direta e onda refratada no manto logo abaixo da crosta;
- Qual a distância onde se esperam as maiores amplitudes da onda refletida na Moho (onda  $P_{MP}$ );
- Qual a distância correspondente à onda  $P_{MS}$  ?

**Exercício 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).

