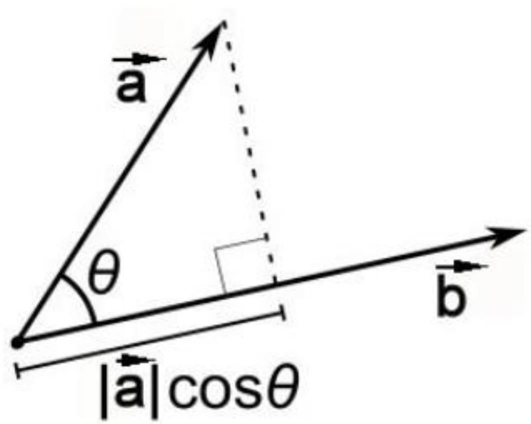
Análise Sinótica de 22 de julho de 2013 – 12Z

Laboratório de Sinótica (03)

Produto Escalar

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| \cos\theta,$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z.$$



Representação geométrica do produto escalar de dois vetores $\vec{a}$ e $\vec{b}$

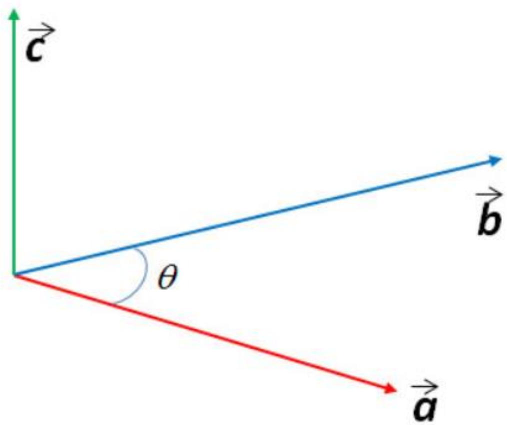
,

Produto Vetorial

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c} \qquad (23)$$

$$\vec{a} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) = 0 \qquad (24)$$

$$\vec{b} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) = 0 \qquad (25)$$



$$\vec{a} \times \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| sen\theta \, \vec{n}$$

Figura 6: Representação geométrica do produto vetorial de dois vetores: $\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$

Operadores Vetoriais

As operações vetoriais podem ser feitas sobre campos escalares e vetoriais. Um campo escalar qualquer é uma função $f(\vec{r})$ que associa um escalar f a cada posição $\vec{r}$ enquanto que uma função vetorial $\vec{F}(\vec{r})$ associa um vetor $\vec{F}$ a cada ponto $\vec{r}$ de um campo vetorial.

Operador Nabla

Para realizar as operações diferenciais vetoriais utiliza-se, o operador diferencial $\vec{\nabla}$, definido, em coordenadas cartesianas, como

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{\imath} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{\jmath} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}. \tag{67}$$

O operador $\vec{\nabla}$ não tem significado físico ou geométrico, o seu significado só ocorre quando ele é aplicado a uma função.

Gradiente

Gradiente: No cálculo vectorial o gradiente é a alteração no valor de uma grandeza escalar, por unidade de espaço. Por exemplo, o gradiente do potencial eléctrico é o campo elétrico. O gradiente da energia de campo é a força de campo.

O gradiente de uma função escalar $f(\vec{r})$ é expresso como:

$$\vec{\nabla} f(\vec{r}) = \frac{\partial f}{\partial x}\hat{\imath} + \frac{\partial f}{\partial y}\hat{\jmath} + \frac{\partial f}{\partial z}\hat{k}, \tag{68}$$

O gradiente de uma função escalar é um vetor cujo módulo, direção e sentido representam a máxima taxa de crescimento desta função escalar. O vetor gradiente aponta para o máximo crescimento da função no ponto considerado e é perpendicular à superfície em que a função escalar é constante nesse ponto.

Vento Geostrófico

$$\boxed{\frac{D\boldsymbol{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \boldsymbol{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \boldsymbol{g} + \boldsymbol{F}_r}$$

$$\boxed{\begin{aligned} \frac{Du}{Dt} &= -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + f \cdot v \\ \frac{Dv}{Dt} &= -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y} - f \cdot u \\ 0 &= -g - \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial z} \end{aligned}}$$

$$\boxed{\begin{aligned} f \cdot v &= \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} \\ f \cdot u &= -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y} \end{aligned}}$$

$$\boxed{\begin{aligned} f \cdot v &= g\frac{\partial P/\partial x}{\partial P/\partial z} = g\frac{\partial Z}{\partial x} \\ f \cdot u &= -g\frac{\partial P/\partial y}{\partial P/\partial z} = -g\frac{\partial Z}{\partial y} \end{aligned}}$$

$$\boxed{\begin{aligned} u_g &= -\frac{g}{f}\frac{\partial Z}{\partial y} \\ v_g &= \frac{g}{f}\frac{\partial Z}{\partial x} \end{aligned}}$$

$$\boxed{\overrightarrow{V_g} = \frac{\hat{k}}{f} \times \nabla_p \Phi}$$

$$\boxed{\mathbf{V}_g \equiv \mathbf{k} \times \frac{1}{\rho f}\boldsymbol{\nabla} p}$$

Coordinate	*Symbol*	*Velocity component*	*Unit vector*
Longitude	λ	u	$\vec{i}$
Latitude	ϕ	v	$\vec{j}$
Radial	r	w	$\vec{k}$

1. The gradient of a scalar Φ:

$$\vec{\nabla}\Phi = \left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}, \frac{\partial\Phi}{\partial y}, \frac{\partial\Phi}{\partial z}\right) \quad \text{transforms into:} \quad \vec{\nabla}\Phi = \frac{\vec{i}}{r\cos\phi}\frac{\partial\Phi}{\partial\lambda} + \vec{j}\frac{1}{r}\frac{\partial\Phi}{\partial\phi} + \vec{k}\frac{\partial\Phi}{\partial r}$$

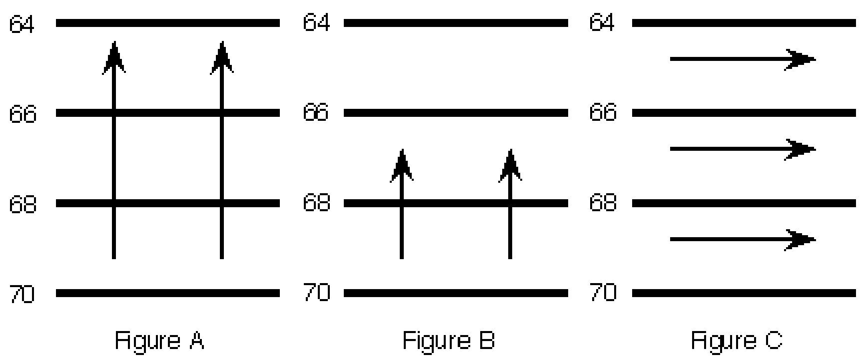
Advecção

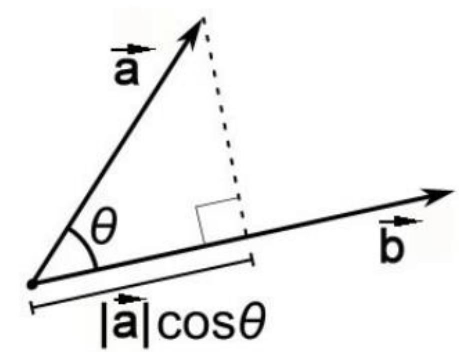
transport of something from one region to another

$$-\vec{V}\cdot\vec{\nabla}\Phi = -\left[u\frac{\partial\Phi}{\partial x} + v\frac{\partial\Phi}{\partial y}\right] \text{ transforms into: } -\vec{V}\cdot\vec{\nabla}\Phi = -\frac{1}{r}\left[u\frac{\partial\Phi}{\cos\phi\cdot\partial\lambda} + v\frac{\partial\Phi}{\partial\phi}\right]$$

Depende de:

- Intensidade do vento
- Ângulo entre direção do vento e isolinhas da variável que está sendo advectada.





http://ww2010.atmos.uiuc.edu/%28Gl%29/guides/mtr/af/adv/adv.rxml

Advecção

Positiva: valores maiores da variável sendo advectada para valores menores, resultando em aumento da variável na direção para onde o vento está soprando.
Negativa: valores menores da variável sendo advectada para valores maiores, resultando em diminuição da variável na direção para onde o vento está soprando.

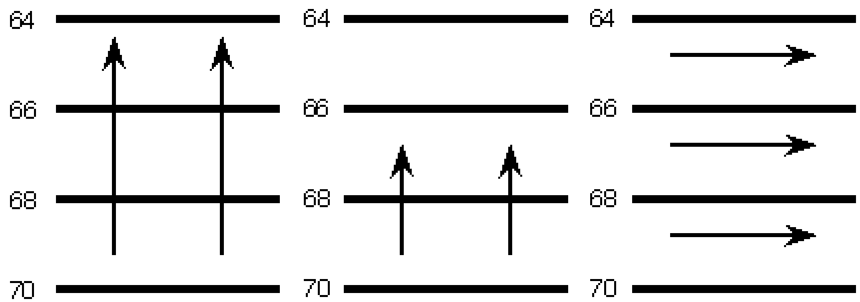
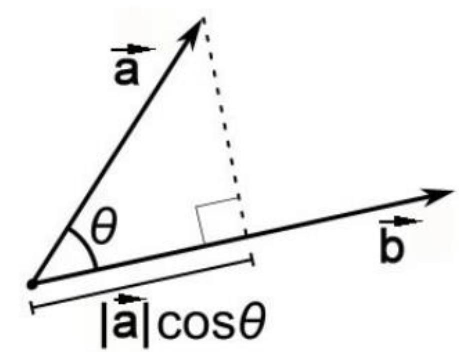


Figure A Figure B Figure C



Advecção de Temperatura em 850hPa como indicador de variação na superfície

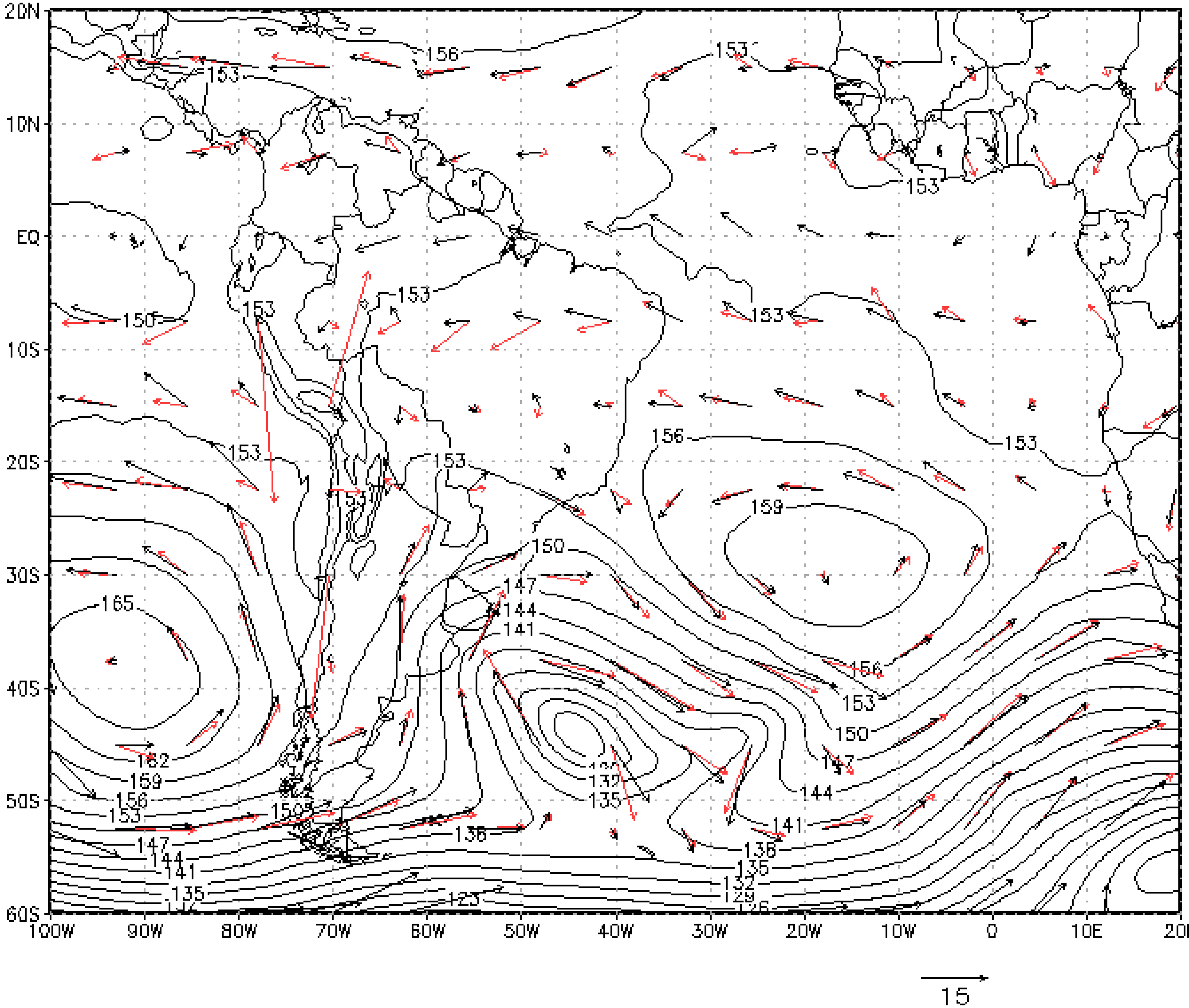
- **Advecção QUENTE** em 850hPa pode ser um indicativo de aumento de temperatura em superfície
- **Advecção FRIA** em 850hPa normalmente precede queda de temperatura em superfície
- **As regiões de maior advecção são aquelas nas quais as isoipsas (linhas de mesma altura geopotencial) e isotermas são quase perpendiculares.**

Os próximos exercícios devem ser feitos considerando:

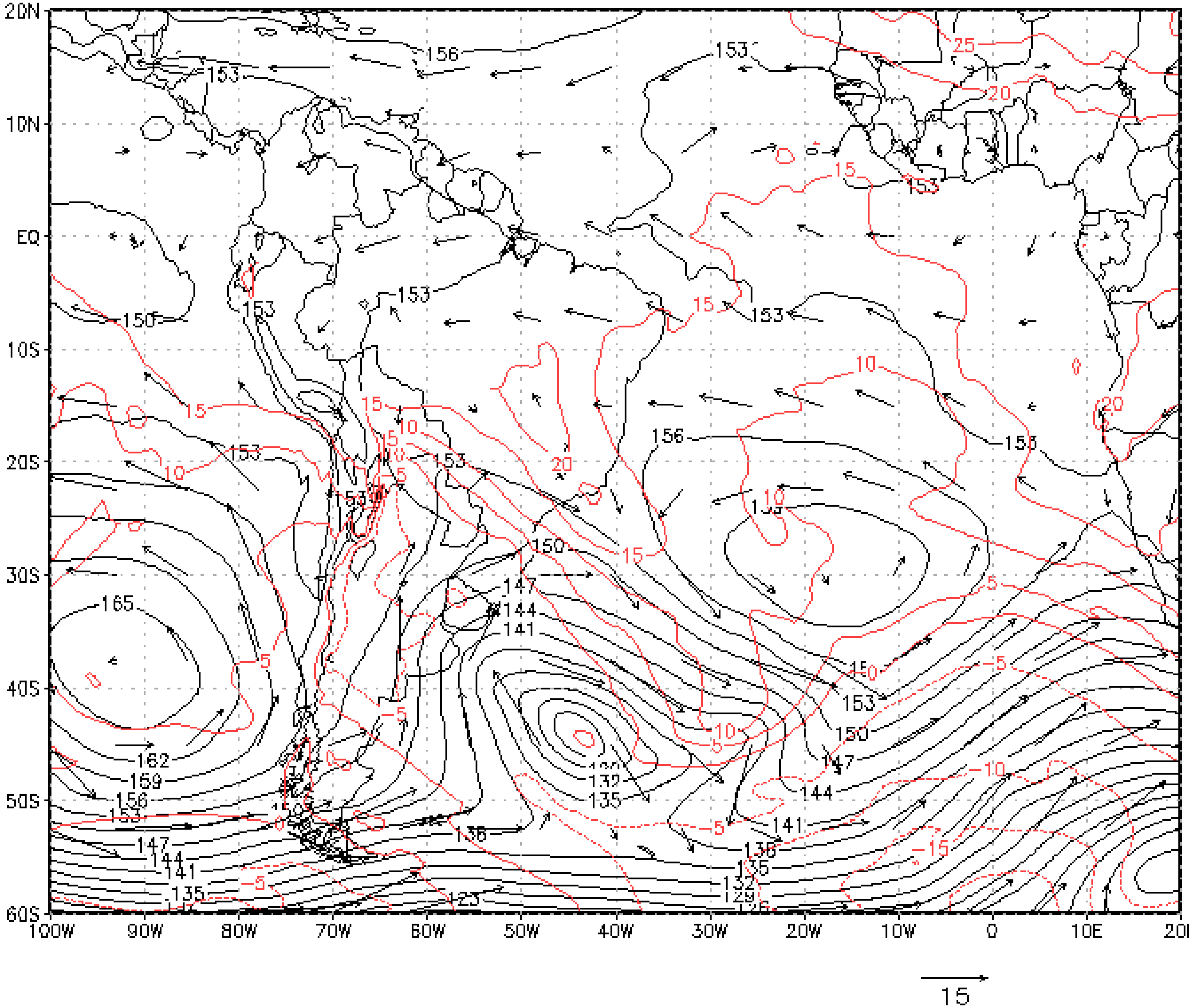
- Evento de 22 de julho de 2013
- Latitude: entre 60oS e 20oN
- Longitude: entre 100oW e 20oE

- Para cada figura gerada, colocar o título: data, nível, variável e unidade.

22 JUL 2013 - 850hPa - Z (damgp), V e Vg (m/s)



22 JUL 2013 - 850hPa - Z (damgp), T (oC) e V (m/s)



Exercício 7

- Nível de 850hPa para a análise das 12UTC de 22 de julho de 2013 :
- Plote as isoipsas (contour preto a cada 3 damgp), as isotermas (contour vermelho a cada 3oC) e o vento (printim 7a.gif).
- Plote a advecção de temperatura (shaded, printim 7b.gif).
- É possível confirmar a afirmação: **“As regiões de maior advecção são aquelas nas quais as isoipsas (linhas de mesma altura geopotencial) e isotermas são quase perpendiculares”?**

Advecção de umidade em 850hPa

- Importante para o desenvolvimento de precipitação.
- Maiores regiões de advecção de umidade são aquelas nas quais as isoipsas (linhas de mesma altura geopotencial) são perpendiculares às isodrosotermas ou às linhas de mesma umidade específica.

Exercício 8

- Nível de 850hPa para a análise das 12UTC de 22 de julho de 2013 :
- Plote as isoipsas (contour preto/branco a cada 3 damgp), as isolinhas de umidade específica (contour vermelho a cada 2g/kg) e o vento (printim 8a.gif).
- Plote a advecção de umidade específica (shaded, printim 8b.gif).
- É possível confirmar a afirmação: **"Maiores regiões de advecção de umidade são aquelas nas quais as isoipsas (linhas de mesma altura geopotencial) são perpendiculares às isodrosotermas ou às linhas de mesma umidade específica."?**

Divergente

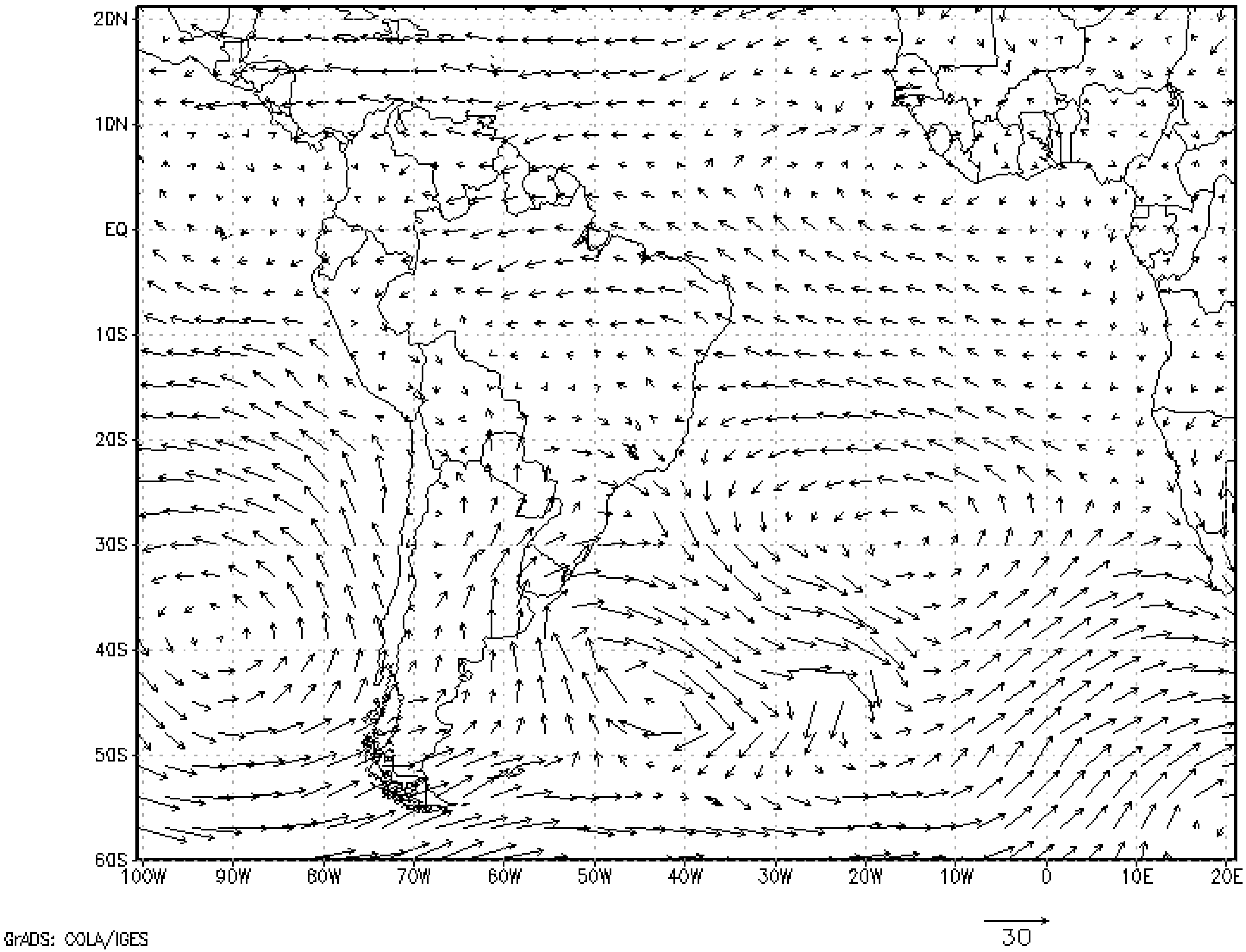
Divergente: Seja $\vec{F}(r) = F_x(x,y,z)\hat{i} + F_y(x,y,z)\hat{j} + F_z(x,y,z)\hat{k}$ uma função vetorial contínua e com derivadas contínuas pelo menos até à primeira ordem. Por definição, o divergente é um escalar calculado pelo produto escalar do operador $\vec{\nabla}$ e a função vetorial considerada:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{F} = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}. \tag{69}$$

A divergência de um campo vetorial $\vec{F}(r)$, $div\vec{F}(r)$, dá como resultado o fluxo líquido (fluxo que sai − fluxo que entra) por unidade de volume.

2. The horizontal divergence of a vector $\vec{\mathrm{V}}$:

$$\nabla \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$$ transforms into: $$\nabla \cdot \vec{\mathrm{V}} = \frac{1}{\mathrm{r}\cos\phi}\left[\frac{\partial \mathrm{u}}{\partial \lambda} + \frac{\partial(\mathrm{v}\cos\phi)}{\partial \phi}\right]$$


20N
10N
EQ
10S
20S
30S
40S
50S
60S
100W
90W
80W
70W
60W
50W
40W
30W
20W
10W
0
10E
20E
30
GrADS: COLA/IGES

Exercício 9

- Nível de 850hPa:
- Plote a divergência do vento usando a fórmula:

2. The horizontal divergence of a vector $\vec{\mathrm{V}}$:

$$\nabla \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \text{ transforms into: } \quad \nabla \cdot \vec{\mathrm{V}} = \frac{1}{\mathrm{r}\cos\phi}\left[\frac{\partial \mathrm{u}}{\partial \lambda} + \frac{\partial(\mathrm{v}\cos\phi)}{\partial \phi}\right]$$

- Plote as linhas de corrente e o vento (fig 9.gif).
- Analise seu resultado.

Rotacional

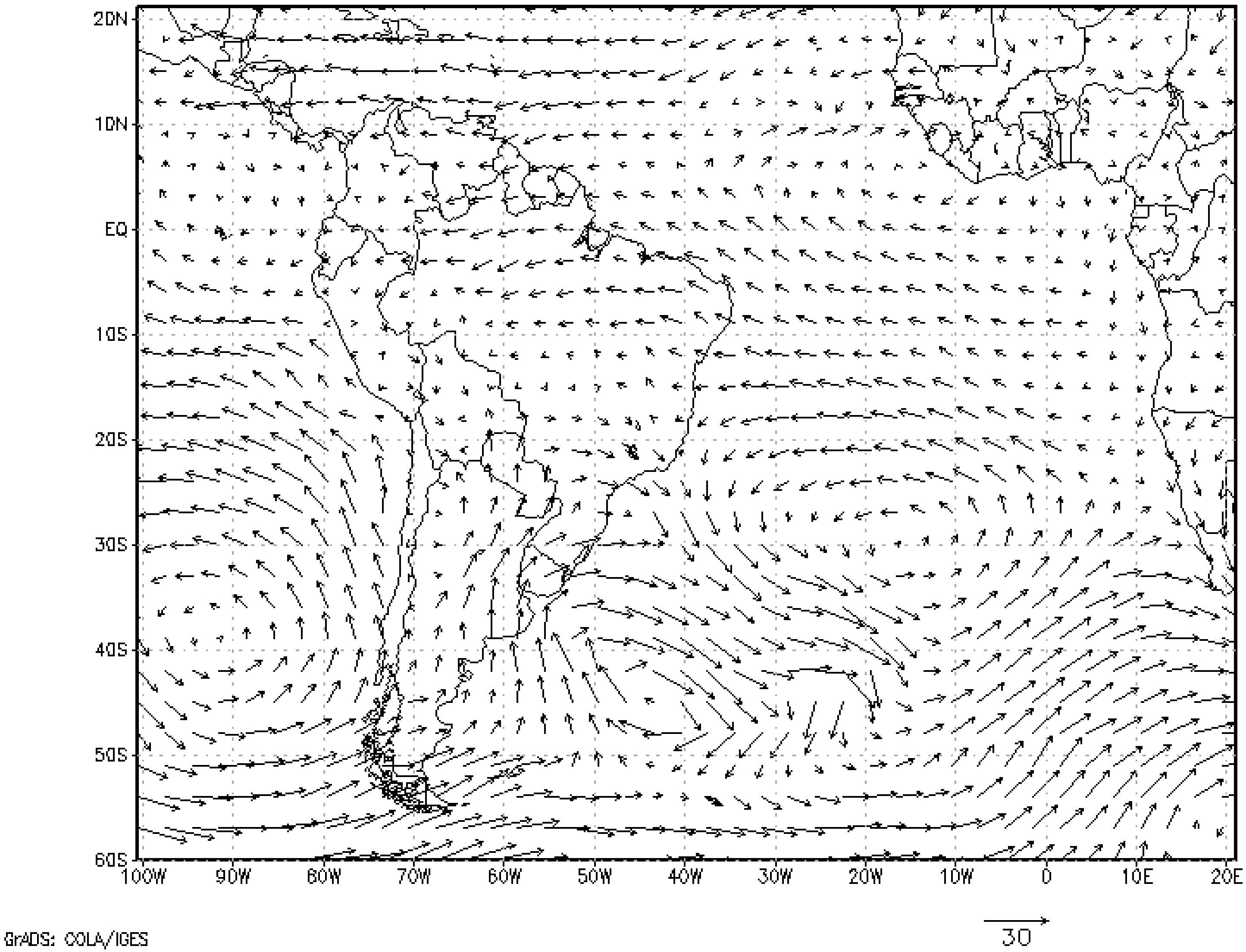
Rotacional: o produto vetorial do operador $\vec{\nabla}$ com um campo vetorial $\vec{F}$, permite definir o rotacional do campo como:

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}. \tag{70}$$

O rotacional de um campo vetorial $\vec{F}(r)$, $rot\,\vec{F}(r)$, dá como resultado um vetor cujos componentes x, y e z resultam na circulação desse campo vetorial por unidade de área respectivamente nos planos normais a esses componentes.

The vorticity (vertical component of the rotation vector):

$$\zeta = \vec{k} \cdot \left(\vec{\nabla} \times \vec{V}\right) = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \text{ transforms into: } \zeta = \vec{k} \cdot \left(\vec{\nabla} \times \vec{V}\right) = \frac{1}{r\cos\phi}\left[\frac{\partial v}{\partial \lambda} - \frac{\partial (u\cos\phi)}{\partial \phi}\right]$$


20N
10N
EQ
10S
20S
30S
40S
50S
60S
100W
90W
80W
70W
60W
50W
40W
30W
20W
10W
0
10E
20E
30
GrADS: COLA/IGES

Exercício 10

- Nível 850hPa:
- Plote a vorticidade do vento usando a fórmula:

$$\zeta = \vec{k} \cdot \left(\vec{\nabla} \times \vec{V}\right) = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \text{ transforms into: } \zeta = \vec{k} \cdot \left(\vec{\nabla} \times \vec{V}\right) = \frac{1}{r\cos\phi}\left[\frac{\partial v}{\partial \lambda} - \frac{\partial\left(u\cos\phi\right)}{\partial \phi}\right]$$

- Plote as isoipsas a cada 3 damgp (fig 10)
- Analise seu resultado: como é a vorticidade nas regiões de baixa/cavado? Como é a vorticidade nas regiões de alta/crista?
- (O que você espera com relação à vorticidade no Hemisfério Norte? Faça uma figura com a vorticidade para o HN usando o plevs.nc das aulas anteriores. O resultado é consistente com o que você esperava?)

Análises Sinóticas

Laboratório de Sinótica (04)

Exercício 11

- Plote a espessura entre 500 e 1000hPa (contour preto/branco a cada 60 dam)
- Plote o vento térmico entre 500 e 1000hPa usando a fórmula (fig 11):
- VT = Vg (500hPa) – Vg (1000hPa)
- Analise o resultado.

Exercício 12

- Analise seu resultado considerando que o vento térmico também é dado por:

$$\mathbf{v}_T = \frac{R}{f} \ln\left[\frac{p_0}{p_1}\right] \mathbf{k} \times \nabla_p \bar{T}$$

Exercício 13

- Veja como o vento geostrófico gira com a altura e relacione o sentido do giro com a advecção de temperatura (exercício 7).
- Dica: plote o vento em 1000hPa em preto/branco; plote o vento em 850hPa em vermelho e o vento em 500hPa em amarelo.

Exercício 14

- Vento Ageostrófico:
- Va = V - Vg

- Plote o vento ageostrófico em 850hPa.
- Calcule o número de Rossby (fig 14):
- $$Ro = \frac{\left|\vec{U} - \vec{U}_g\right|}{\left|\vec{U}\right|} = \frac{\left|\vec{U}_a\right|}{\left|\vec{U}\right|}$$
- , procure seu significado e interprete os resultados

Exercício 15

- Calcule a divergência do vento ageostrófico em 850hPa e compare com a divergência do exercício 9.
- Compare a divergência com a velocidade vertical para os níveis de 1000, 850, 500 e 250hPa.
- Analise seus resultados.

Jatos de altos níveis

Exercício 16

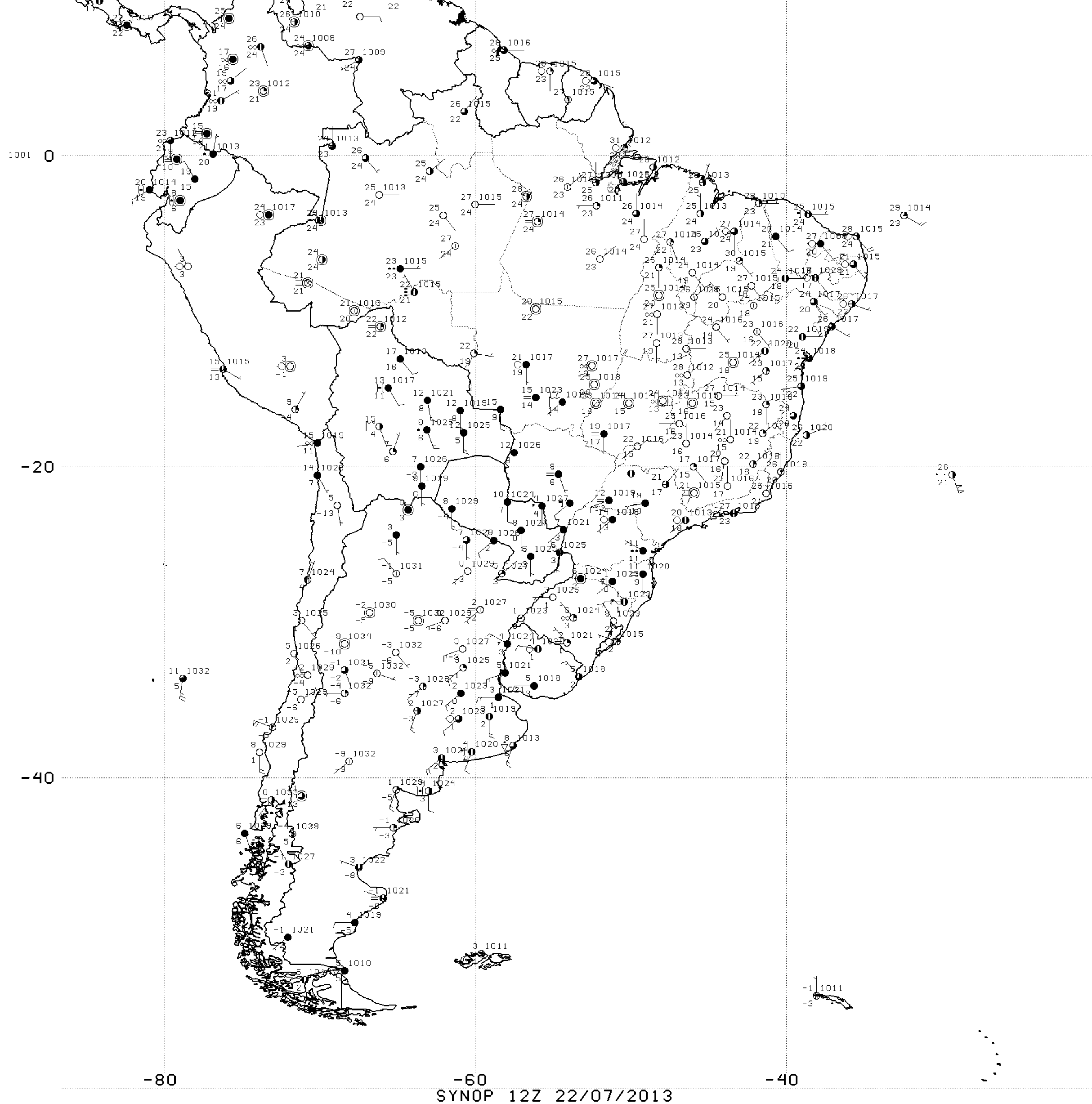
- Nível de 250hPa
- Plote isotacas do vento geostrófico (shaded), altura geopotencial (contour) e vento geostrófico (vector) – Fig 16a
- Por que existem as correntes de jato?
- Plote a divergência do vento real (shaded), as linhas de corrente do vento real e a altura geopotencial (contour) – Fig 16b
- Analise seus resultados

Exercício 17

- Para o meridiano de 65oW (longitude = constante) (set lon longitude_escolhida), entre as latitudes de 60oS a 10oN
- Faça um perfil vertical (set z 1 last)
- Plote isotacas do vento geostrófico (shaded), e temperatura (contour) – Fig 17
- Analise seus resultados

Exercício 18

- Faça a análise de pressão reduzida ao nível da superfície e identifique:
- Centros de alta pressão e/ou baixa pressão
- Frentes



SYNOP 12Z 22/07/2013

Exercício 19

- Relacione os resultados dos exercícios 7 a 18.