A collage of several globes and a sun-like planet. On the left is a large, glowing orange and yellow sun-like planet. In the center and right are several globes of Earth, some showing realistic cloud patterns, others with color-coded atmospheric or temperature maps. The background is a dark space scene with a nebula or galaxy structure.

# ACA-115

# Introdução a Ciências Atmosféricas

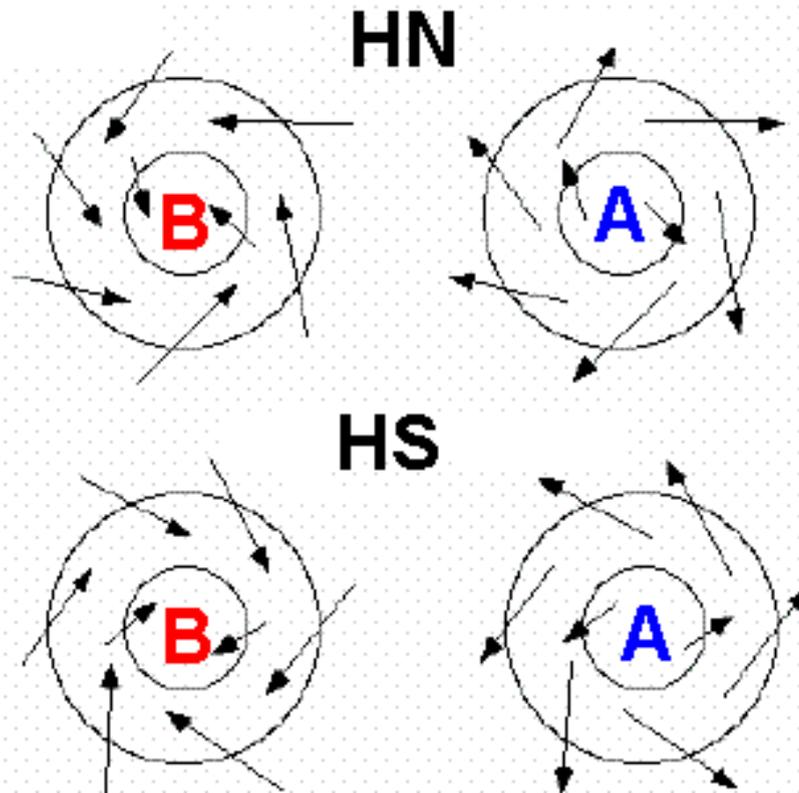
## Os Movimentos da Atmosfera

### Aula 3

# Conteúdo

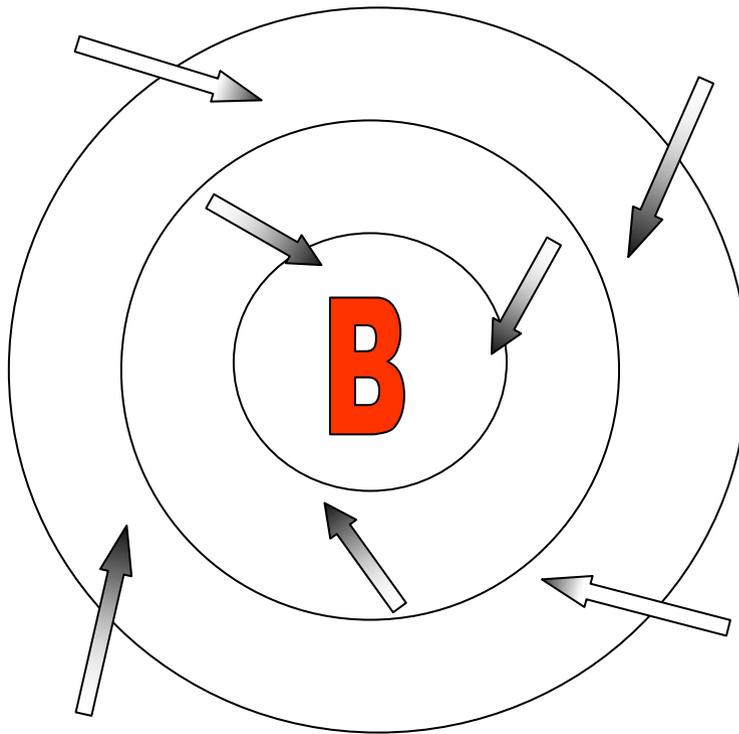
- **1. Escala dos movimentos atmosféricos e principais forças**
- **2. Equilíbrio hidrostático e geostrófico**
- **3. Divergência e convergência**
- **4. Circulação geral da atmosfera**
- **5. Circulações locais**
- **6. Turbulência atmosférica**

O atrito/fricção produz uma mudança na direção e intensidade do vento ao redor de centros de baixa e alta pressão na superfície, isto é, nos ciclones e anticiclones.

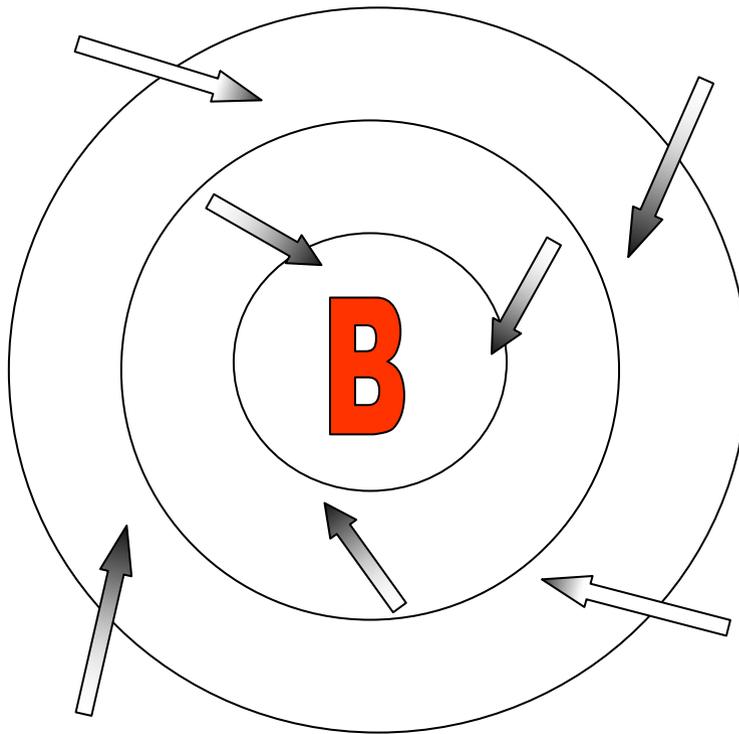


Como funciona a Convergência e a Divergência de ar em um ciclone e um anticiclone?

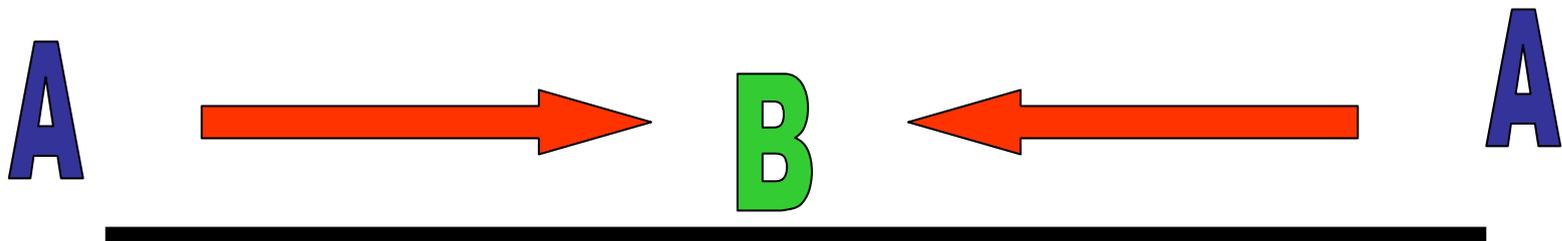
Analisa-se primeiramente um Ciclone



a) Ar flui para o centro de baixa pressão, num processo que em meteorologia é chamado de **CONVERGÊNCIA**;

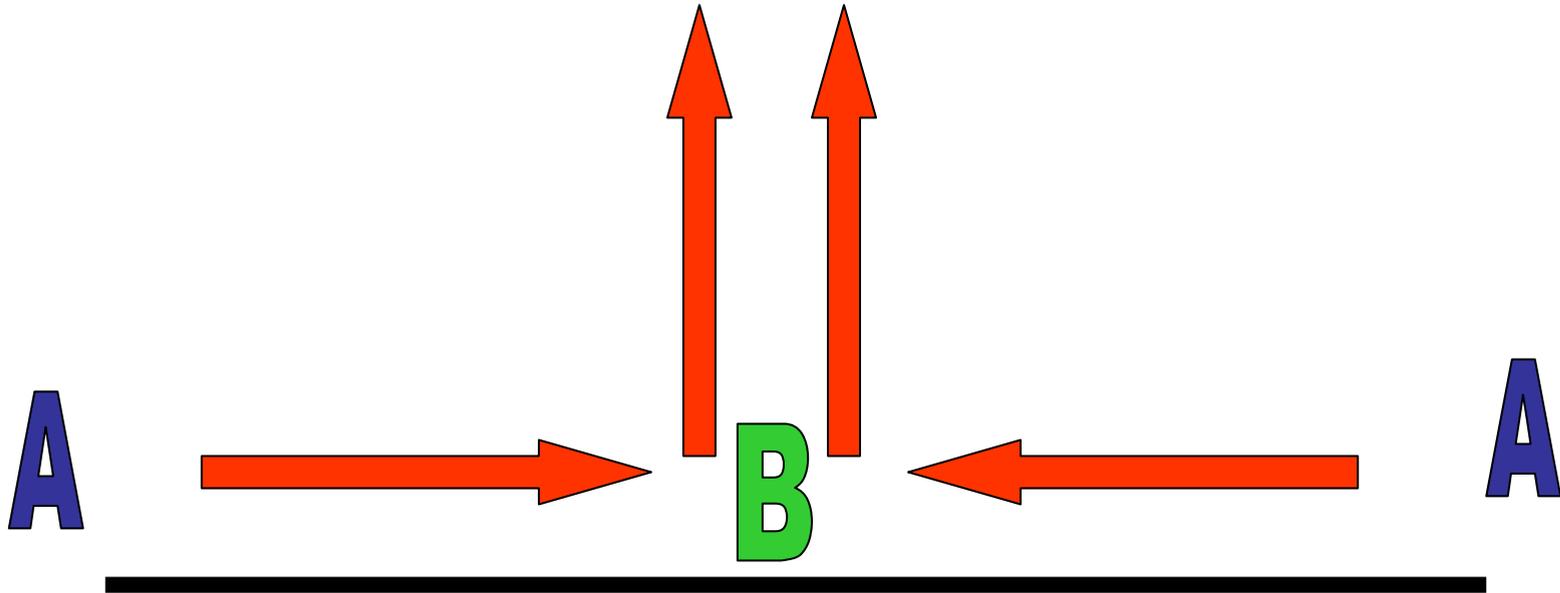


b) Quando o ar converge horizontalmente, existe então um acúmulo de massa de ar na região central, o que em princípio deve aumentar a pressão e enfraquecer o ciclone;



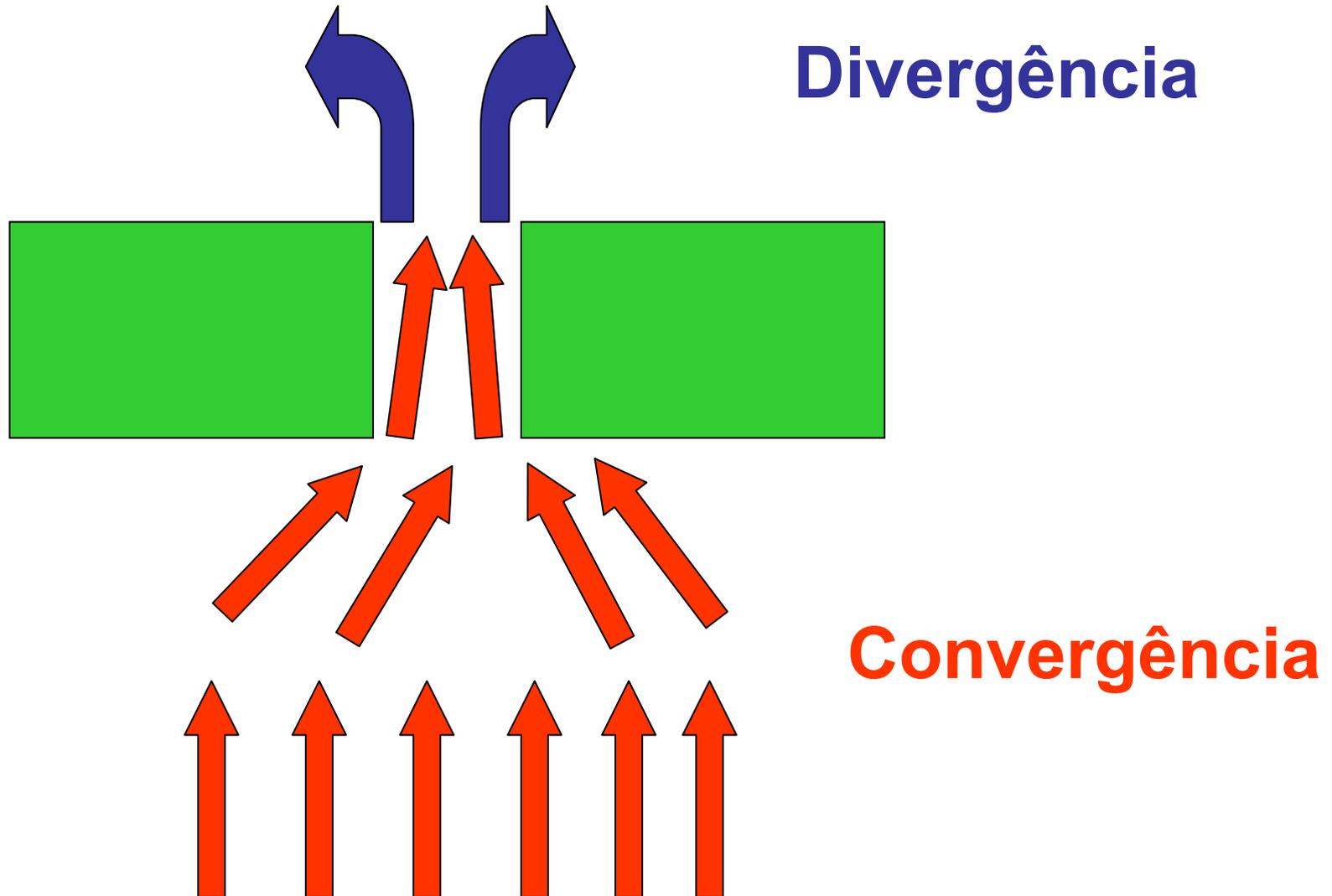
**Superfície**

c) Entretanto, há um movimento ascendente do ar na região central do ciclone;



**Superfície**

d) Após o movimento ascendente, há uma DIVERGÊNCIA em níveis superiores.



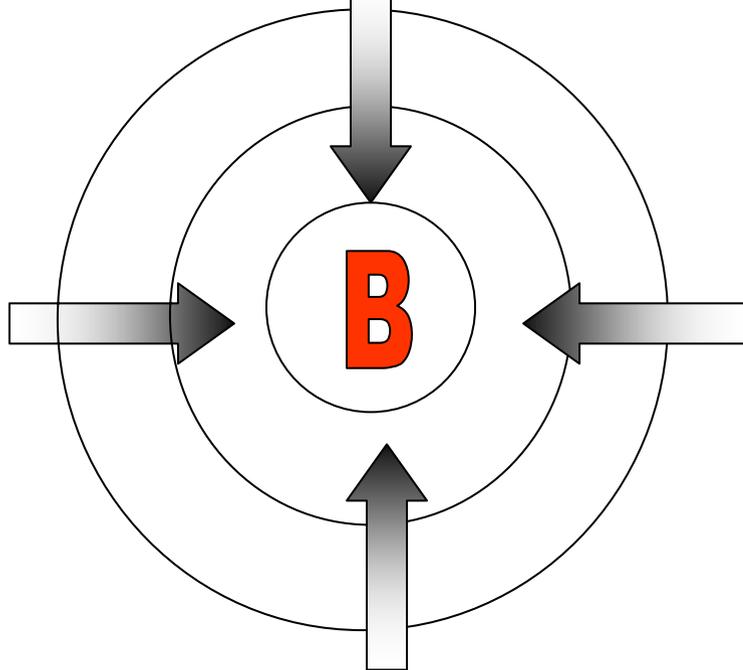
- A convergência (*afluxo* de ar) na superfície e a divergência (*efluxo* de ar) em níveis superiores mantêm o centro de baixa pressão.
- A velocidade vertical nessas regiões é bastante baixa ( $\text{cm s}^{-1}$ ), se comparada com as velocidades horizontais do vento.
- Em geral, o ar que converge próximo à superfície possui vapor d'água.
- Essa ascensão é suficiente para produzir nuvens e precipitação.

No caso dos anticiclones a situação é exatamente a oposta dos ciclones.

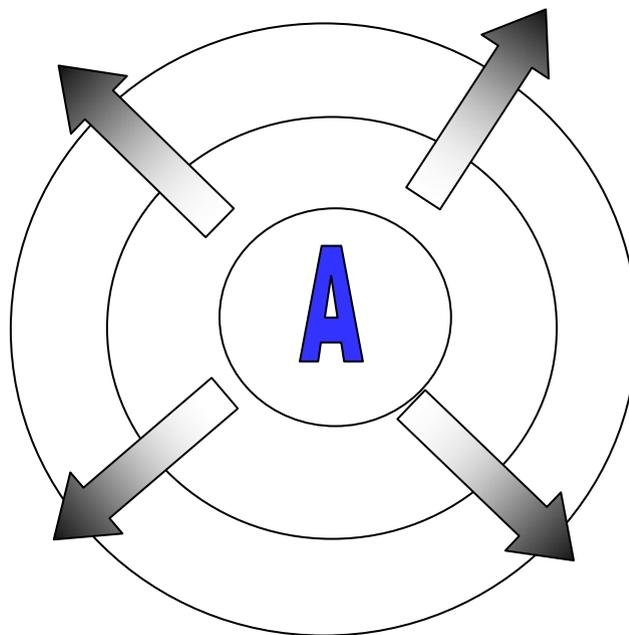
A divergência a partir do centro do anticiclone é compensada com um movimento descendente do ar na coluna, que por sua vez é alimentado por uma convergência em níveis superiores.

O movimento descendente do ar sobre o anticiclone inibe a formação de nuvens nessa região.

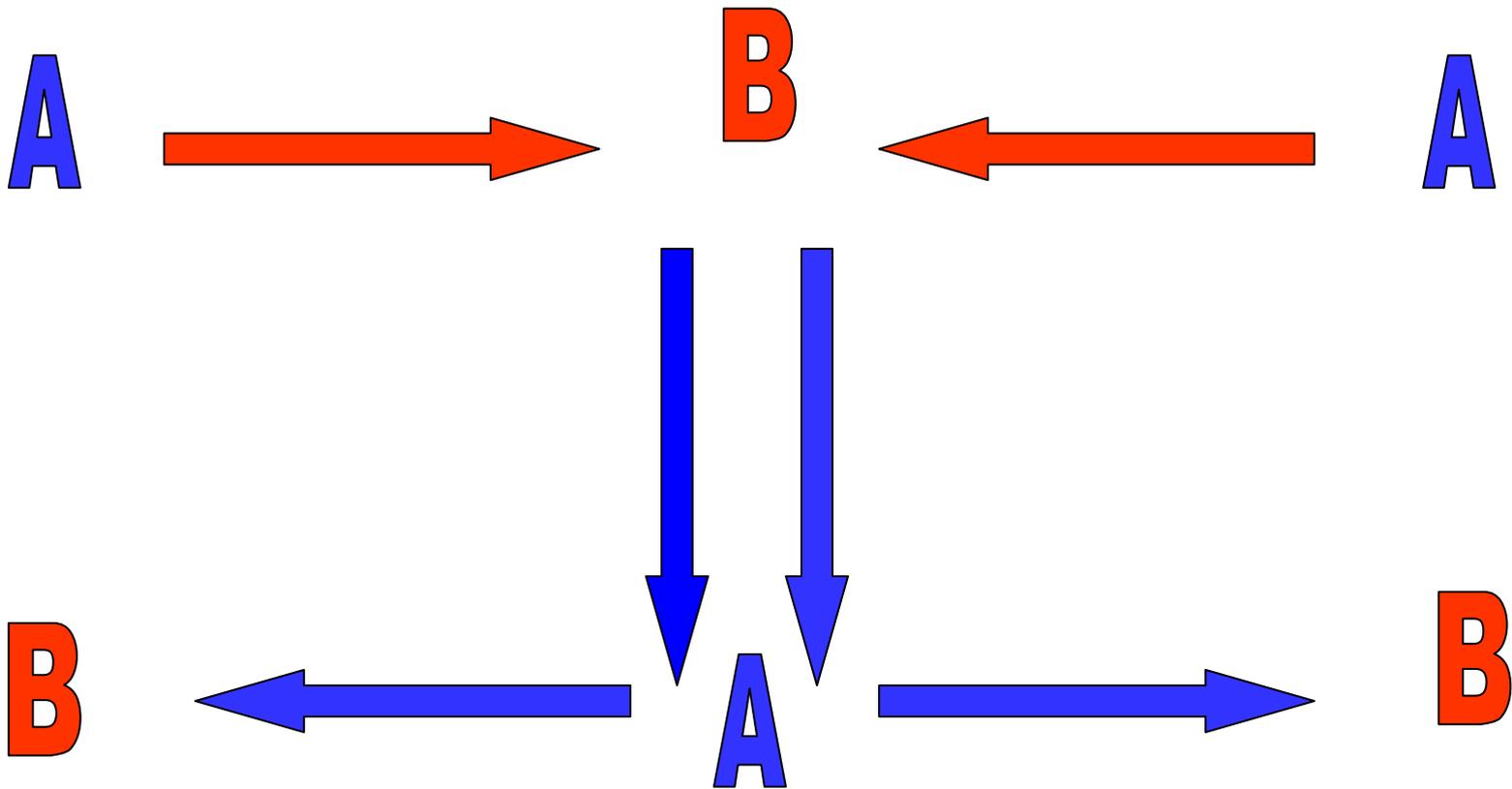
**Altura**



**Superfície**



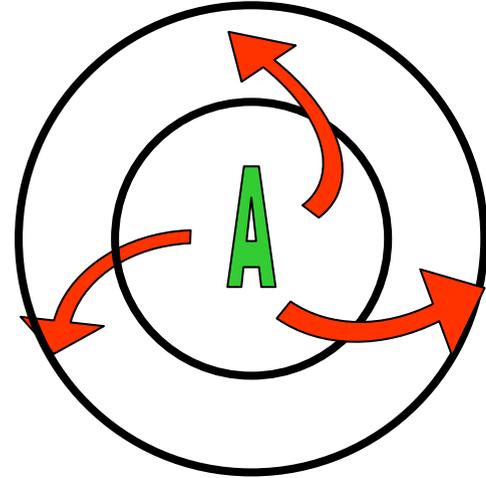
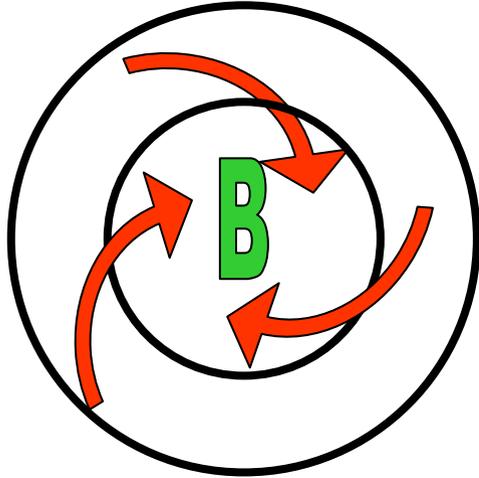
**Altura**



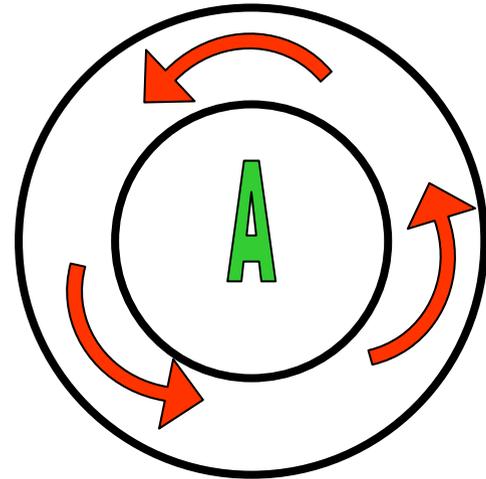
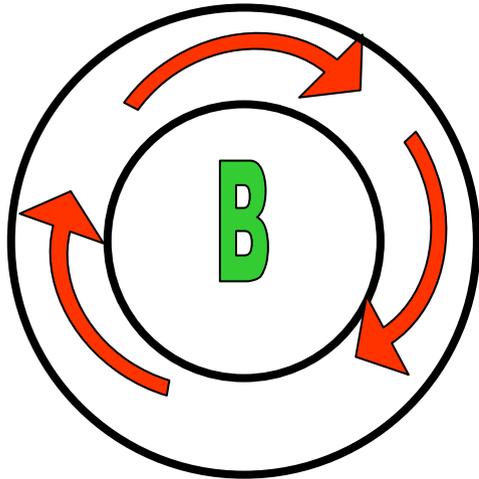
**Superfície**

**Superficie**

**Hemisterio Sur**

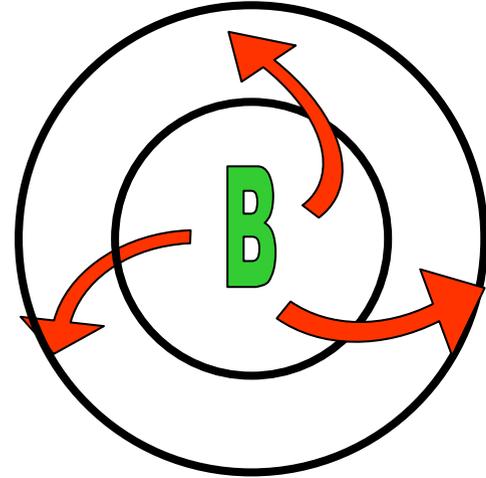
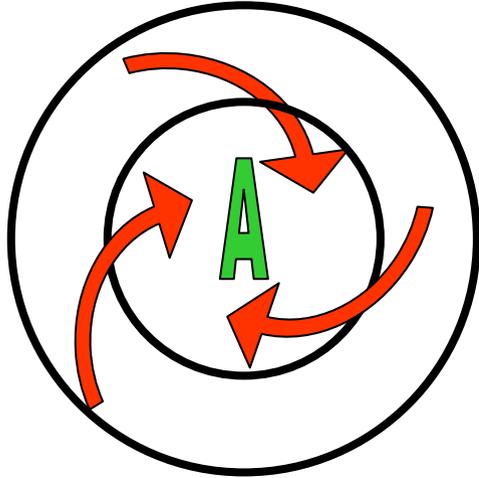


**Altura**

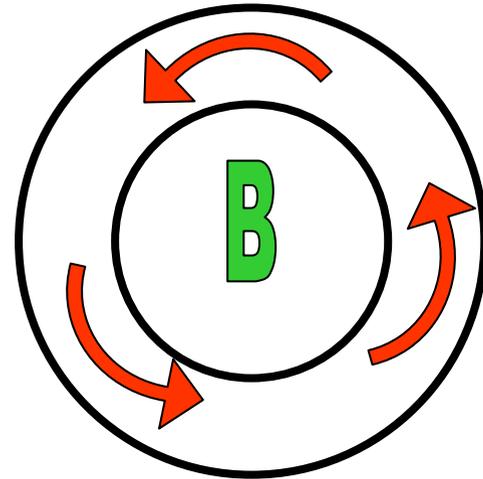
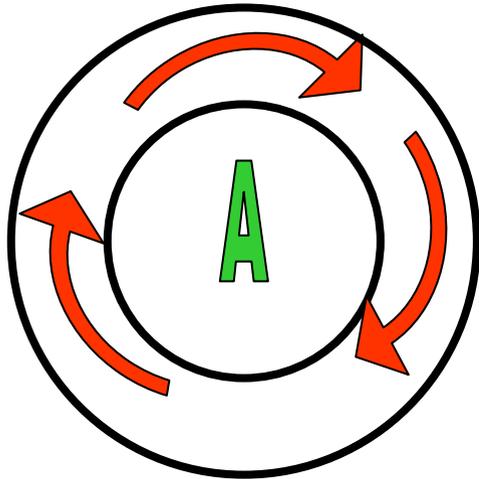


**Superficie**

**Hemisferio Norte**



**Altura**

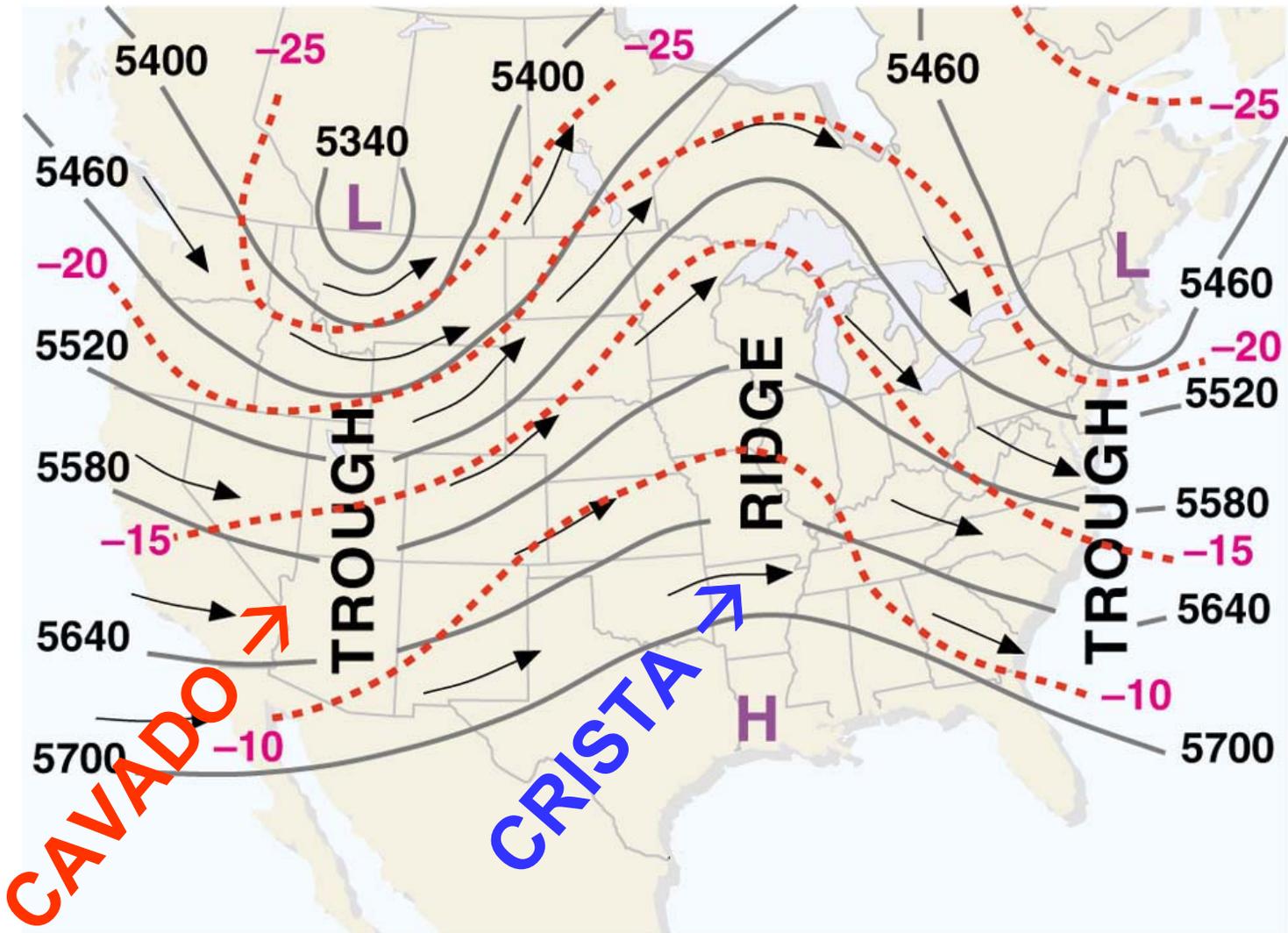


**Em muitos sistemas de baixa e alta pressão as células não se fecham, mas apresentam áreas alongadas.**

**Estas áreas são chamadas de:**

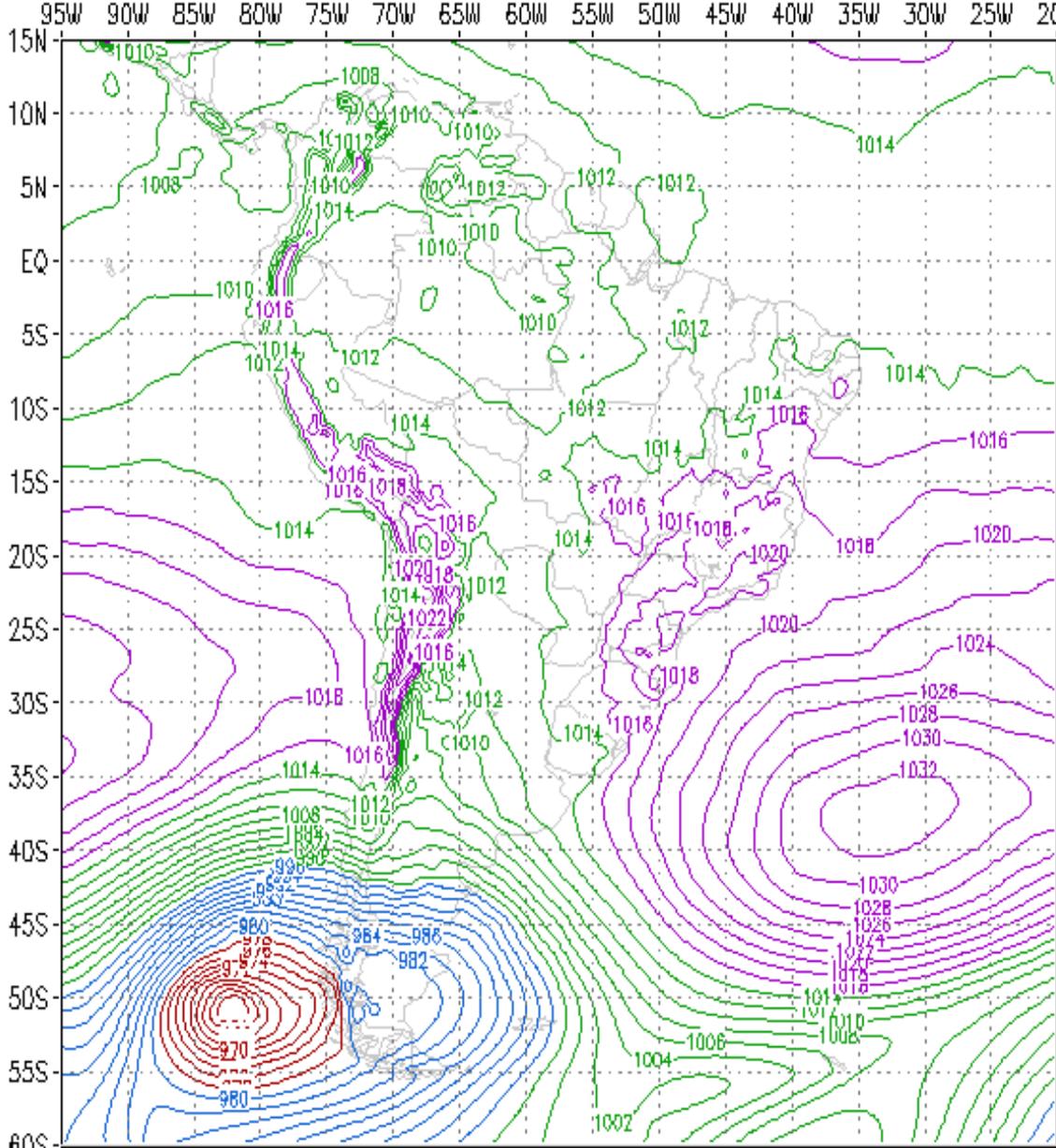
**“Cavados” (baixa pressão);**

**“Cristas” (alta pressão);**



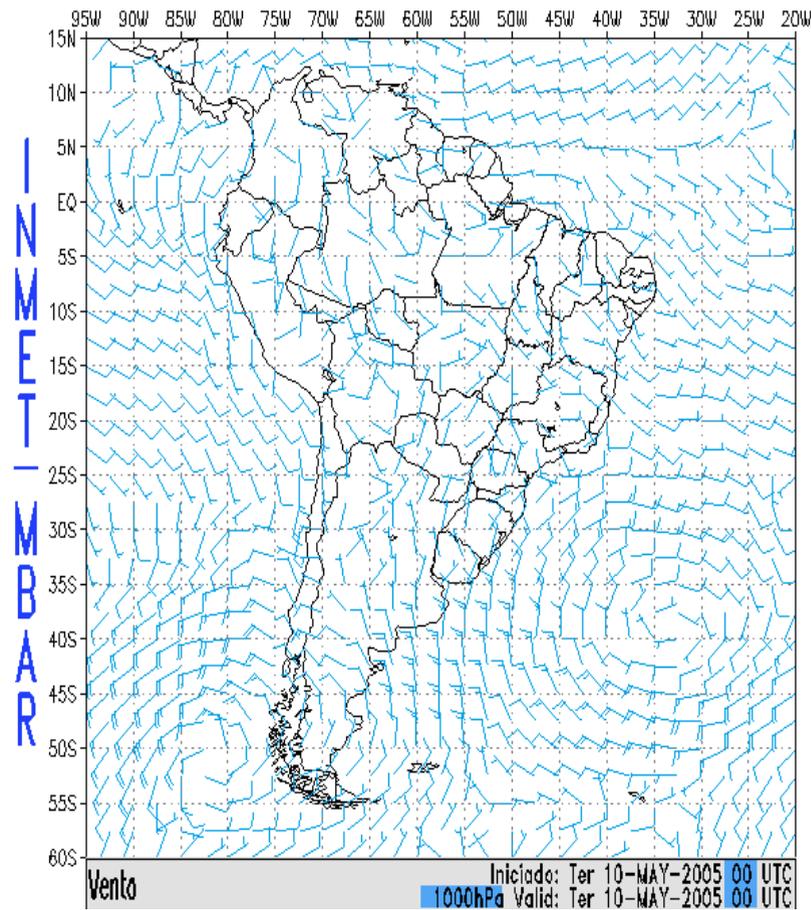
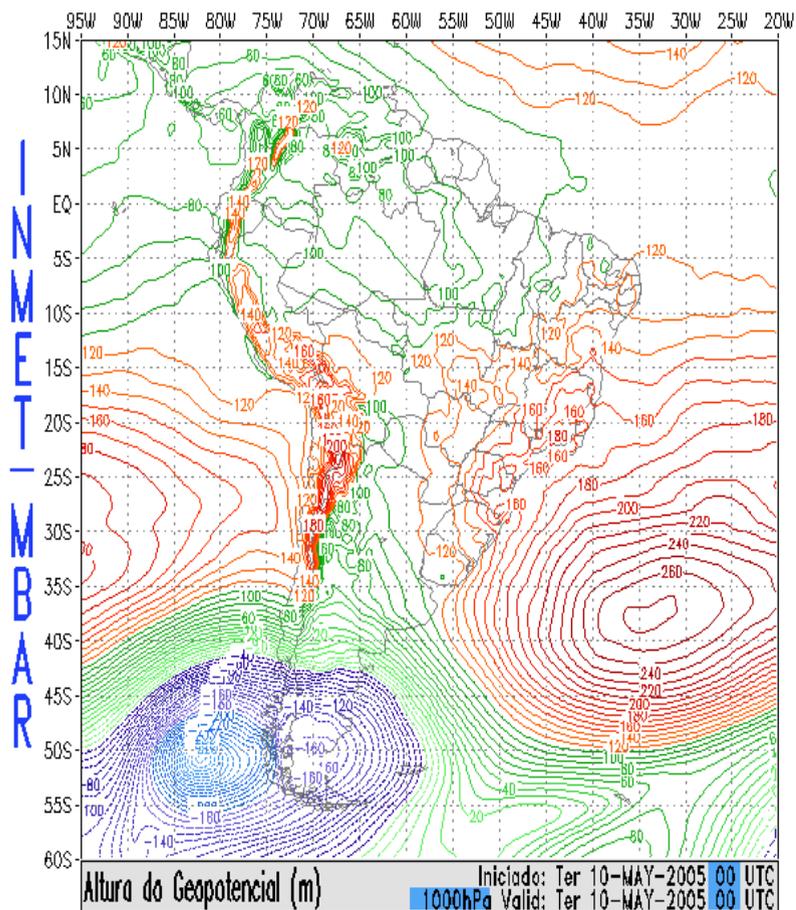
(b) Upper-air map (500 mb)

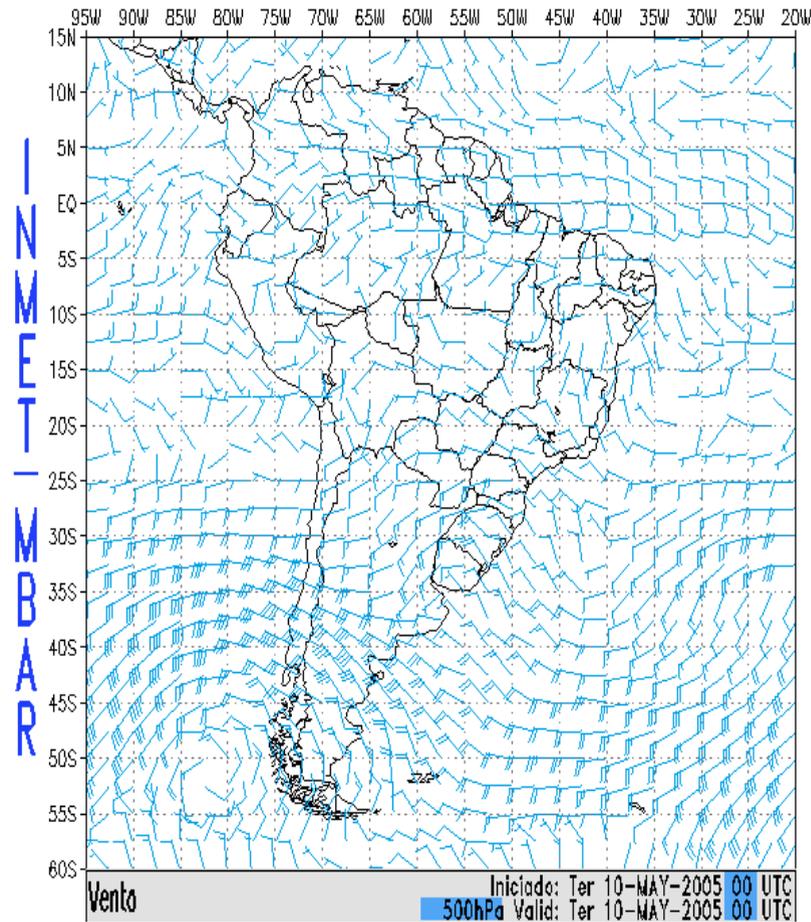
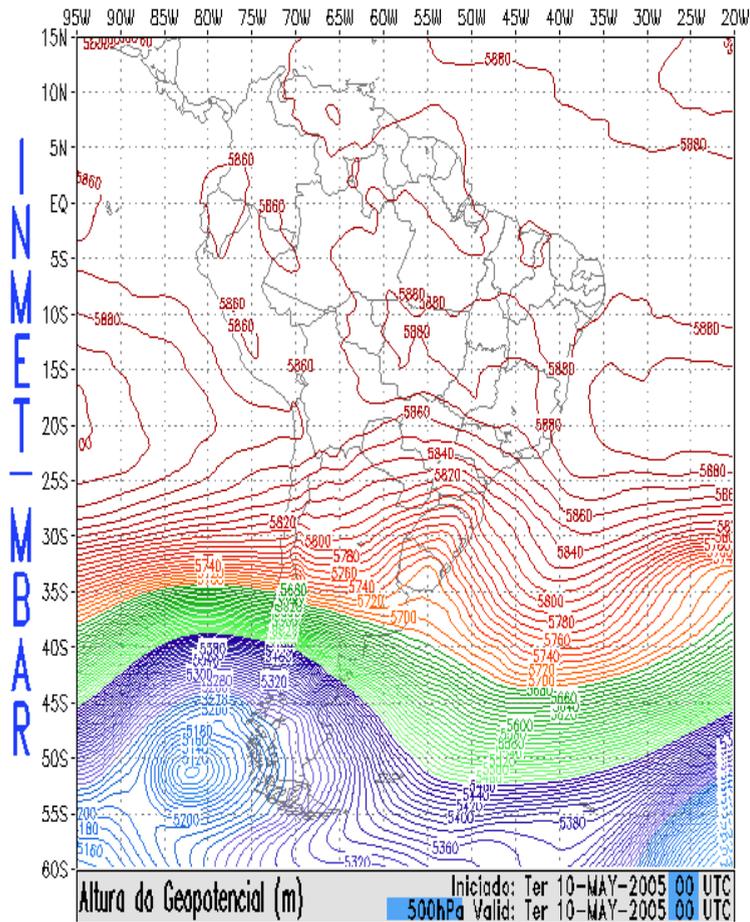
— N  
— M  
— E  
— T  
—  
— M  
— B  
— A  
— R



Pressao Reduzida NMM (hPa)

Iniciado: Ter 10-MAY-2005 00 UTC  
Valid: Ter 10-MAY-2005 00 UTC





# Como se calcula o VENTO GEOSTRÓFICO?

# INTENSIDADE DO VENTO GEOSTRÓFICO

No equilíbrio geostrófico há um equilíbrio entre a força de Coriolis (FC) e a FGHP.

Matematicamente:

$$FGHP = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{d}$$

onde, onde  $\Delta P$  é a variação de pressão,  $\rho$  é a densidade do ar e  $d$  é a distância.

A força de Coriolis,  $FC = 2\Omega V_g \text{sen } \theta$

onde,  $\Omega$  é a taxa de rotação da Terra,  $V_g$  é o vento geostrófico e  $\theta$  é a latitude do local.

O parâmetro de Coriolis ( $f$ ):

$$f = 2\Omega \sin \theta$$

Dessa forma, sendo  $FGHP=FC$ ,

$$\frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{d} = 2\Omega V_g \sin \theta$$

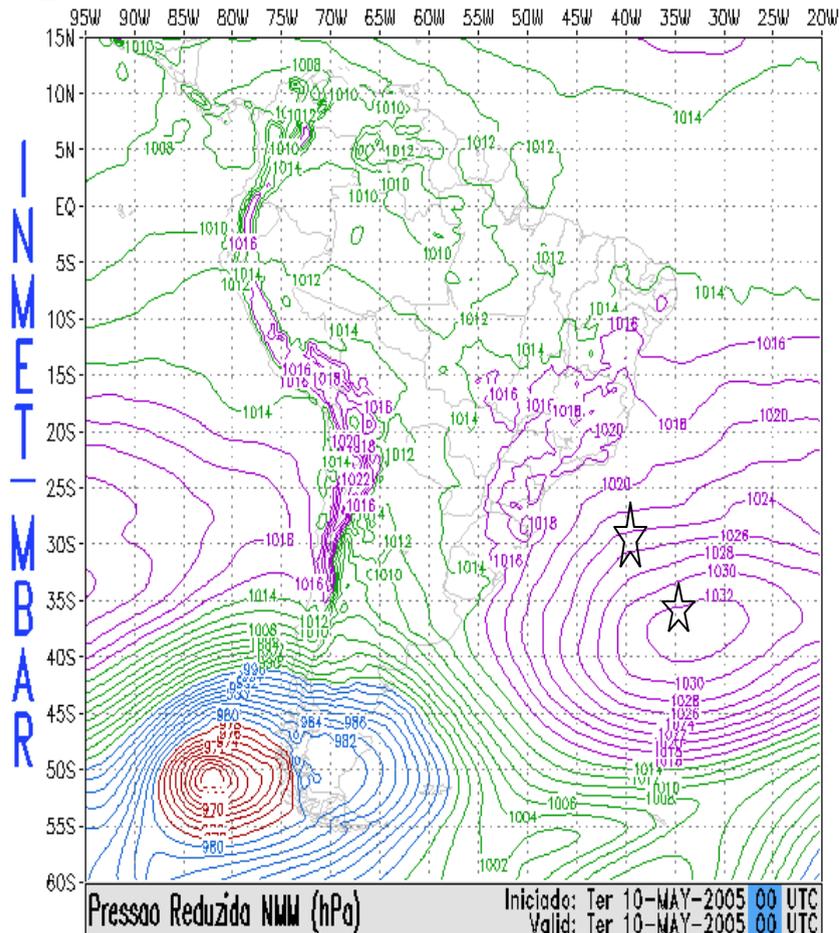
Resolvendo para  $V_g$  temos:

$$V_g = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{d} \frac{1}{2\Omega \sin \theta}$$

Portanto, em uma dada latitude a intensidade do vento geostrófico será determinada pelo gradiente horizontal de pressão ( $\Delta P/d$ ).

# EXEMPLO 1

No mapa abaixo, calcule a intensidade do vento geostrófico entre dois pontos.



## **EXEMPLO - 2**

**Em uma região 50 km distante do centro de um intenso furacão, foi observado um gradiente horizontal de pressão de 50 mb por 100 km. Este sistema tropical estava situado em 20°N.**

- a) Calcule a intensidade do vento geostrófico.**
- b) Comente o valor encontrado.**

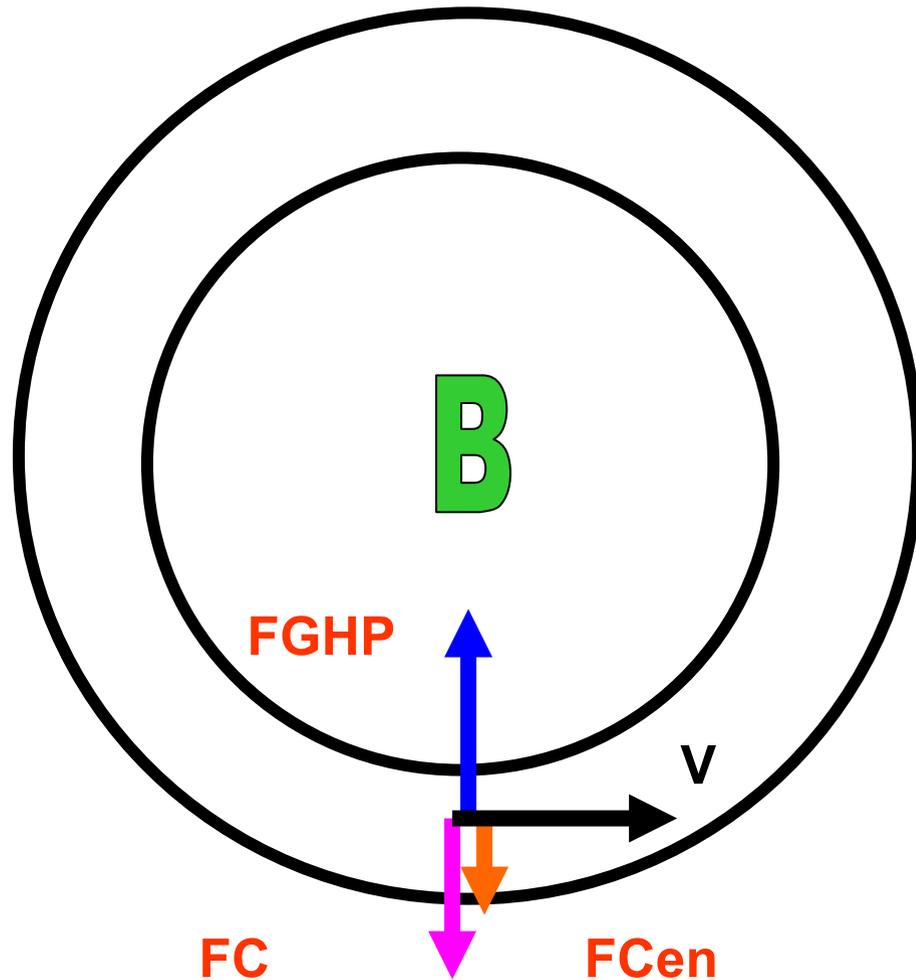
# Vento Gradiente

Em cavados acentuados em latitudes médias com propagação de oeste, observa-se que a velocidade do vento em geral é sub-geostrófica, chegando as vezes 50% do valor geostrófico, mesmo quando o fluxo de ar está paralelo as isóbaras.

Esta discrepância no balanço decorre de uma grande aceleração centrípeta que esta associada com fluxos curvos acentuados tais como em regiões de cavados por exemplo.

# INTENSIDADE DO VENTO

Agora há um balanço entre força de Coriolis (FC), Força Centrífuga e a FGHP.



# Matematicamente,

**FGHP + FCoriolis + FCentrifuga = 0**

$$\frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{d} + 2\Omega V \sin \theta + \frac{V^2}{R_T} = 0$$

**$R_T \rightarrow$  Raio de Curvatura**

## **EXEMPLO - 3**

**Em uma região 50 km distante do centro de um intenso furacão, foi observado um gradiente horizontal de pressão de 50 mb por 100 km. Este sistema tropical estava situado em 20°N. Sendo que  $R_T=100$  km**

- a) Calcule a intensidade do vento gradiente**
- b) Comente o valor encontrado.**

**FIM**