Meteorologia 2018

Teste 2

Responda sucintamente, mas sempre com justificação. Utilize os diagramas convenientes em cada caso, indicando sempre o(s) diagrama(s) utilizados. Se existirem, Entregue os diagramas identificados.

1. Um anticiclone circular centrado aos $35°N$, apresenta um vento de $9\ ms^{-1}$ fazendo um ângulo de $20°$ com as isóbaras a 500 km do seu centro. Admita que se trata de uma situação estacionária. Considere a densidade $\rho = 1.2\ kg\ m^{-3}$.
    a. Esquematize o equilíbrio de forças em presença.
    b. Calcule o gradiente horizontal de pressão.
    c. Calcule a vorticidade relativa e a vorticidade absoluta do sistema considerado.
    d. Calcule o máximo gradiente horizontal de pressão que poderia ser sustentado nessas condições (mesma latitude, mesmo raio do anticiclone, mesmo ângulo entre o vento e isóbaras) e o correspondente vento. Justifique.

2. Numa sondagem aos 50°N observou-se:

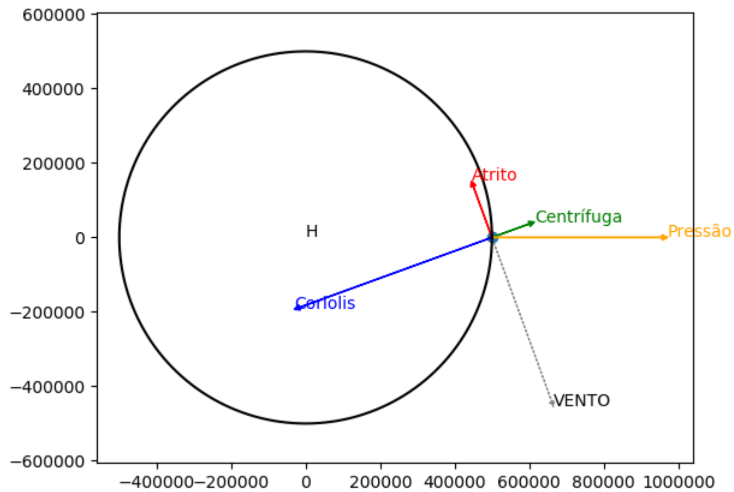
Nível	Temperatura	vento	Rumo	Altitude
1000 hPa	$15°C$	5 m/s	W	0 m
850 hPa	$5°C$	10 m/s	S	1350 m
700 hPa	$-5°C$	20 m/s	SW	2800 m

    a. Estime o gradiente horizontal de temperatura nas camadas 1000-850 e 850-700.
    b. Estime a tendência da temperatura média de cada camada.
    c. Estime o gradiente vertical de temperatura no momento da sondagem, definido como $\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)} \approx \frac{T_{775}-T_{925}}{z_{775}-z_{925}}$.
    d. Estime o tempo necessário para tornar esse gradiente instável.

3. Numa costa observa-se durante às 12h solares, num dia de verão, uma diferença de temperatura entre o ar sobre o oceano (com 18°C) e o ar sobre o continente (com 35°C), numa distância horizontal de 40 km. A essa hora o vento junto à superfície é perpendicular à costa com uma velocidade de 1 m/s (do mar para o continente). Admita que o efeito do contraste térmico na superfície afeta a camada entre os 1000 e os 900 hPa.
    a. Esquematize a circulação observada no plano vertical.
    b. Estime a circulação nesse plano.
    c. Estime a circulação que seria observada às 14h solares.
    d. Liste e discuta a validade das aproximações utilizadas.

Resolução (simplificada, sem justificações)

1. Vento estacionário



No hemisfério norte:

$$-\frac{v^2}{R}-fv-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial n}=0 \Longrightarrow -\frac{v^2}{R}-fv+\frac{1}{\rho}|\nabla P|\cos\alpha=0$$

Logo

$$|\nabla P|=\left(\frac{v^2}{R}+fv\right)\left(\frac{1}{\rho}\cos\alpha\right)^{-1}\approx 7.54\times10^{-4}Pa\,m^{-1}$$

$$\zeta\approx\frac{2v\cos\alpha}{R}\approx -3.4\times10^{-5}s^{-1}$$

$$\xi=\zeta+f\approx 4.98\times10^{-5}s^{-1}$$

Gradiente e vento máximo quando:

$$f^2=\frac{|\nabla \mathrm{P}|\cos\alpha}{\rho R}$$

Logo:

$$|\nabla P|_{MAX}\approx 1.05\times10^{-3}$$

$$v_{MAX}=-\frac{fR}{2}\approx 20ms^{-1}$$

2. Sondagem

Em cada camada (equação do vento térmico):

$$\frac{\partial T}{\partial x}=\frac{fv_T}{R_d\log\left(\frac{p_1}{p_2}\right)};\ \frac{\partial T}{\partial y}=-\frac{fu_T}{R_d\log\left(\frac{p_1}{p_2}\right)}$$

$$\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)}^{1000-850}\approx -2.45\times10^{-5}K\,m^{-1};\ \overline{\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)}^{1000-850}\approx 1.2\times10^{-5}K\,m^{-1}$$

$$\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)}^{850-700}\approx 4.48\times10^{-5}K\,m^{-1};\ \overline{\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)}^{850-700}\approx -2.84\times10^{-5}K\,m^{-1}$$

$$\overline{\frac{\partial T}{\partial t}}^{925} = -\bar{u}^{925}\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)}^{1000-850} - \bar{v}^{775}\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)}^{1000-850} \approx 1.2\times 10^{-4} Ks^{-1} \approx 0.41\ Kh^{-1}$$

$$\overline{\frac{\partial T}{\partial t}}^{775} = -\bar{u}^{775}\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)}^{850-700} - \bar{v}^{775}\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)}^{850-700} \approx -2.8\times 10^{-4} Ks^{-1} \approx -1.02\ Kh^{-1}$$

com

$$\bar{u}^{925} = 2.5\ ms^{-1}; \bar{v}^{925} = -5\ ms^{-1}$$

$$\bar{u}^{775} = 7.07\ m\ s^{-1};\ \bar{v}^{775} = \frac{v^{700}+v^{850}}{2} = 2.07\ ms^{-1}$$

$$\overline{\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)}^{inicial} = \frac{\bar{T}^{850-700} - \bar{T}^{1000-700}}{z_{775}-z_{925}} \approx -6.9 K\ km^{-1}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\overline{\frac{\partial T}{\partial z}} \approx \frac{\overline{\frac{\partial T}{\partial t}}^{775} - \overline{\frac{\partial T}{\partial t}}^{925}}{2122-673} \approx -2.78\times 10^{-7} K\ m^{-1}s^{-1}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)}{\frac{\partial}{\partial t}\overline{\frac{\partial T}{\partial z}}} = \frac{\left(-\frac{g}{c_p} - \overline{\frac{dT}{dz}}^{inicial}\right)}{\frac{\partial}{\partial t}\overline{\frac{\partial T}{\partial z}}} \approx 2.84\ h$$

3. Brisa

$$C_I = 2Lv + 2wH \approx 2Lv \approx 80000\ m^2 s^{-1}$$

Teorema de Kelvin

$$\frac{dC}{dt} = -\oint \frac{dP}{\rho} = -\oint R_d T \frac{dP}{P} = R_d\left(T_Q - T_F\right)\log\left(\frac{P_0}{P_1}\right) \approx 514\ \ m^2 s^{-2}$$

$$C_F = C_I + \frac{dC}{dt}\Delta t$$

$$v_F \approx \frac{C_F}{2L} \approx 47.3\ ms^{-1}$$