

Cinemática

Caps 1 a 3 do Bluestein (1992)

Cinemática

- Campos de pressão a uma elevação constante
- Campos de altura a uma pressão constante
- **Cinemática** (do grego κίνημα, movimento) é o ramo da física que se ocupa da descrição dos movimentos dos corpos, sem se preocupar com a análise de suas causas (Dinâmica).

Isopletas

- **Isopleta** é uma linha que une pontos de valores iguais (do grego *iso* - igual; *pleth* - valor)
- Pressão – isóbaras
- Altura – isoipsas
- Temperatura – isoterms
- Temperatura de ponto de orvalho – isodrosotermas
- Temperatura potencial - isentrópicas
- Intensidade do vento (velocidade) – isotacas
- Direção do vento – isógonas
- Precipitação - isoietas

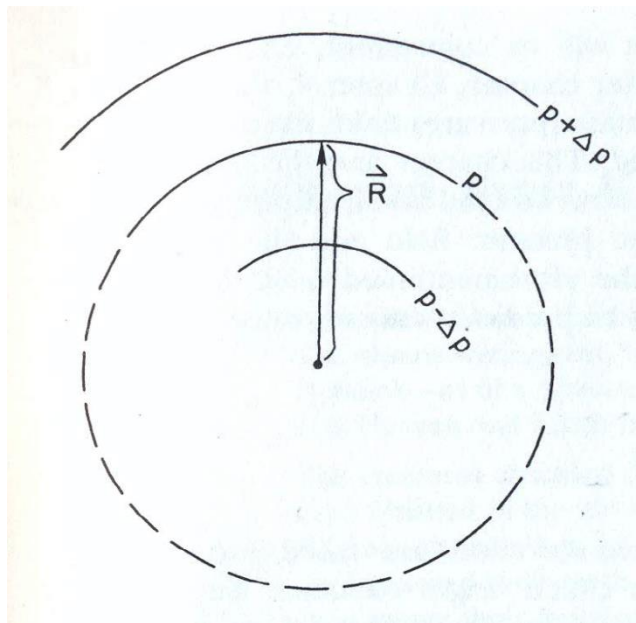
Isopletas

- Tendência de Pressão – isalóbaras
- Tendência de Altura – isaloisoipsas

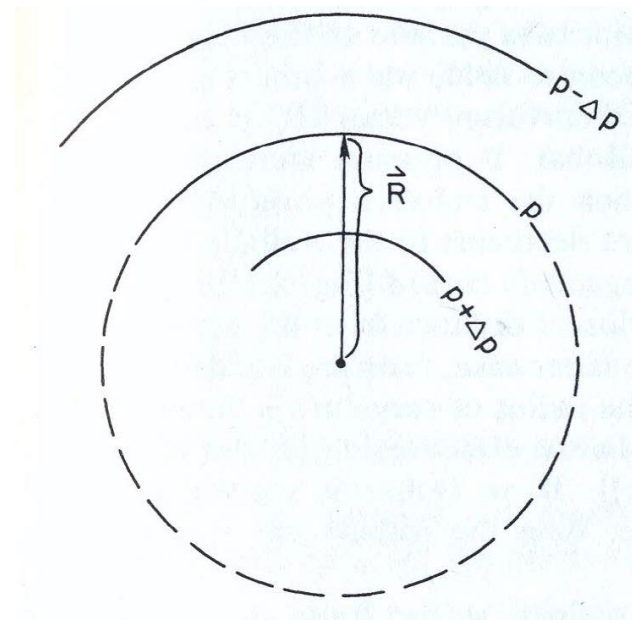
Descrição de campos de pressão/altura

- Vetor Raio de Curvatura (\mathbf{R}) (origem no centro, direcionado para fora):

$$\vec{R} \cdot \nabla p > 0 \quad \bullet \quad R > 0$$



$$\vec{R} \cdot \nabla p < 0 \quad R < 0$$

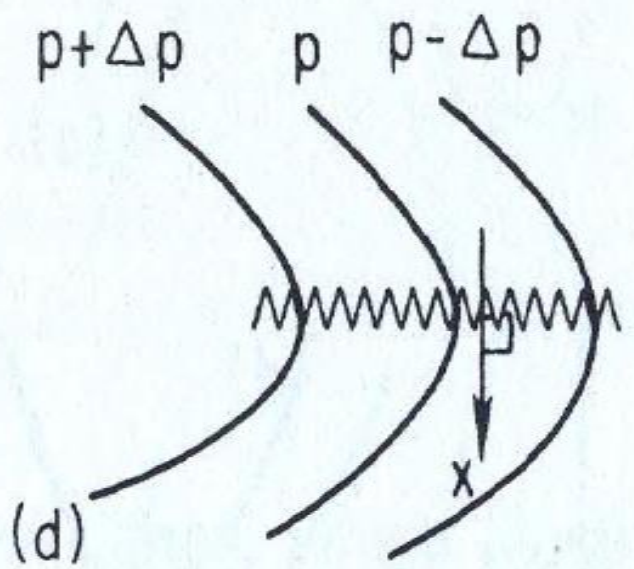
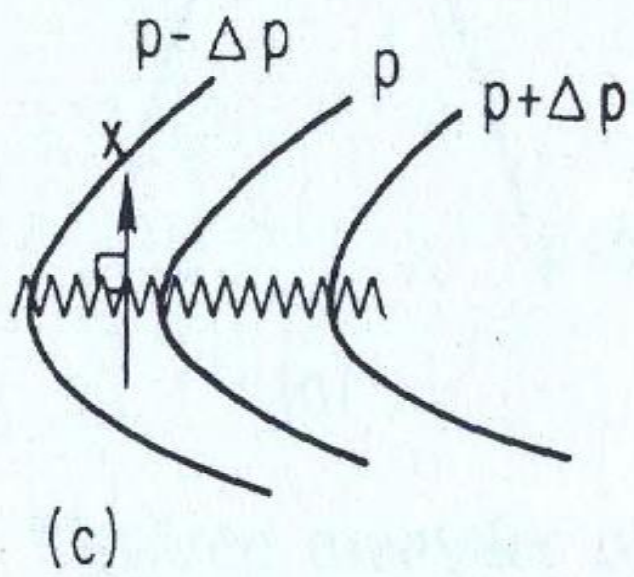
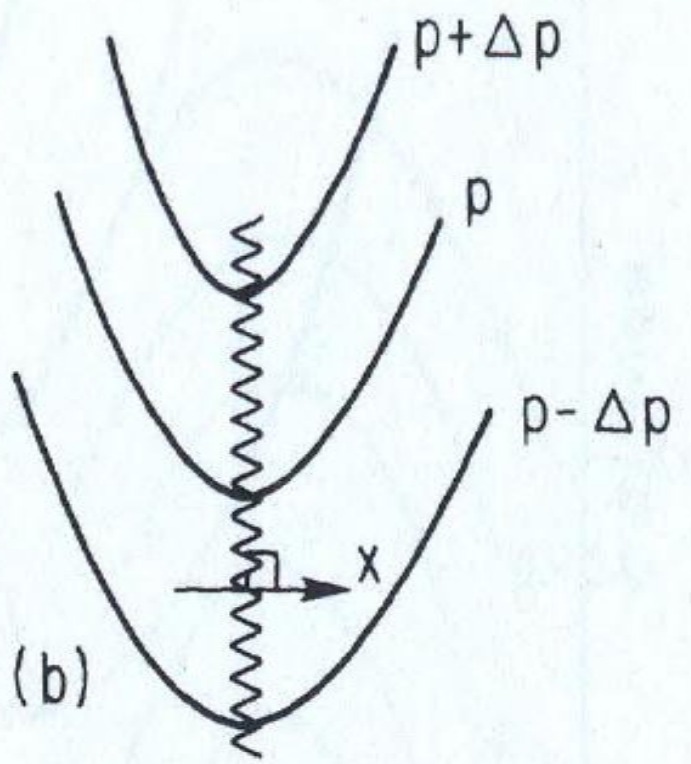
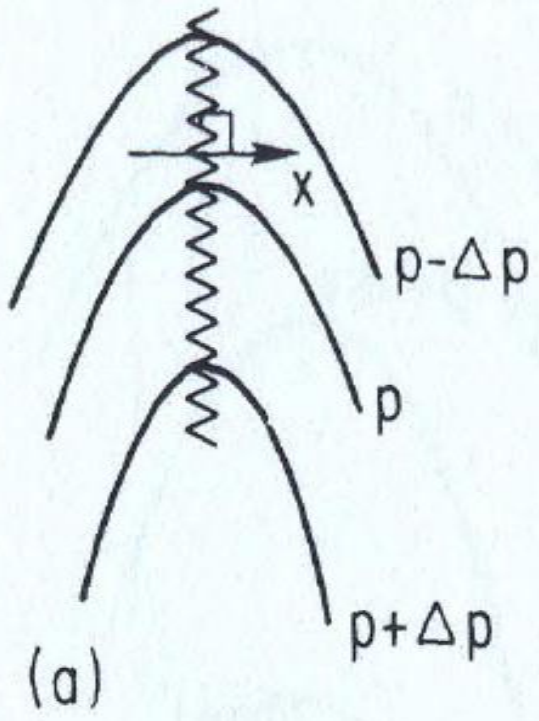


Cristas

- Eixo da crista orientado perpendicularmente ao eixo x :

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} < 0$$

- Ou seja, há um máximo relativo de p ao longo do eixo da crista. A intensidade da crista é dada por: $-\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}$



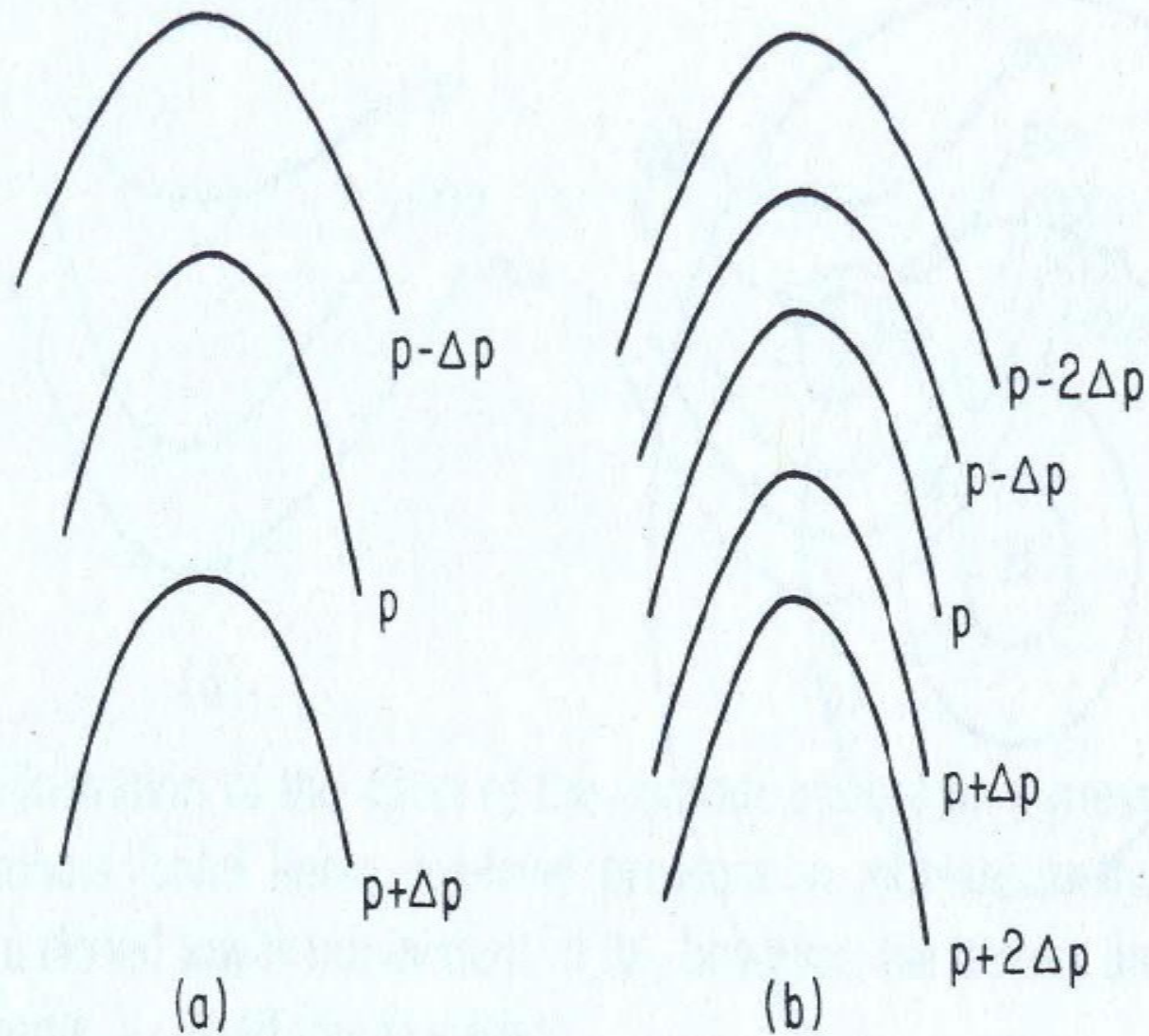


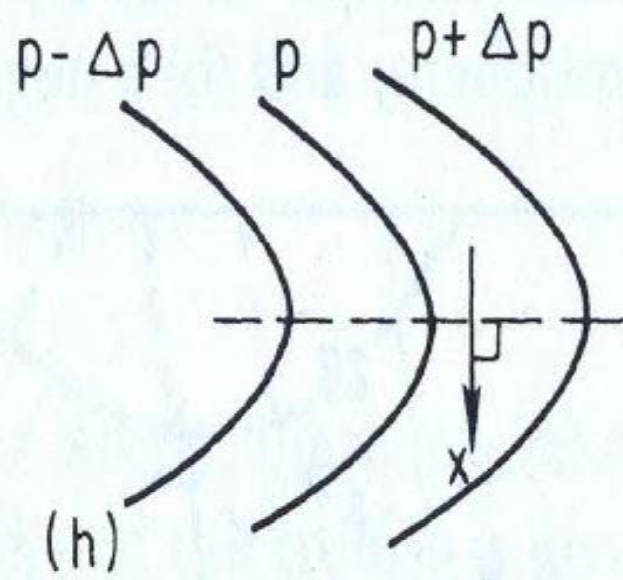
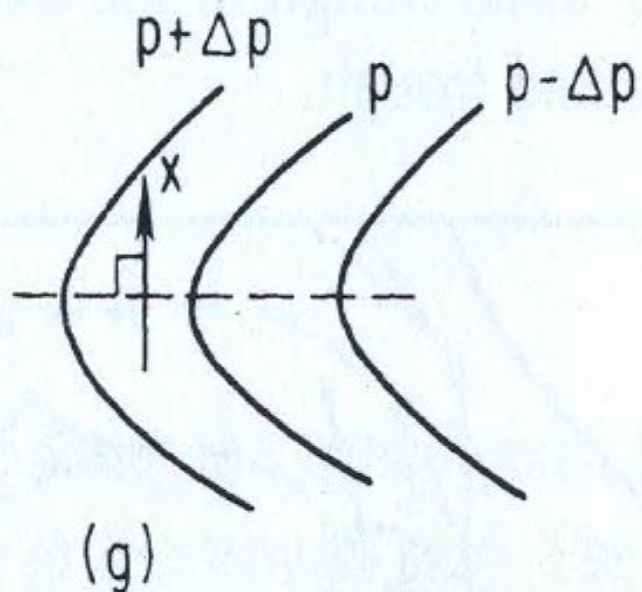
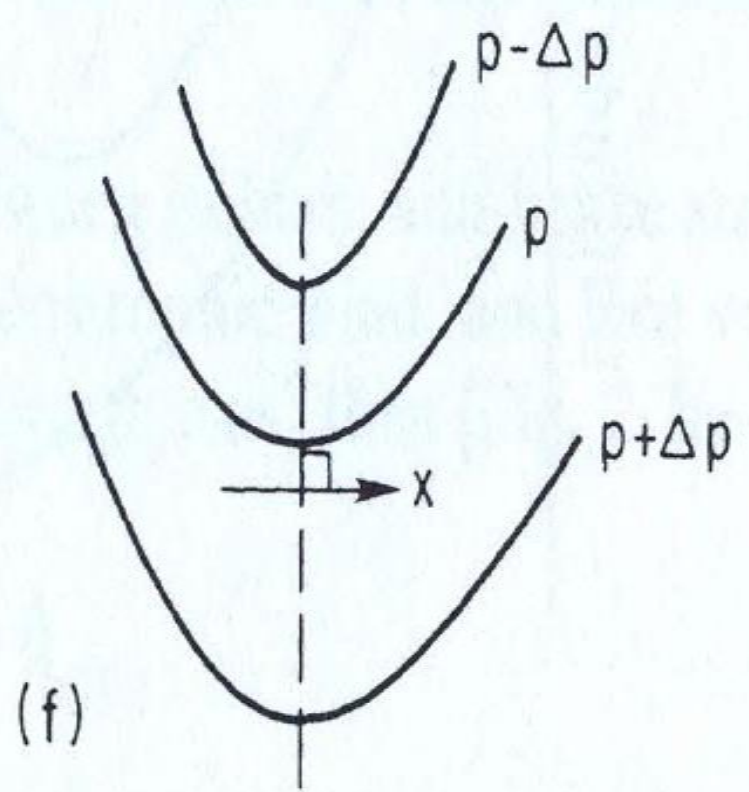
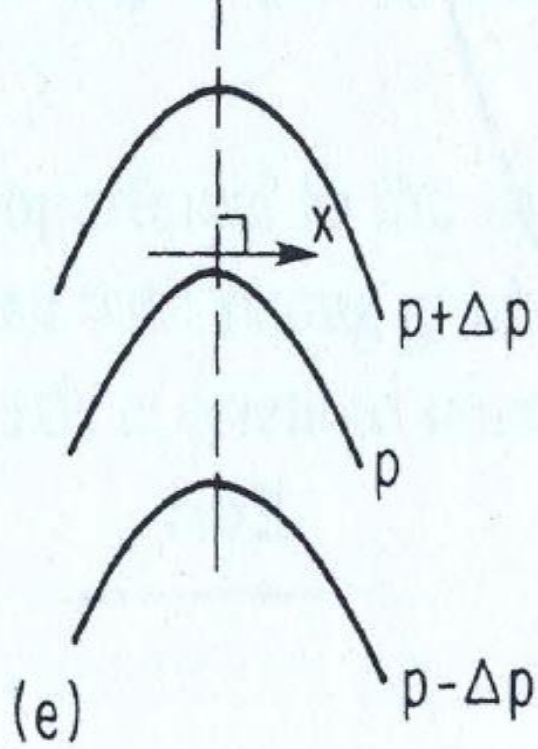
Figure 2.5 Idealized examples of pressure ridges, which illustrate their relative intensity; the ridge depicted in (b) is "stronger" than the ridge depicted in (a).

Cavados

- Eixo do cavado orientado perpendicularmente ao eixo x :

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} > 0$$

- Ou seja, há um mínimo relativo de p ao longo do eixo do cavado. A intensidade do cavado é dada por: $\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}$



Centro de Alta Pressão

- Um centro de alta pressão ou alta é um máximo local do campo de pressão. No centro da alta pressão:

$$\nabla p = 0 \quad \nabla^2 p < 0$$

- E a intensidade da alta é dada por:

$$-\nabla^2 p$$

Centro de Baixa Pressão

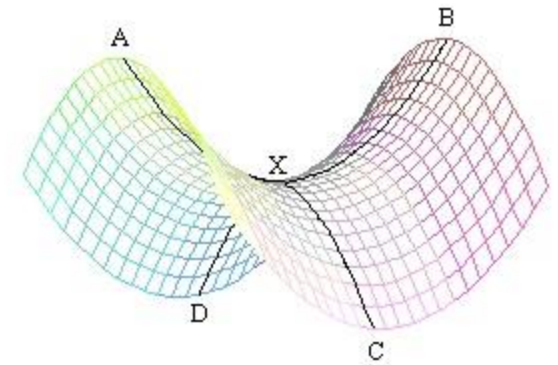
- Um centro de baixa pressão ou baixa é um mínimo local do campo de pressão. No centro da baixa pressão:

$$\nabla p = 0 \quad \nabla^2 p > 0$$

- E a intensidade da alta é dada por:

$$\nabla^2 p$$

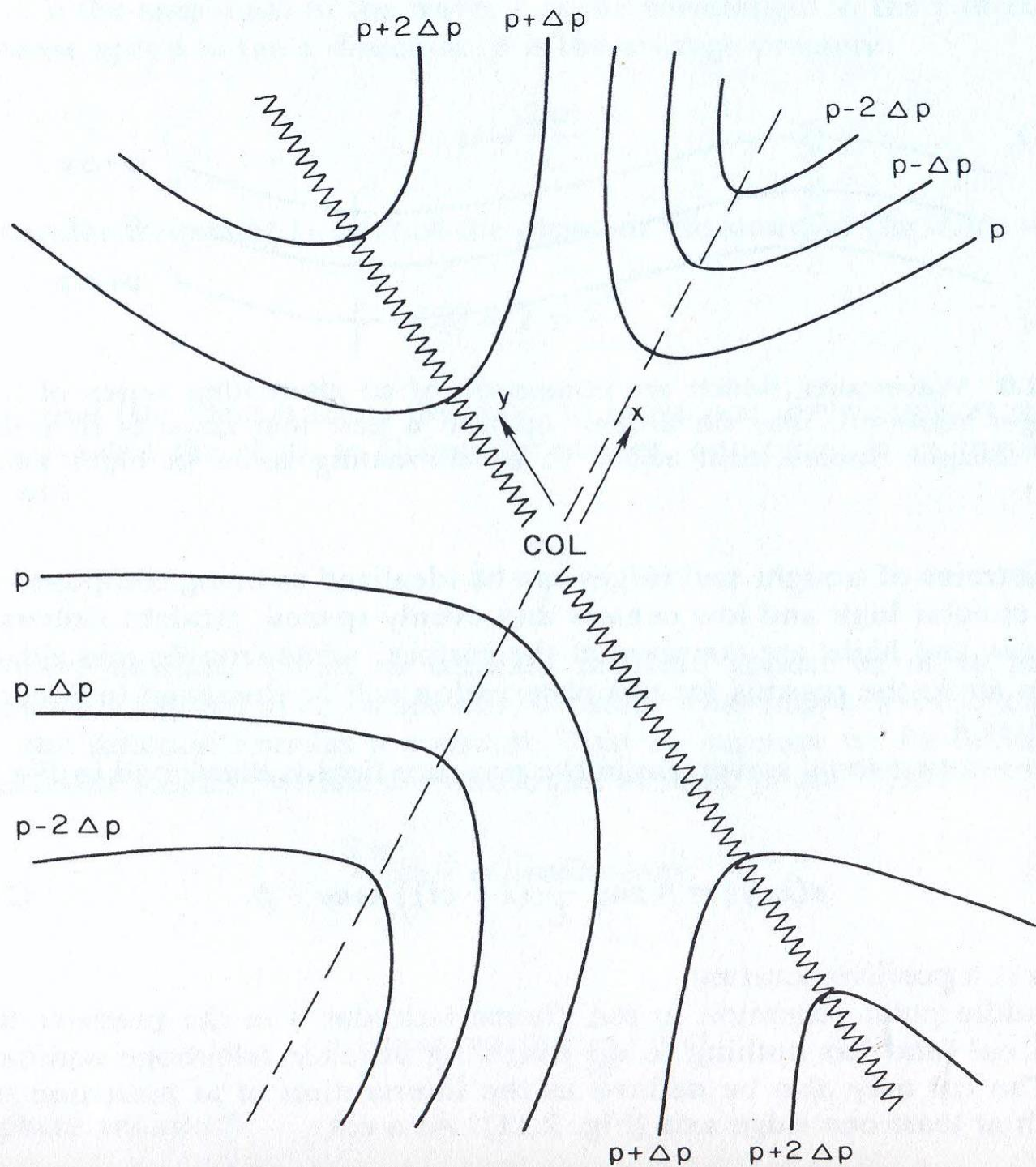
Ponto de sela ou colo



- Intersecção entre o eixo de um cavado com o eixo de uma crista:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0 \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial^2 p}{\partial y^2} \right) < 0$$

- São encontradas no Hemisfério Norte:
 - Ao sul de regiões baixas pressões, ao norte de baixas térmicas, a leste de áreas de alta pressão frias, a oeste de altas subtropicais
 - Zonas frontais estão próximas de colas devido à deformação que existe em suas vizinhanças.

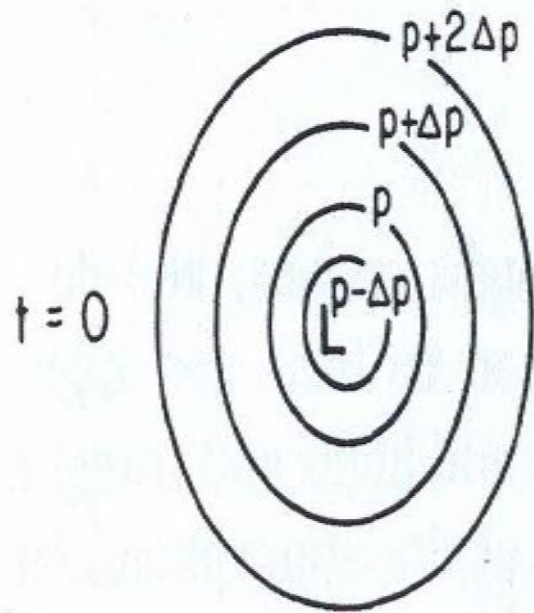


Altas/Cristas

- Uma alta/crista se aprofunda quando a pressão no centro ou no eixo aumenta (building high/ridge)
- Uma alta/crista enfraquece quando a pressão no centro ou no eixo diminui (weakening high/ridge)
- A intensidade da crista é determinada pelo gradiente de pressão ao longo do eixo da crista. Cristas intensas estão associadas a gradientes de pressão maiores (gradientes de ventos geostróficos mais intensos)

Baixas/Cavados

- Uma baixa/cavado se aprofunda quando a pressão no centro ou no eixo diminui (deepening low/trough)
- Uma baixa/cavado enfraquece quando a pressão no centro ou no eixo aumenta (filling low/trough)
- Uma baixa/cavado intensifica quando o gradiente de pressão aumenta (intensifying low/trough)



APROFUNDAMENTO DA BAIXA,
MAS SEM INTENSIFICAÇÃO

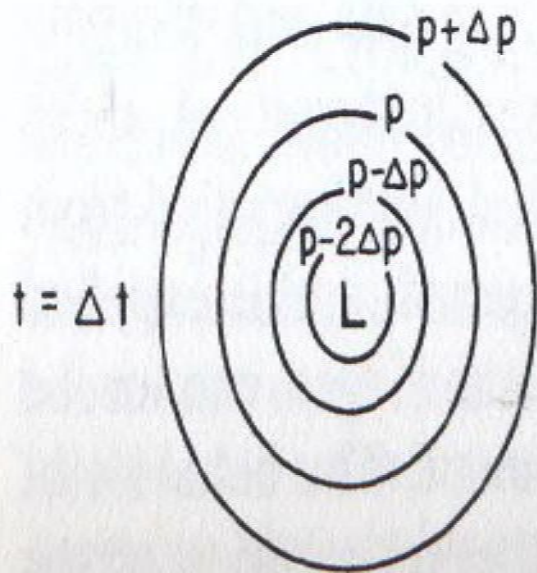


Figure 2.15 The pressure pattern initially (at time $t = 0$), and later (at time $t = \Delta t$) indicated by the isobars (solid lines). Since the central pressure has fallen, the low has deepened; however, since the pressure gradient has not changed, the low has not intensified.

CPTEC

- **Sistemas de Alta Pressão**

Alta: é a região de relativa alta pressão em comparação com a vizinhança no mesmo nível horizontal ou mesmo nível de pressão.

Anticiclone: é uma região de circulação no sentido anti-horário no plano horizontal no Hemisfério Sul que podem se encontrar nos altos, médios e baixos níveis da atmosfera.

Crista: é uma região alongada de uma relativa alta pressão num plano. Na região de crista as linhas de pressão não são fechadas, como um anticiclone. As isóbaras (linhas de pressão) abertas apresentam uma ondulação para o lado das baixas pressões.

- **Baixa:** é a região da relativa baixa pressão em comparação com a vizinhança no mesmo nível horizontal ou mesmo nível de pressão.

Ciclone: é uma área com pressão inferior àquela apresentada em áreas circunvizinhas, considerando-se um mesmo nível. Resulta em convergência de ventos, os que se movem no sentido horário no Hemisfério Sul.

Durante algum tempo houve a confusão entre os ciclones, furacões e tornados, ..., na revista Ciência Hoje de novembro de 2005 pelo Dr. Carlos Nobre e Dr. José Marengo. “Ciclones são centros de baixa pressão atmosférica em torno dos quais ocorrem ventos giratórios, formando estruturas de grandes dimensões (atingem mais de 200 km de diâmetro)”. Os ventos giram no sentido horário no Hemisfério Sul. Os ciclones surgem principalmente sobre os oceanos, em geral em regiões tropicais, e podem durar vários dias e se deslocar por longas distâncias, tornando-se às vezes muito intensos. Quando ocorrem fora dos trópicos, caso do sul do Brasil, são chamados de ciclones extratropicais. Ciclones com ventos de mais de 119 km/h são classificados como Furacões. A intensidade dos furacões é medida de acordo com a pressão no centro (o olho) e a velocidade de vento. A escala mais conhecida, baseada na velocidade do vento, inclui os níveis, verifique a figura 2.14. Tufão é o nome dado aos furacões que ocorrem na Ásia. Já os tornados são ventos giratórios em forma de funil. Formados geralmente em terra, com diâmetro (junto ao solo) entre alguns e dezenas de metros. O tornado é considerado o fenômeno meteorológico mais destrutivo, já que a velocidade do vento pode superar 400 km/h, mas, em comparação com os furacões, atinge áreas muito menores e dura menos tempo (alguns minutos a cerca de uma hora).

Ciclogênese: é a formação de um novo sistema de baixa pressão ou ciclone, ou intensificação um sistema pré-existente.

Cavado: é uma região alongada de uma relativa baixa pressão num plano horizontal. Na região de cavado as linhas de pressão não são fechadas. As linhas de pressão abertas apresentam uma ondulação para o lado das altas pressões.

Redução da pressão ao nível do mar

Integrating the hydrostatic equation from the station-pressure level (p_{STN}) to sea level (p_{SL}), where the height of the latter (z_{SL}) is zero and the height of the former is z_{STN} , we see that

$$\ln p_{\text{SL}} = \ln p_{\text{STN}} + \frac{g}{R_d \bar{T}_v} z_{\text{STN}}, \quad (2.1.59)$$

where \bar{T}_v is the virtual temperature in the layer from sea level to the elevation of the station, averaged with respect to $\ln p$. However, \bar{T}_v is not the soil temperature, even though the layer between sea level and the elevation of the station is underground! A hypothetical \bar{T}_v must be invented in order that the “reduced” pressure obtained from Eq. (2.1.59) can be analyzed. When the topography is extremely variable, an areal average of z_{STN} must be used.

Cinemática do campo de vento

Coordenadas Naturais

- Sistema de coordenadas naturais:
- Definida pela orientação da velocidade em cada ponto
- Coordenadas horizontais (s,n) são definidas pelos vetores unitários \mathbf{s} e \mathbf{n} , onde
 - \mathbf{s} é paralelo ao fluxo em cada ponto
 - \mathbf{n} é perpendicular a \mathbf{s} (para a esquerda do fluxo)
 - \mathbf{k} é perpendicular a \mathbf{s} e \mathbf{n} .

Table 7.1 Definitions of properties of the horizontal flow

	Vectorial	Natural coords.	Cartesian coords.
<i>Shear</i>		$-\frac{\partial V}{\partial n}$	
<i>Curvature</i>		$V \frac{\partial \psi}{\partial s}$	
<i>Diffluence</i>		$V \frac{\partial \psi}{\partial n}$	
<i>Stretching</i>		$\frac{\partial V}{\partial s}$	
<i>Vorticity</i> ζ	$\mathbf{k} \cdot \nabla \times \mathbf{V}$	$V \frac{\partial \psi}{\partial s} - \frac{\partial V}{\partial n}$	$\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$
<i>Divergence</i> $\text{Div}_H \mathbf{V}$	$\nabla \cdot \mathbf{V}$	$V \frac{\partial \psi}{\partial n} + \frac{\partial V}{\partial s}$	$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$
<i>Deformation</i>			$\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y}; \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}$

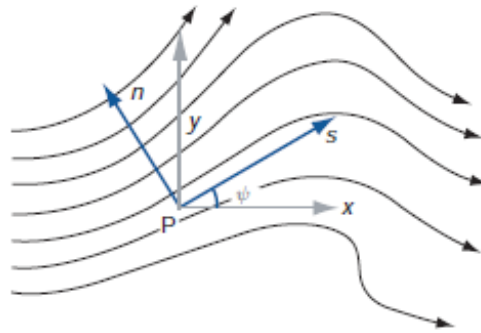


Fig. 7.1 Natural coordinates (s, n) defined at point P in a horizontal wind field. Curved arrows represent streamlines.

Stretching – alongamento/estiramento

Shrinking – contração

$$\frac{\partial V}{\partial s}$$

The quantity $\partial V/\partial s$ represents stretching (shrinking) of the air parcel in the direction of the wind when it is positive (negative) (Fig 3.2). The quantity

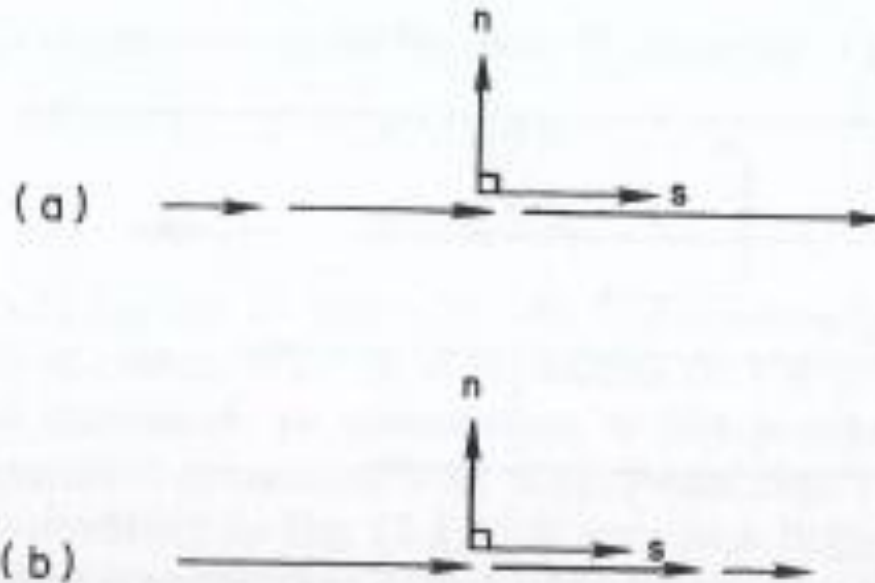


Figure 3.2 (a) Stretching and (b) shrinking in a natural coordinate system. In (a) the wind speed increases in the downstream direction ($\partial V/\partial s > 0$); in (b) it decreases ($\partial V/\partial s < 0$).

$\frac{\partial V}{\partial s}$ - speed divergence (convergence)

Termo de curvatura

$$\frac{\partial \theta_b}{\partial S}$$

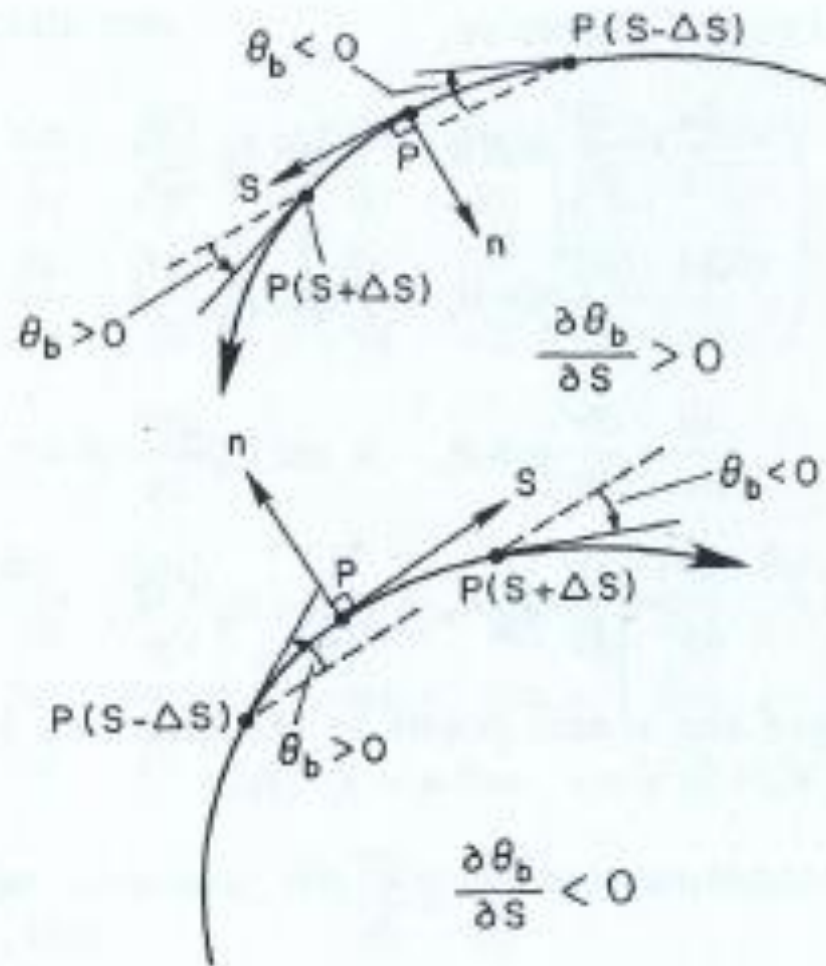


Figure 3.3 Counterclockwise curvature (top) and clockwise curvature (bottom) in natural coordinates. The quantity $\partial \theta_b / \partial s$ is computed after setting up a natural coordinate system at P . One must be careful not to be fooled by the orientation of the coordinate system, which, for example, in the top case looks upside down! The measurements of downstream and upstream values of θ_b are made with respect to the natural coordinates at P . So $\partial \theta_b / \partial s$ is computed from a finite-difference approximation as follows: $\partial \theta_b / \partial s \approx [\theta_b(s + \Delta s) - \theta_b(s - \Delta s)] / (2 \Delta s)$.

Lateral Shear – cisalhamento horizontal

$$\partial V / \partial n$$

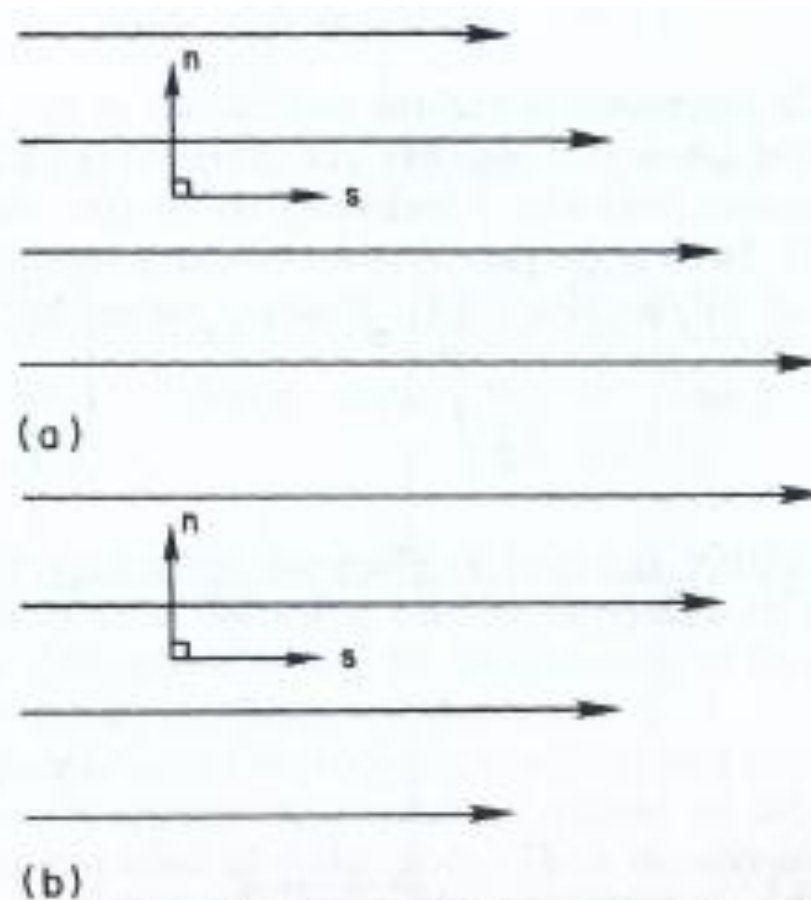


Figure 3.4 (a) Negative lateral shear and (b) positive lateral shear in a natural coordinate system. In (a) the wind speed decreases in the direction perpendicular and to the left of the flow ($\partial V / \partial n < 0$); in (b) it increases ($\partial V / \partial n > 0$). $\partial V / \partial n \approx [V(n + \Delta n) - V(n - \Delta n)] / (2 \Delta n)$.

Difluência e Confluência

$$\frac{\partial \theta_b}{\partial n}$$

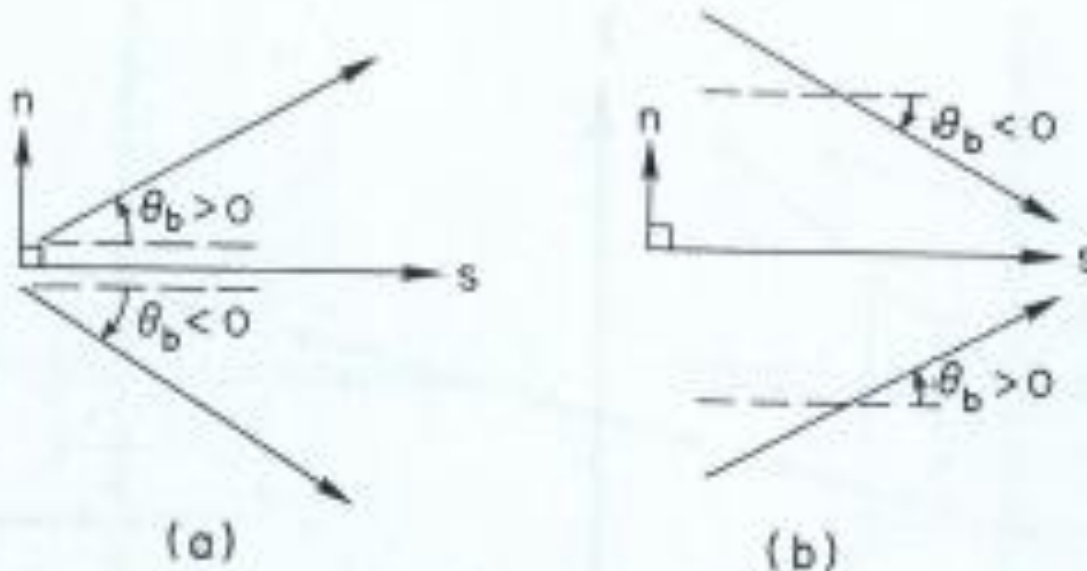


Figure 3.5 (a) Diffluence and (b) confluence in natural coordinates. In (a) θ_b increases in the direction perpendicular and to the left of the flow ($\partial \theta_b / \partial n > 0$); in (b) it decreases ($\partial \theta_b / \partial n < 0$). Diffluence represents streamlines that flow apart; confluence represents streamlines that flow together.