ACA0437 – Meteorologia Dinâmica I – Profª Rosmeri Porfírio da Rocha

Monitor: Eduardo Marcos –5ª Lista de Exercícios

1) Esquematize graficamente e calcule a vorticidade e a divergência dos seguintes escoamentos:
   (a) $\vec{V} = (3x, 1{,}0)$
   (b) $\vec{V} = (cx, 1{,}0)$

Onde C é uma constante. (a) e/ou (b) são irrotacionais? São não-divergentes?

2) Defina vorticidade e circulação.
3) O componente vertical da equação da vorticidade em coordenadas cartesianas é dada por:

$$\frac{D(\zeta + f)}{Dt} = -(\zeta + f)\vec{\nabla}_H.\vec{V} - \frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\vec{k}}{\rho^2}.\left(\vec{\nabla}\rho x\vec{\nabla}p\right) + \vec{k}.\left(\vec{\nabla}x\vec{f_r}\right)$$

Comente cada um dos termos.

4) Mostre que:
   (a) $\frac{\partial\vec{V}}{\partial x}.\vec{\nabla}v - \frac{\partial\vec{V}}{\partial y}.\vec{\nabla}u = \zeta\vec{\nabla}_H.\vec{V} + \frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial z}$
   (b) $\frac{\partial\rho}{\partial x}\frac{\partial p}{\partial y} - \frac{\partial\rho}{\partial y}\frac{\partial p}{\partial x} = \vec{k}.\left(\vec{\nabla}\rho x\vec{\nabla}p\right)$
   (c) $\vec{\nabla}\alpha x\vec{\nabla}p = c_p\vec{\nabla}ln\theta x\vec{\nabla}T$
5) Considere um escoamento no qual $u = kx^2$ e $v = -ky^2$, onde k é uma constante positiva.
   (a) Para quais valores de x e y o escoamento é não divergente?
   (b) Para quais valores de x e y o escoamento possui vorticidade anticiclônica?
6) Sabendo que a velocidade absoluta é dada por: $\vec{V_a} = \vec{V_r} + \vec{\Omega}x\vec{r}$, onde $\vec{r}$ é o vetor posição e $\vec{\Omega}$ a velocidade angular do sistema em rotação. Mostre que $\zeta_a = \zeta_r + 2\vec{\Omega}$.
7) Mostre que para o componente vertical:
   (a) Em coordenada isobárica a equação da vorticidade torna-se:

$$\frac{D(\zeta + f)_p}{Dt} = -(\zeta + f)_p\vec{\nabla}_p.\vec{V} - \left(\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial z}\right)_p + \vec{k}.\left(\vec{\nabla}x\overrightarrow{fr_p}\right)$$

   (b) Em coordenada isobárica a equação da vorticidade torna-se:

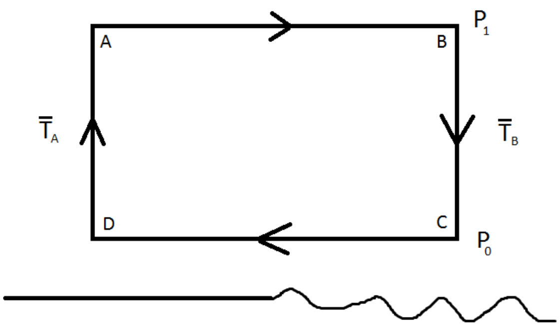
$$\frac{D(\zeta + f)_\theta}{Dt} = -(\zeta + f)_\theta\vec{\nabla}_\theta.\vec{V} + \left(\frac{\partial\theta^*}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial\theta} - \frac{\partial\theta^*}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial\theta}\right)_\theta + \vec{k}.\left(\vec{\nabla}x\overrightarrow{fr_\theta}\right)$$

8) Analise a conservação da vorticidade absoluta em:
   (a) Escoamento de leste
   (b) Escoamento de oeste
9) Uma parcela de ar em 30^0N se move para norte conservando a vorticidade absoluta. Se a vorticidade relativa inicial era de $5x10^{-5}s^{-1}$, qual será sua vorticidade relativa quando alcançar 90^0N?
10) Uma coluna de ar em 60^0N de latitude com $\zeta = 0$ inicialmente, estende-se da superfície até uma tropopausa com altura fixa de 10 km. Considere que a coluna de ar

se move sobre uma barreira de montanha de 2,5 km de altura em 45^0N. Qual será a vorticidade absoluta e relativa quando a coluna de ar passa pelo topo da montanha?

11) Calcule a taxa de mudança da circulação sobre um quadrado de lado 1000 km no plano xy quando a temperatura aumenta para leste a uma taxa de 1^0C/200km e a pressão aumenta para o norte a uma taxa de 1mb/200km.

12) Considere um esquema bastante simplificado de brisa marítima da figura.



Lembrando que $\overline{T}$ é a temperatura média na coluna.
Despreze o atrito e calcule a circulação no contorno ABCD.

13) Calcule a circulação em torno de um elemento retangular no plano x,y com área $\Delta x \Delta y$ para mostrar que:

$$\zeta = \frac{d\Gamma}{dA}$$

14) Mostre que o componente vertical da vorticidade geostrófica em coordenada vertical de pressão considerando f constante é: $\zeta_g = \frac{1}{f}\nabla^2\emptyset$.

15) Considere o teorema de circulação absoluta para um fluído invíscido e aplique-o para uma circulação de brisa esquematizando a circulação obtida durante o dia e noite.

$$\frac{D\Gamma_a}{Dt} = -\oint \frac{dp}{\rho}$$

(a) Qual a interpretação física do princípio de connservação de vorticidade potencial isentrópica dado por: $\frac{D}{Dt}(-g(\varsigma + f)\frac{\partial\theta}{\partial p}) = 0$

16) Uma parcela embebida no escoamento de oeste sobe adiabaticamente e atinge o topo de uma montanha situado em 800 hPa com vorticidade relativa de -1.5×10^{-5} s^{-1}. Sabe-se que inicialmente a parcela encontrava-se em 45^oN e ao nível médio do mar com vorticidade relativa de 1×10^{-5} s^{-1}. Durante todo o deslocamento da parcela a tropopausa situava-se em 200 hPa. Pergunta-se: Sobre a montanha qual a latitude da parcela? Qual deve ser a velocidade do vento se durante a ascensão o escoamento possui velocidade uniforme com curvatura de -1550 km?