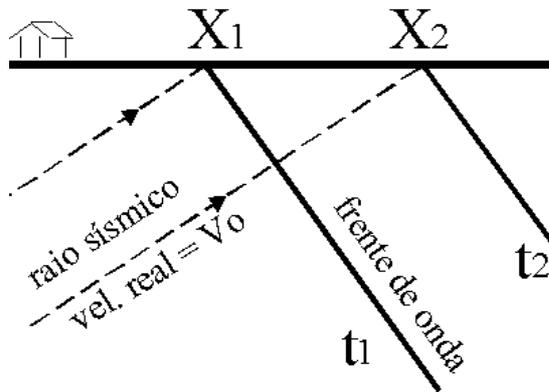


### Velocidade aparente e ângulo de incidência

Em sísmica ou sismologia, quase todas as observações são feitas na superfície da Terra e é preciso distinguir entre as medidas feitas na superfície e as propriedades reais das ondas e do meio rochoso em profundidade.



Imaginemos uma rede de geofones (ou estações sismográficas) na superfície posicionadas nas distâncias  $X_1$ ,  $X_2$ , etc., registrando uma onda sísmica nos tempos  $t_1$ ,  $t_2$ , etc. A onda sísmica propaga-se abaixo da superfície com uma velocidade  $V_0$  que depende apenas do tipo de rocha próximo à superfície. Note que os raios sísmicos são perpendiculares às frentes de onda!

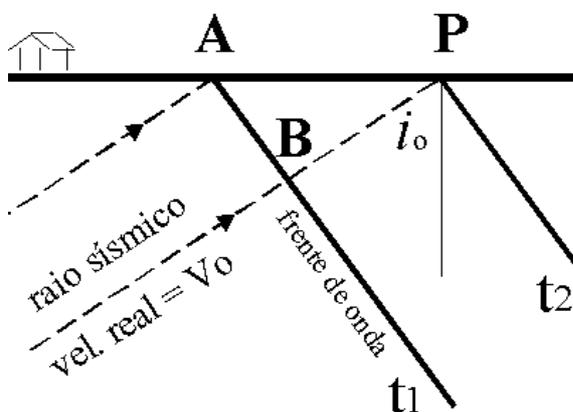
Fig. 5.1

Podemos dizer que a *frente de onda* vai atingindo a superfície com uma **velocidade aparente,  $V_{ap}$**

$$V_{ap} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} = \frac{DX}{Dt}$$

Ou seja,  $V_{ap}$  não é a velocidade real ( $V_0$ ) da onda nas rochas abaixo da superfície e não representa propagação de energia sísmica na direção horizontal, mas apenas a "velocidade" com que a onda *aparece* na superfície. Apenas quando a onda se propaga na direção horizontal, paralela à superfície, teremos  $V_{ap} = V_0$

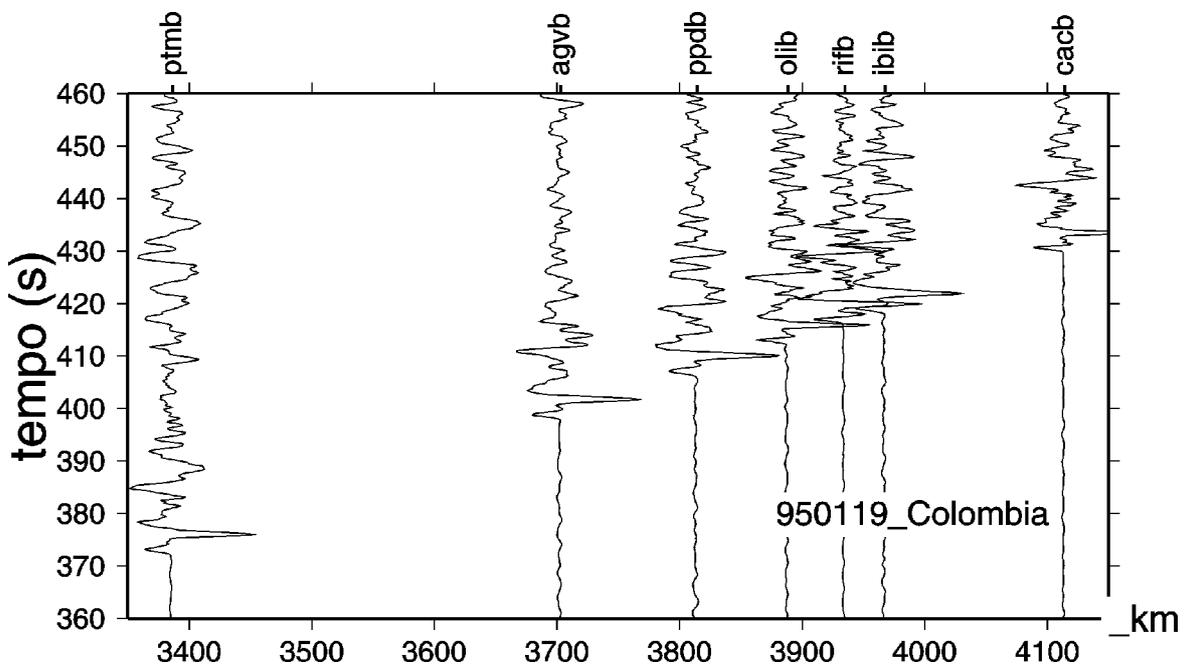
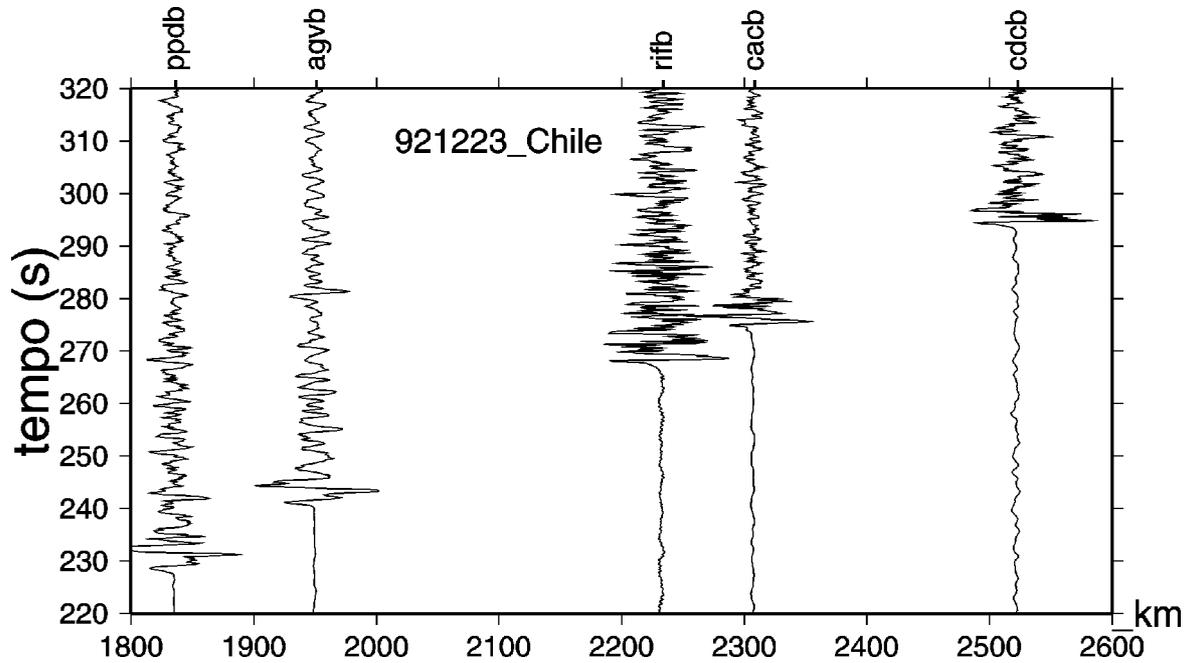
**Exercício 1.** Determine a relação entre a velocidade real ( $V_0$ ), a velocidade aparente



( $V_{ap}$ ), e o ângulo de incidência na superfície ( $i_0$ ). Note que o tempo de propagação da onda no trecho BP (velocidade real) é o mesmo com que a frente de onda varre a superfície no trecho AP. Lembre-se de que os raios sísmicos (abstração matemática), por definição, são perpendiculares à frente de onda.

Fig. 5.2

**Exercício 2.** As seções sísmicas abaixo mostram as ondas P, registradas em estações sismográficas do SE do Brasil, provenientes de terremotos do Chile e da Colômbia. Nas seções, a escala horizontal é a distância epicentral (*km*), medida ao longo da superfície da Terra. Em cada caso determine a velocidade aparente média na rede e discuta por que cada sismo tem uma velocidade aparente diferente.



**Exercício 3.** Abaixo mostram-se os sismogramas das duas componentes do movimento do chão na estação CACB (Caconde, próximo a Poços de Caldas): o traço de cima é componente vertical (Z), o traço de baixo é a componente horizontal-radial (R, i.e., na direção epicentro-estação).

- Use alguns pontos do sismogramas (pegue por exemplo os picos máximos e mínimos) para desenhar esquematicamente o movimento da partícula no plano Z-R e estime o ângulo de incidência da onda P sob a estação CACB para os sismos do Chile e da Colômbia. Qual ângulo é maior? Isto é consistente com as velocidades aparentes medidas no exercício 1?
- Use a  $V_{ap}$  e o  $i_0$  para estimar a velocidade da onda P sob a estação. Os dois sismos deveriam dar resultados semelhantes, pois a estação é a mesma nos dois casos.

