

1

## Conceitos de base

Sistema de Unidades mais utilizados

- Sistema Internacional (SI), do tipo MLT, tendo como unidades fundamentais:

Grandeza de Base	Dimensão
comprimento	L → m
massa	M → kg
tempo	T → s

MECÂNICA



- Sistema metrico-gravitatorio, do tipo FLT, tendo como unidades fundamentais;

Força ..... quilograma-força (Kgf)  
Comprimento ..... metro (m)  
Tempo ..... segundo (s)

- Sistema CGS, do tipo MLT, tendo como unidades fundamentais:

Massa ..... Grama (g)  
Comprimento ..... metro (m)  
Tempo ..... segundo (s)

2

Exemplo:

(Eq. Mov. Uniforme)

$$s = V t$$

$$V = s / t$$

$$[V] = L T^{-1}$$

- Para a aceleração:

$$[a] = [V] T^{-1} = L T^{-2}$$

- A equação de definição da força é:

$$F = ma$$

A equação das dimensões é:

$$[F] = M L T^{-2}$$

[P]; [E]; [W]; [N] = ???

Conceitos de base

- De um modo geral, a equação de dimensões de uma grandeza X, é:

$$[X] = M^{\alpha} L^{\beta} T^{\gamma}$$

Em que  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são as dimensões da grandeza.

- Se as grandezas fundamentais são a força, o comprimento e o tempo

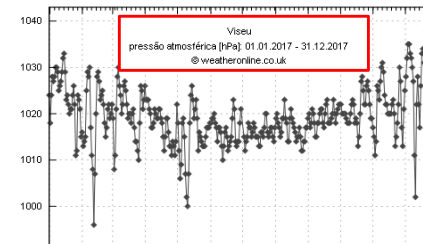
$$[X] = F^{\alpha} L^{\beta} T^{\gamma}$$

- Quando  $\alpha = \beta = \gamma = 0$  e ( $\alpha' = \beta' = \gamma' = 0$ ) a grandeza diz-se adimensional, como é o caso da densidade relativa

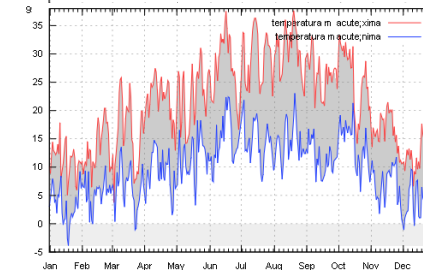
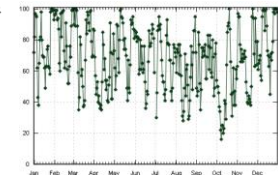
3

3

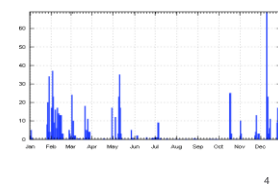
Conceitos de base



Humidade relativa (%)



Precipitação (mm)



4

4



## Forças de pressão

Dimensões -  $L^{-1} M T^{-2}$

Exprime-se no SI -  $N / m^2$

Peso específico ou volúmico ( $\gamma$ )  
Quociente entre o peso e o volume -  $N/m^3$

Pressão em termos de  
**altura equivalente**  
A força que o líquido,  
exerce na base é igual  
ao peso do líquido

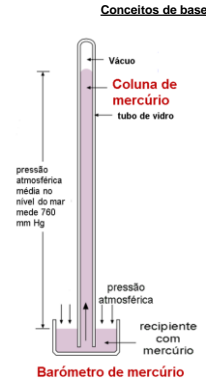
$$\gamma = \text{Peso} / \text{Volume}$$

$$\text{Peso} = \gamma \times A \times h$$

$$= \gamma \times V$$

$$p_{\text{pressão}} = \frac{\gamma \times A \times h}{A}$$

$$h(m) = \frac{p(N/m^2)}{\gamma(N/m^3)}$$



Exemplo

Uma pressão de  $1,01325 \times 10^5 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$  é equivalente a uma coluna líquida ( $\gamma_{Hg}=133368 \text{ N/m}^3$ )

$$h(m) = \frac{p\left(\frac{N}{m^2}\right)}{\gamma\left(\frac{N}{m^3}\right)} = \frac{1,01325 \times 10^5}{133368} = 0,760 \text{ m} = 76 \text{ cm} = 760 \text{ mm}$$

5

Conceitos de base

$$P_{\text{atm}} = \frac{\text{Peso do Ar(??)}}{\text{Sup. da Terra (??)}} = \text{☺}$$

$$= 10^5 \text{ N} / m^2$$

$$= 10^5 \text{ Pa}$$

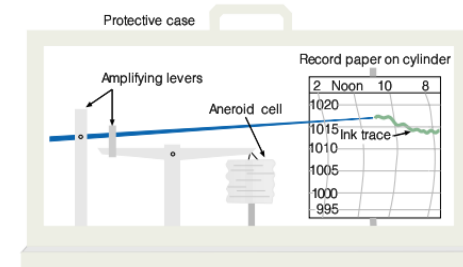
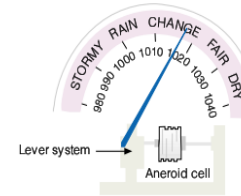
milibar (mbar)	1 mbar = 0,1 kPa
hectopascal	1 milibar (mbar) ←
bar	1 bar = 100 kPa = 14,5 psi
altura equivalente	1 cm água 0,09807 kPa
altura equivalente	1 mmHg = 0,1333 kPa
atmosfera (atm)	1 atm = 101,325 kPa
pound per square inch (psi)	1 psi = 6,896 kPa

$$P_{\text{atm (nivel mar)}} = 1 \text{ atmosfera} = 10,134 \text{ N/cm}^2 = 760 \text{ mm coluna Hg} = 10,33 \text{ m.c.a.}$$

7

Conceitos de base

## Barômetro - Aneróide



## Barógrafo

6

6

## Circulação Geral da Atmosfera

### Radiação solar

Os Polos recebem muito menos radiação solar do que as latitudes baixas

- Diferenças no ângulo de incidência dos raios solares.

- A inclinação do eixo da Terra resulta em ausência de recebimento de radiação além dos círculos polares, por seis meses a cada ano.

- Gelo Ártico e Antártico refletem considerável parte da radiação solar de volta para o espaço,

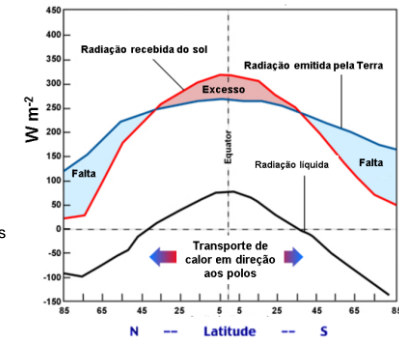
**Circulação Geral da Atmosfera** representa o "escoamento médio do ar" ao redor do globo, originado pelo aquecimento desigual da superfície da terra

O aquecimento da atm é efetuado de maneira indireta. A superfície da terra absorve energia solar e transmite esse calor para as camadas mais baixas da atm. Depois o calor é transportado para camadas mais altas da atm por mov. verticais (convecção) ou por movimentos horizontais (advecção)

8

Conceitos de base

## Equilíbrio radiativo à escala global

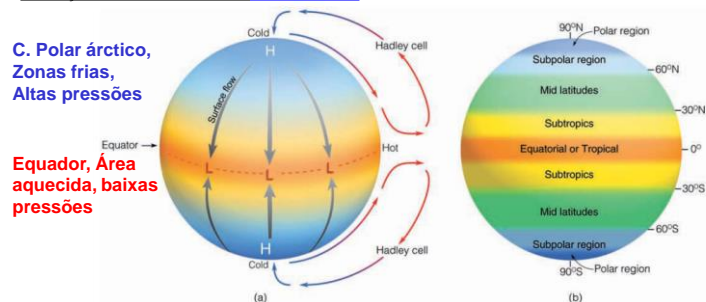


8



## Circulação Global da Atmosfera - Célula Única

Conceitos de base



Modelo de circulação geral – Célula Única, Assumindo que:

- A Terra é uniformemente coberta por água
- O Sol é dirigido sobre o Equador
- Terra sem rotação

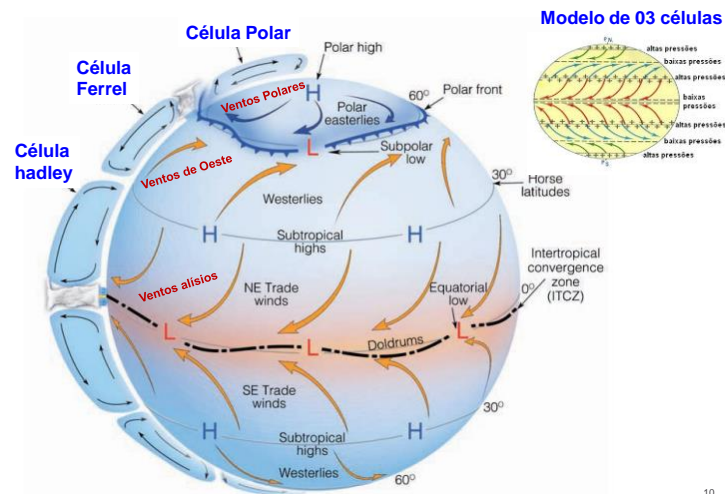
Padrão de uma única célula chamada Célula de Hadley

- Ar mais quente do equador sobe e o ar frio desce dos polos
- Não funciona, porque não foi incluído a rotação da terra

9

## Circulação Global da Atmosfera

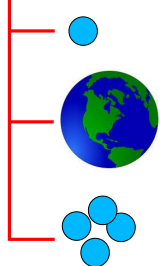
Conceitos de base



10

Conceitos de base

Um **corpo** permanece em repouso ou em movimento uniforme, sem mudar a sua velocidade ou direção, a menos que uma força externa atue nesse corpo (<sup>1º Lei</sup>)



Em meteorologia considera-se uma **parte** de ar suficientemente grande para incluir varias moléculas, mas suficientemente pequena para que cada **parte** se mova como um único **objeto**

Os meteorologistas chamam a esse objeto...

**Parcela de Ar**

De acordo com a 2ª Lei de Newton ( $F=ma$ ), a parcela de ar, sob a ação de uma força tende a causar uma aceleração (variação da velocidade), vamos considerar a força a atuar num dados volume de ar

**Força por unidade de volume = massa por unidade de volume x aceleração**

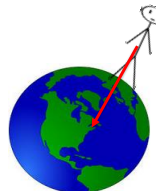
Se houver mais que uma força, terá que realizar-se um balanço de forças

11

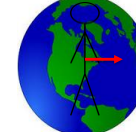
## FORÇA DA GRAVIDADE

## FORÇA CENTRÍFUGA

Conceitos de base



Todos os corpos são atraídos para o centro da terra

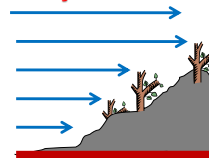


**Força Centrífuga**

Como a Terra possui uma forma mais ou menos esférica, achatada nos polos e dilatada no Equador e gira em torno de seu eixo norte-sul, todos os objetos na sua superfície estão sujeitos a uma Força Centrífuga. Essa força exerce grande influência nos corpos que se movem rapidamente na superfície terrestre e pouca influência terá sobre o vento, visto que este tem deslocamento mais lento.

$$FC = mv^2/r$$

## FORÇA ATRITO SUPERFICIAL



Apesar de poder existir forças de atrito na atmosfera superior, elas usualmente são muito fracas. O único lugar onde o atrito é sempre importante é perto do solo. Em geral, o efeito do atrito é sentido até 1-2 km de altura (*camada limite atmosférica*).

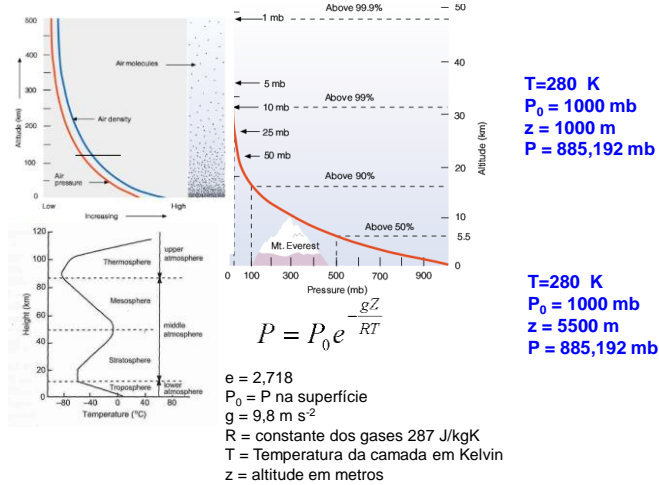
12

11

12



# Pressão atmosférica e a massa volúmica decaem com a altitude



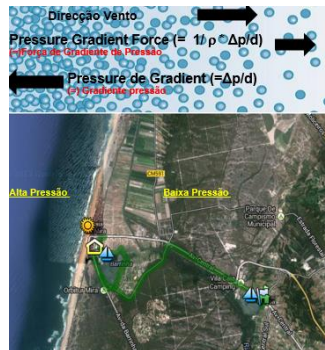
13

## Varição Horizontal Pressão atmosférica

Coluna de ar

Modelo de atmosfera

- $\rho$  mantém-se constante com a altitude
- A P sup está relacionada com o número de moléculas
- Quando o ar à mesma temperatura entra Psuf sobe, quando é removido a Psuf desce



$$(\rho = \rho_0)$$

15

## Relação entre a pressão, a temp. e $\rho$ ?

→ Efeito da temperatura na  $\rho$

$$P(Pa) = \rho(kg/m^3)R(J/kg \cdot K)T(K)$$

$$\rho = \frac{100\,000 \text{ Pa}}{287 \text{ J/kg} \cdot \text{K}^{-1} \times 308 \text{ K}} = 1,13 \text{ kg/m}^3$$

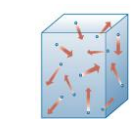
$$\rho = \frac{100\,000 \text{ Pa}}{287 \text{ J/kg} \cdot \text{K}^{-1} \times 278 \text{ K}} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$500 = T \times 0,690 \times 2,87$$

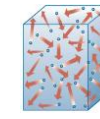
$$T = \frac{500}{0,690 \times 2,87} = 252,5 \text{ K}$$

$$p = 288 \times 1,226 \times 2,87$$

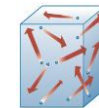
$$p = 1013 \text{ mb}$$



As moléculas exercem pressão



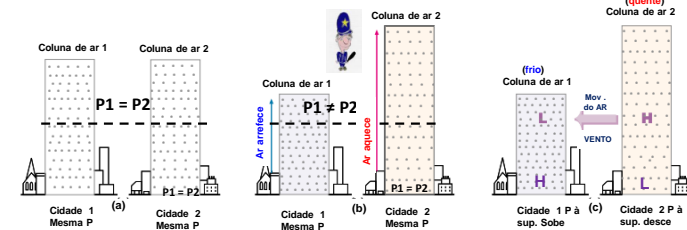
A pressão deve **aumentar**, se  $\rho$  aumentar ou seja nº de moléculas



A pressão deve **aumentar**, se T aumentar, aumentando tb a velocidade

14

## Varição Horizontal Pressão atmosférica



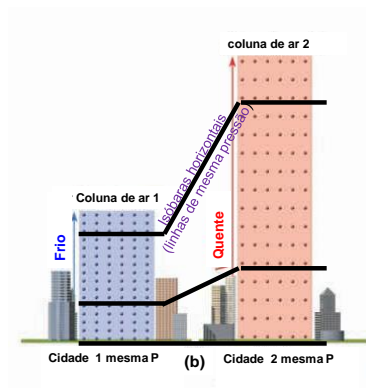
- As duas cidades com a mesma P
- O ar arrefece na cidade 1 e aquece na cidade 2, a P na superfície é igual, mas em altura acentua-se as diferenças de P
- Movimentos compensatórios, dando origem aos ventos, sempre da Alta Pressão (H) para a baixa pressão (L)

O ar quente em altitude está associado a elevadas pressões atmosféricas (H) ou (A), e o ar frio superior está associado com baixas pressões (L) ou (B)

16



Conceitos de base  
**Varição Horizontal Pressão atmosférica**

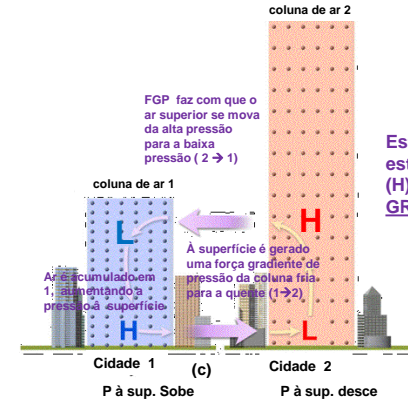


Isóbaras são linhas que unem pontos de igual pressão atmosférica.

- coluna com ar mais frio e mais denso exerce a mesma pressão que uma coluna de ar mais quente e menos denso.
- a pressão atmosférica decresce mais rapidamente com a altura em uma coluna de ar mais fria.

17

Conceitos de base  
**Varição Horizontal Pressão atmosférica**



A diferença horizontal na temperatura origina diferenças na pressão (GRADIENTE de PRESSÃO)

Estas diferenças de pressão estabelece a causa do movimento de (H)/(A) para (L)/(B) → **FORÇA DO GRADIENTE de PRESSÃO**

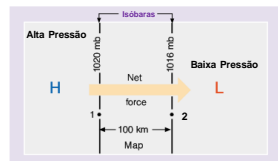
18

**FORÇA GRADIENTE DE PRESSÃO (FGP)**

A variação da pressão no sentido horizontal, considerada sobre uma determinada distância, é chamada Gradiente de Pressão

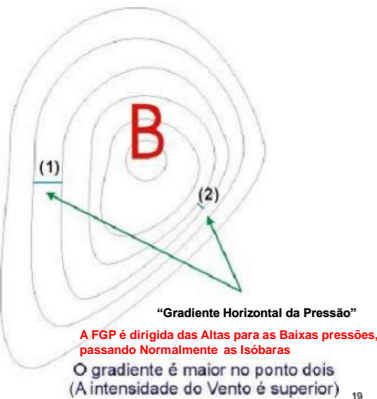
$$\text{diferença de pressão entre dois locais / distância} \\ \Delta p / \Delta d = (p_2 - p_1) / (d_2 - d_1)$$

As diferenças de pressão são devidas aos desníveis de aquecimento da terra



**FGP = 4 mb/100 km**

Força Gradiente de Pressão é diretamente proporcional à diferença de pressão e inversamente proporcional à distância entre as isóbaras (linhas que passam pelos pontos de igual pressão). Assim, a intensidade do vento será tanto maior quanto mais juntas estiverem as isóbaras.



**"Gradiente Horizontal da Pressão"**

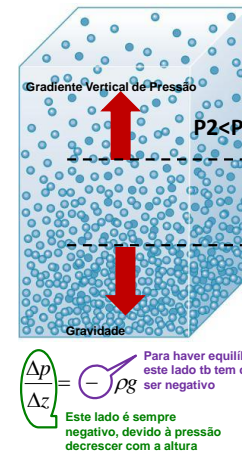
A FGP é dirigida das Altas para as Baixas pressões, passando Normalmente as Isóbaras

O gradiente é maior no ponto dois (A intensidade do Vento é superior)

19

Conceitos de base  
**"Gradiente Vertical de Pressão"**

(também existem "GVP") **Porquê que a atmosfera não esmaga a superfície do globo? Porquê ar não se escapa para a atm superior?**



Devido ao equilíbrio hidrostático, que representa Balanço entre **g** e o **GVP**

A gravidade puxa os gases da atm para baixo

As forças de pressão puxam em sentido contrário

As duas forças não se equilibram, o ar desloca-se em resposta à força dominante de modo a repor o equilíbrio

$\Delta p / \Delta z > -\rho g \rightarrow$  o ar sobe (aumento de  $\Delta z$  de modo a diminuir  $\Delta p / \Delta z$ )

$\Delta p / \Delta z < -\rho g \rightarrow$  o ar desce (dimin. de  $\Delta h$  de modo a aumentar  $\Delta p / \Delta z$ )

$$\frac{\Delta p}{\Delta z} = -\rho g$$

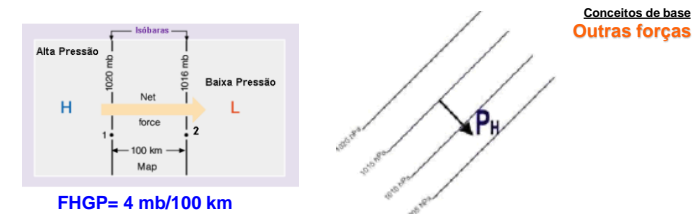
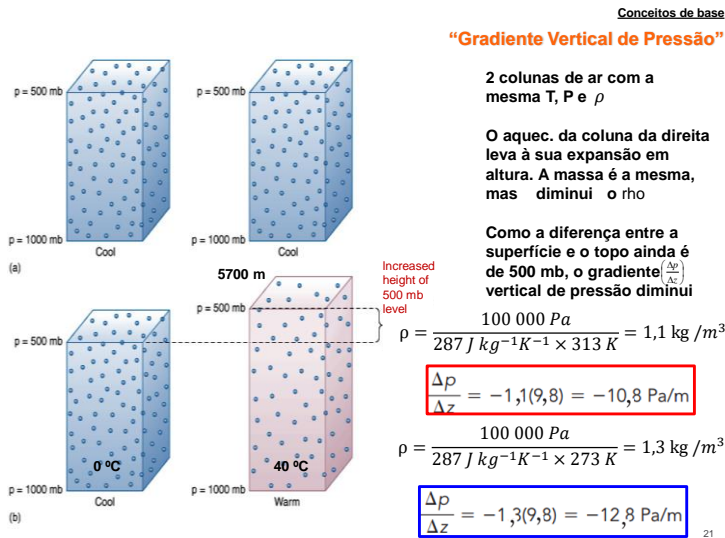
Para haver equilíbrio este lado tb tem de ser negativo

Este lado é sempre negativo, devido à pressão decrescer com a altura

20

20



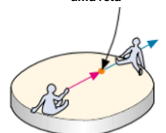


→ Não é só gradiente de pressão a única força envolvida (se fosse assim, o vento atravessava perpendicularmente as isóbaras das altas para as baixas pressões pelo caminho mais curto)

→ Os Ventos são desviados e sofrem deflecções por outras forças

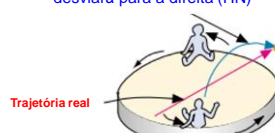
## FORÇA DE CORIOLIS

Bola, ao ser atirada descreve uma reta



Disco sem movimento

Ao atirar a bola a trajetória continua reta, mas um observador no disco terá a impressão que a bola se desviará para a direita (HN)



Trajetoória real



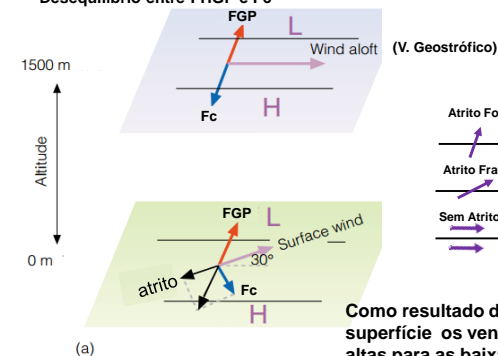
- Deflexão através das isóbaras
- HN desvio para a direita
- HS desvio para a esquerda
- Não altera a velocidade
- Não actua no equador (=0)

A força de Coriolis é um desvio Aparente, só visível para um observador que não esteja na terra (efeito da rotação da Terra)

**Conceitos de base**  
**Outras forças**

## FORÇA DE ATRITO

- Actua à superfície ( 1000 a 2000 m)
- Opõe-se à direção do Vento (reduz a velocidade)
- Contraria a ação da força de Coriolis
- A FHGP mantém-se ( não depende da velocidade)
- Desequilíbrio entre FHGP e Fc

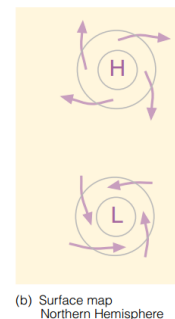


(a)

FIGURE 6.19

The effect of surface friction is to slow down the wind so that, near the ground, the wind crosses the isobars and blows toward lower pressure. This phenomenon produces an outflow of air around a high and an inflow around a low

**Conceitos de base**  
**Outras forças**



(b) Surface map Northern Hemisphere

Como resultado das forças de atrito à superfície os ventos cruzam as isóbaras das altas para as baixas pressões.



### Balanço Geostrófico

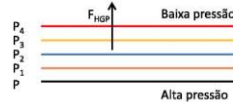
### Balanço Geostrófico

Entre as forças do gradiente horizontal de pressão (FHGP) e a força de coriolis (Fc)

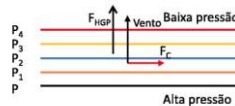
Ocorre nos movimentos horizontais de grande escala acima da camada turbulenta (>1 Km)

#### Como funciona?

Assim que uma parcela de ar, em repouso, fica sujeita ao efeito da ação da FHGP ela começa a deslocar-se perpendicularmente às isóbaras



Mas, sofre imediatamente o efeito da Fc



25

25

### Balanço Geostrófico

### Balanço Geostrófico

#### Intensidade do vento Geostrófico

O equilíbrio geostrófico é o equilíbrio entre a força de coriolis (Fc) e a força horizontal gradiente de pressão (FHGP)

É necessário ter em conta a massa por unidade de volume

$$FHGP = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta p}{d}$$

$$F_c = FHGP$$

$$F_c = 2\omega v_h \sin \alpha$$

$\Delta p$ , variação de pressão (Pa)

$\rho$ , massa volúmica (kg m<sup>-3</sup>)

$d$ , distância (m)

$\omega$ , vel. angular da Terra (7,259x10<sup>-5</sup> rad/s)

$v_h$ , vel. Horizontal - vento geostrófico (m s<sup>-1</sup>)

$\alpha$ , latitude do local (°)

$$v_h = \frac{1}{2\omega \sin \alpha \rho} \frac{\Delta p}{d}$$



$$v_h = \frac{400}{14,6 \times 10^{-5} \times 0,64 \times 0,70 \times 2 \times 10^5}$$

$$V = 30,6 \text{ m/s}$$

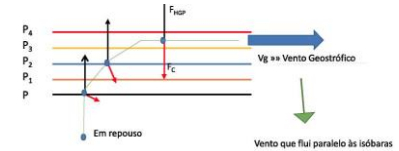
27

27

### Balanço Geostrófico

### Balanço Geostrófico

Modificação na direção do movimento faz com que a Fc se oponha à FHGP até que a parcela adquira uma direção de deslocamento paralela às isóbaras. O vento nestas condições é o vento **GEOSTRÓFICO**



Nesse instante, a FHGP e a Fc têm a mesma intensidade e sentidos opostos. Atingem, assim o Balanço Geostrófico. As forças equilibram-se, a parcela deixa de ser afetada por qualquer destas forças e segue uma trajetória paralela às isóbaras com movimento uniforme.

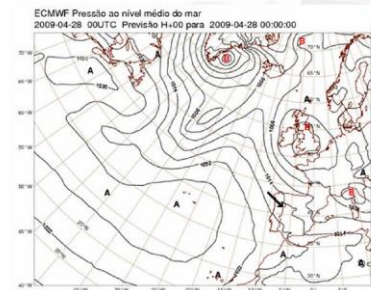
(No exemplo apresentado as isóbaras são em linha reta)

26

26

O comportamento e o desenvolvimento de um incêndio florestal estão directamente relacionados com o chamado **Triângulo do Fogo Florestal**: o **combustível**, tamanho, carga térmica existente, continuidade e o seu teor de humidade; a **morfologia do terreno**, a altitude, relevo e exposição; a **meteorologia**, a temperatura, a humidade e o vento (intensidade e direcção).

<http://www.meteo.pt/pt/otempo/previsao numerica/>  
<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxbraar.htm>.



Objetivo → determinar a velocidade do vento e a direcção

Carta meteorológica de superfície ECMWF

28



### Intensidade do vento Geostrófico

O equilíbrio geostrófico é o equilíbrio entre a força de coriolis ( $F_c$ ) e a força horizontal gradiente de pressão (FHGP)

$$FHGP = 1/\rho \cdot \Delta p/d$$

$\Delta p$ , variação de pressão (hPa)

$\rho$ , massa volumica ( $\text{kg m}^{-3}$ )

$d$ , distância (km)

Variação de pressão = 4 hPa

Densidade do ar =  $1,2 \text{ kg m}^{-3}$

Distância = 460 Km

$$F_c = 2 \cdot w \cdot v_h \cdot \sin \alpha$$

$w$ , vel. angular da Terra ( $7,259 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ )

$v_h$ , vel. Horizontal - vento geostrófico ( $\text{m s}^{-1}$ )

$\alpha$ , latitude do local

Velocidade angular de rotação da Terra =  $7,259 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$

Vento geostrófico = ?

Latitude do local =  $40^\circ$

$$1/\rho \cdot \Delta p/d = 2 \cdot w \cdot v_h \cdot \sin \alpha$$

### Balanço Geostrófico

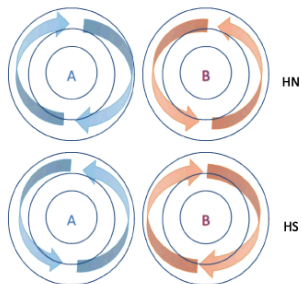
29

29

### Balanço Geostrófico

Centros de baixa pressão → Ciclones

Centros de alta pressão → Anticiclones



Tendo em conta o balanço geostrófico

Os ventos deslocam-se no sentido horário nos anticiclones e no sentido anti-horário nos ciclones no HN (visto de topo)

Os ventos deslocam-se no sentido anti-horário nos anticiclones e no sentido horário nos ciclones no HS (visto de topo)

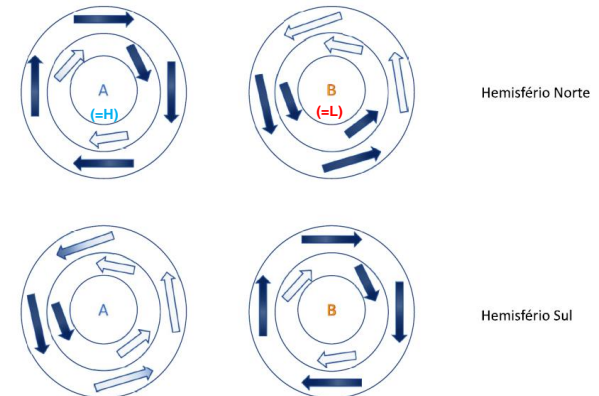
Balanço Geostrófico → Caso não exista atrito na atmosfera

31

31

### Balanço Geostrófico

Na atmosfera as isóbaras costumam ser curvas formando centros de baixa e alta pressão quando se fecham.



30

30

### Balanço Geostrófico

Qual a influência da superfície terrestre?

Terreno rugoso

O ângulo entre as isóbaras e a direção do vento pode atingir 45%  
Velocidade reduzida até 50%

Superfície oceânica

Baixa rugosidade  
O ar movimenta-se entre 10 a 20 graus em relação às isóbaras  
1/3 da velocidade Geostrófica

Rugosidade do terreno

Determina o decréscimo no módulo da velocidade  
Determina o ângulo entre as isóbaras e a direção do vento

Papel da fricção

Altera a direção do vento

Redistribui o ar na atmosfera

32



## Σ Forças atuantes

Conceitos de base

Força causa aceleração. Se não houver forças ou todas as forças se anularem não haverá aceleração e o ar em movimento permanecerá em movimento e o ar em repouso permanecerá em repouso

→ Na direção **vertical** as forças mais importantes são as forças de gravidade atuando para baixo, e a força gradiente vertical de pressão, atuando para cima

→ Na direção **horizontal** as forças mais importantes são as forças de Coriolis, gradiente horizontal de pressão e atrito

→ A força de Coriolis - causada pela rotação da Terra – desloca corpos que estão em movimento, para a direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul

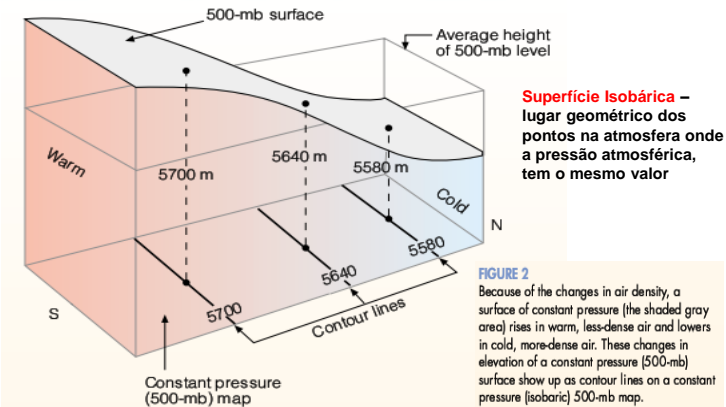
→ A força de atrito desacelera os movimentos (ventos) próximos à superfície

→ Em geral, e especialmente para sistemas de larga escala, as forças na atmosfera estão praticamente em balanço e a aceleração do ar é bastante pequena

33

## Cartas de superfície e de altitude

Conceitos de base



Comparando regiões (HN) mais a norte (+ frias) e mais a sul (+ quentes), o nível de altura onde temos 50% das moléculas de ar acima (nível de 500 mb) é mais alto nos locais mais quentes e mais baixo nos locais mais frios.

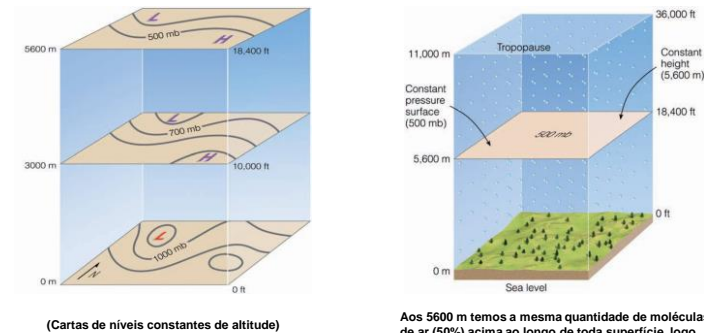
35

## Cartas de superfície e de altitude

Conceitos de base

- Níveis constantes de altitude: mostram a variação de pressão e ....

- Níveis constantes de pressão (**cartas isobáricas**): mostra variações de altura.... ao longo de superfícies com a mesma pressão



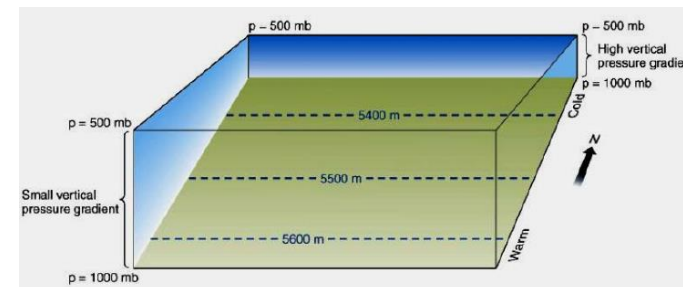
Carta Isobárica a altitudes 0 m, 300 m, 5600 m ...

Aos 5600 m temos a mesma quantidade de moléculas de ar (50%) acima ao longo de toda superfície, logo os níveis de 5.600 m e de 500 mb são os mesmos.

34

## Cartas de superfície e de altitude

Conceitos de base



→ A diminuição da temperatura em direcção aos pólos dá origem a ar mais denso em latitudes mais elevadas

→ A pressão decresce mais rapidamente com a altitude em latitudes elevadas

→ As linhas a tracejado indicam a altitude correspondente aos 500 mb

36

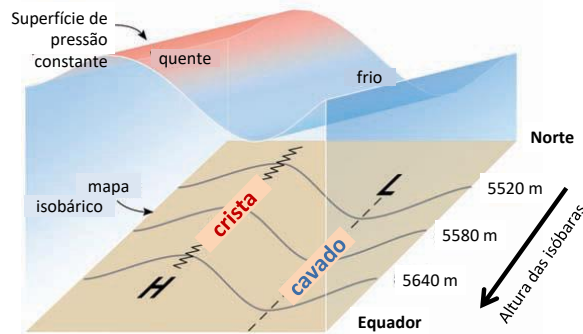


### Cartas de superfície e de altitude

### Conceitos de base

Examinando um mapa isobárico de altura (alturas de um mesmo valor de pressão):

- **No HN**, a altura (m) das isóbaras das cartas de altitude decrescem do sul para o norte. Intrusões de **ar frio** são marcadas por **cavados** (*trough*) e intrusões de **ar quente** por **cristas** (*ridge*).

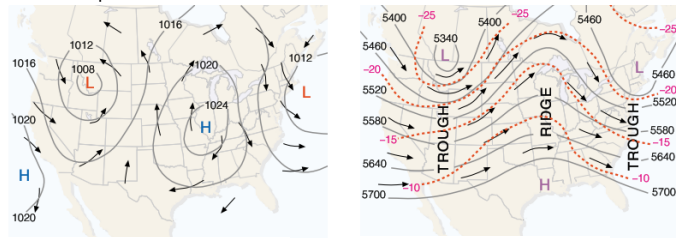


37

37

### Cartas de superfície e de altitude

### Conceitos de base



a) Carta de superfície, pressão ao nível do mar”

**b) Carta de altitude dos níveis de 500 hPa”**

Cartas para o **HN**, usadas para determinar a direção do vento: (*trough* = cavado, *ridge* = crista)

- (a) carta da pressão ao nível do mar: o vento cruza as isóbaras**, de locais com alta pressão para locais com baixa pressão:
- centros de alta pressão (H) → anticiclones
  - centros de baixa pressão (L) → ciclones

- (b)** carta de altitude dos níveis de 500 mb: o vento flui paralelo às isóbaras.

38

39

## Cristas e Cavados em altitude

**“cavados”**

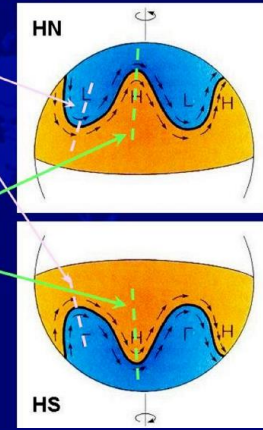
A leste do cavado

Região favorável à formação de ciclones e ao deslocamento da frente fria

**“cristas”**

## A leste da crista

Região favorável à dissipação de ciclones



38

38

### Cartas de superfície e de altitude

Fraco Gradiente de pressão

### Conceitos de base

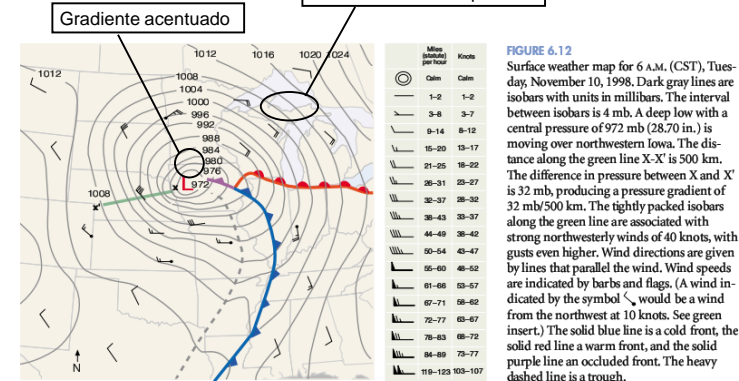


FIGURE 6.12

Surface weather map for 9 A.M. (CST), Tuesday, November 10, 1968. Dark gray lines are isobars with units in millibars. The interval between isobars is 4 mb. A deep low with a central pressure of 972 mb (28.70 in.) is moving over northwestern Iowa. The distance along the green line  $X-X'$  is 500 km. The difference in pressure between  $X$  and  $X'$  is 32 mb, producing a pressure gradient of 32 mb/500 km. The tightly packed isobars along the green line are associated with strong northwesterly winds of 40 knots, with gusts to 50 knots. Wind directions are given by lines that parallel the wind. Wind speeds are indicated by barbs and flags. (A wind indicated by the symbol  $\times$  would be a wind from the northwest at 10 knots. See green insert.) The solid blue line is a cold front, the solid red line a warm front, and the solid purple line an occluded front. The heavy dashed line is a trough.

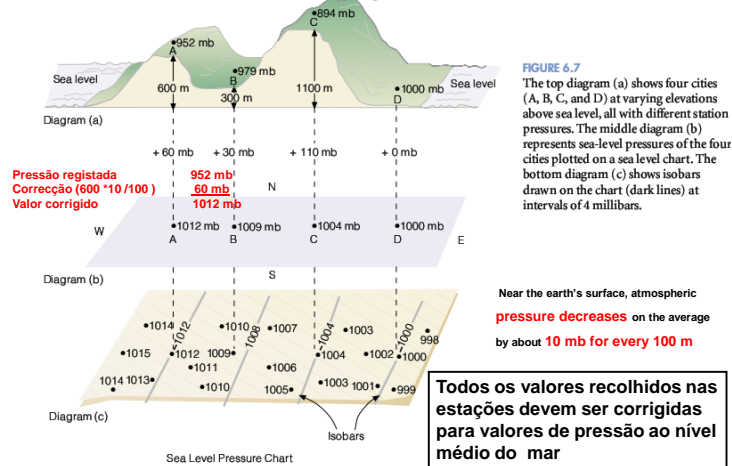
40

40



## “Gradiente Vertical de Pressão, redução aos nível do mar”

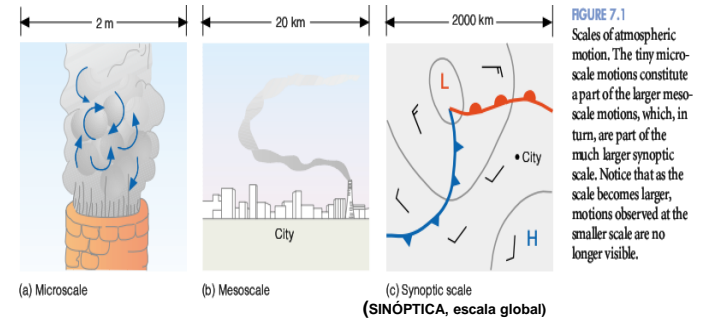
Conceitos de base



41

## Escalas de movimento

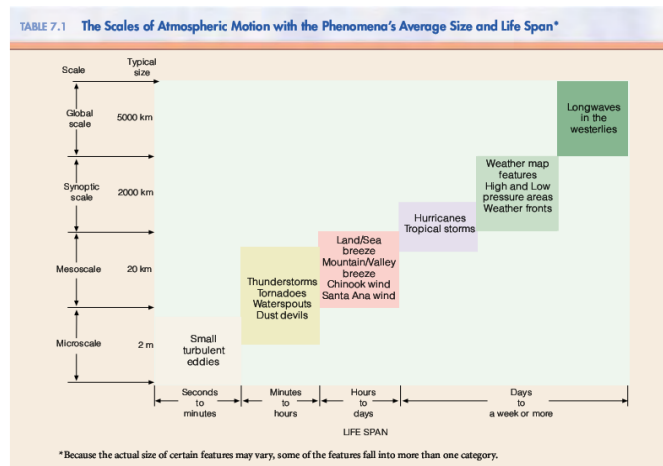
Conceitos de base



42

## Escalas de movimento

Conceitos de base



43

## TIPOS DE VENTOS

Conceitos de base

### 1. Vento Geostrófico

→ (em alturas >> 500 m, onde não há obstáculos naturais)

→ À escala Global

### 2. Ciclone e anticiclones

### 3. Ventos Locais

(outro exemplo de classificação)

#### i) Vento barostrófico

- Quando a FGP é a principal força
- Sopra normalmente as isóbaras
- A força de Coriolis não se faz sentir
- São ventos locais (ex., brisas)

#### ii) Vento geostrófico

- Ventos de altitude
- Forças de FGP e Coriolis equilibram-se
- Vento tem trajectória paralela às isóbaras

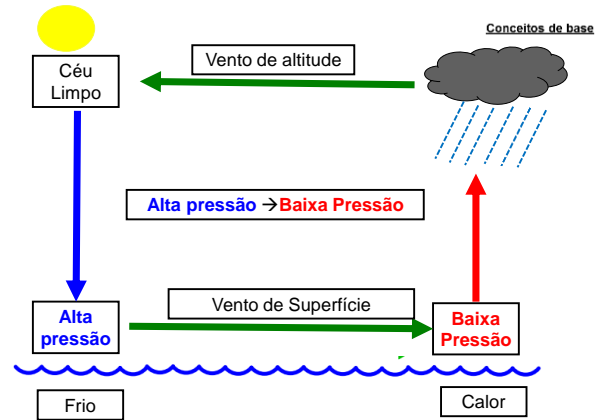
#### iii) Vento de gradiente

- A força centrífuga é importante, trajectórias curvilíneas (ex., ciclones tropicais)

44



## convecção



Ventos de superfície de lugares mais **frios** em direcção lugares que são mais **quentes**

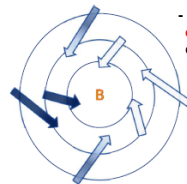
Ar arrefece à medida que sobe, vapor de água condensa-se

- **Quente**, ar ascendente = céu nublado e chuvoso
- **Frio**, ar descendente = céu limpo

45

## VENTOS E MOVIMENTO VERTICAL DO AR

Ar a fluir para um centro de baixas pressões



Convergência

- O vento flui em direcção aos centros de baixa pressão e para fora de centros de alta pressão
- Isto significa que temos **convergência de vento em centros de baixa** e **divergência de ventos em centros de alta**

Quando o ar converge para o centro de baixas pressões ocorre um processo denominado em meteorologia de **convergência**

o que acontece?

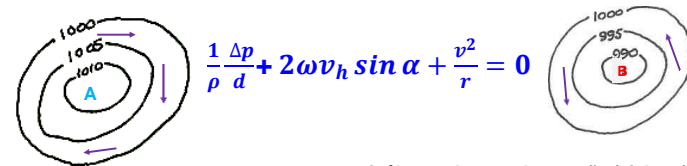
Aumenta a pressão

Enfraquece o ciclone

## SISTEMAS DE PRESSÃO

Conceitos de base

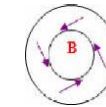
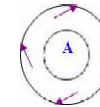
Quando as isóbaras são curvilíneas (**Isóbaras fechadas**), o ar passa a ser actuado também pela força centrífuga. Não havendo atrito, estabelece-se agora equilíbrio entre as três forças: de **gradiente de pressão**, de **Coriolis** e **centrífuga**. Vento também vai ser paralelo às isóbaras - Hemisfério Norte



isóbaras de um anticiclone ou altas pressões **H** ou **A**

isóbaras de uma depressão (ciclone) ou baixas pressões **L** ou **B**

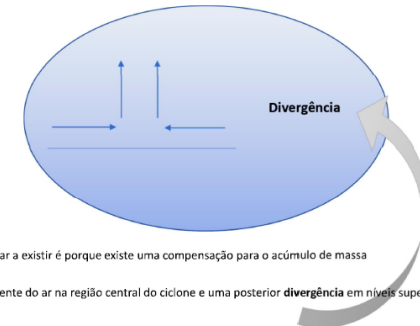
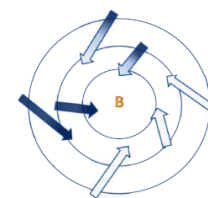
Nas camadas baixas da atmosfera, onde não se pode desprezar o **atrito**, o vento deixa de ser paralelo às isóbaras e passa a cruzá-las, no sentido das baixas pressões.



46

## Ventos e movimento vertical do ar

O que se verifica se o ciclone continuar a existir?



Para o ciclone continuar a existir é porque existe uma compensação para o acúmulo de massa

Verifica-se um movimento ascendente do ar na região central do ciclone e uma posterior **divergência** em níveis superiores

48

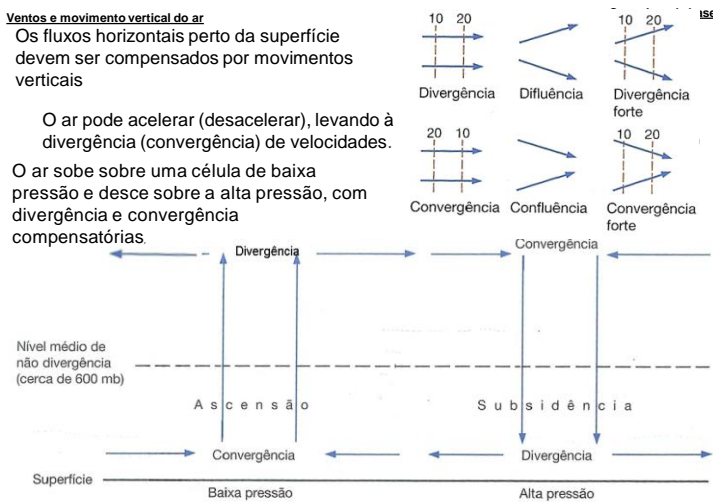


### Ventos e movimento vertical do ar

Os fluxos horizontais perto da superfície devem ser compensados por movimentos verticais

O ar pode acelerar (desacelerar), levando à divergência (convergência) de velocidades.

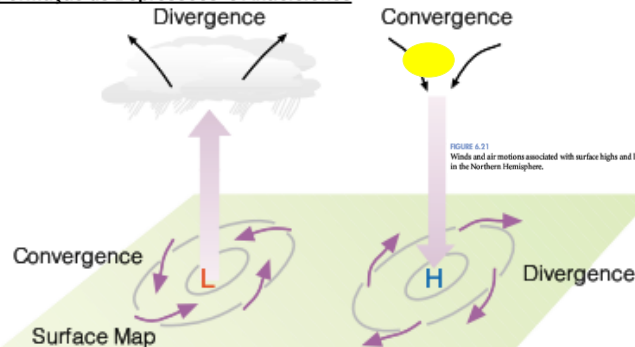
O ar sobe sobre uma célula de baixa pressão e desce sobre a alta pressão, com divergência e convergência compensatórias.



**Figura 6.7** Seção transversal dos padrões de movimento vertical associados à divergência e à convergência (de massa) na troposfera, ilustrando a continuidade da massa.

49

### Formação de Depressões e Anticiclones



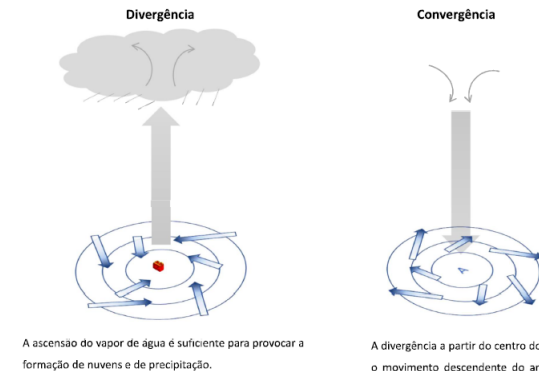
As baixas pressões são causadas pela elevação do ar quente. O ar converge para o centro devido à FGP e sobe → movimento vertical de convecção, a ascensão de água é suficiente para provocar a formação de nuvens

Nas altas pressões o ar tende a afastar-se do seu centro, divergência, devido à FGP, resultando uma substituição do ar provenientes das camadas mais elevadas, descida de ar → movimento vertical de subsidência do ar frio. O movimento descendente do ar sobre o anticiclone inibe a formação de nuvens

Conceitos de base

51

### Ventos e movimento vertical do ar



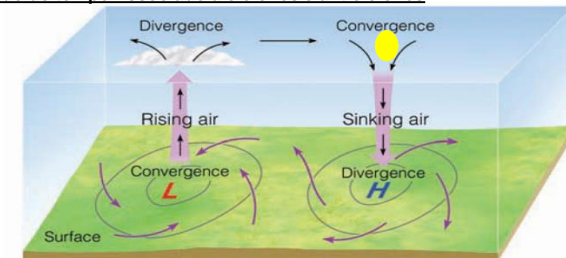
A ascensão do vapor de água é suficiente para provocar a formação de nuvens e de precipitação.

A divergência a partir do centro do anticiclone é compensada com o 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

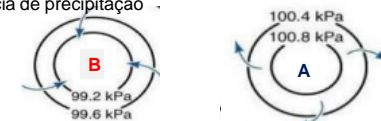
50

### Estado do tempo Associado a ciclones e anticiclones



Nas depressões, o ar aquecido sobe e arrefece adiabaticamente, sendo muito frequente condições de instabilidade do ar que levam à formação de nuvens e ocorrência de precipitação

O movimento do ar frio na zona central do anticiclone é descendente leva-o a aquecer adiabaticamente por compressão, diminuindo a humidade relativa, os anticiclones dão origem a céu limpo ou pouco nublado



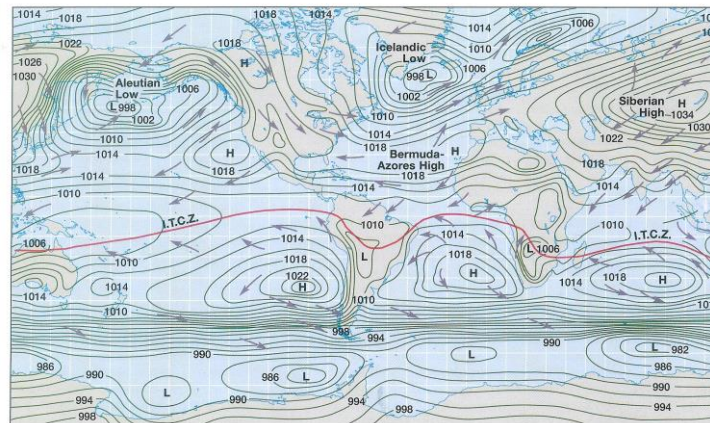
52





53

53



Anticiclone dos Açores (também conhecido como Anticiclone do Atlântico Norte, o Anticiclone Bermudas-Açores, ou Anticiclone de Bermudas – **JANEIRO**

55

55

## Diário de Notícias

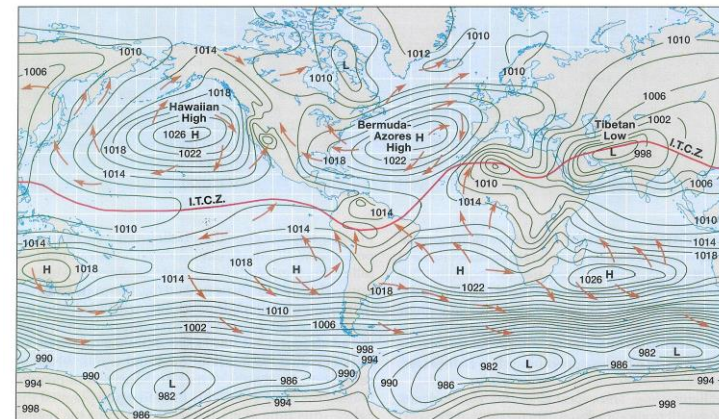


### Anticiclone dos Açores está a deixar passar mais tempestades raras

Tempestades como a que ontem se abateu sobre Portugal, depressões intensas vindas do meio do Atlântico, são raras, mas este ano estão a atingir o Continente com mais frequência. Tudo porque o anticiclone dos Açores está enfraquecido e deslocado para sudoeste - logo, não está a conseguir bloquear estes temporais. O de ontem trouxe ventos que atingiram os 140 km/hora e deixaram um cenário de destruição: desabamentos, inundações, cortes de electricidade e quedas de árvores.

54

54



Anticiclone dos Açores (também conhecido como Anticiclone do Atlântico Norte, o Anticiclone Bermudas-Açores, ou Anticiclone de Bermudas – **JULHO**

56

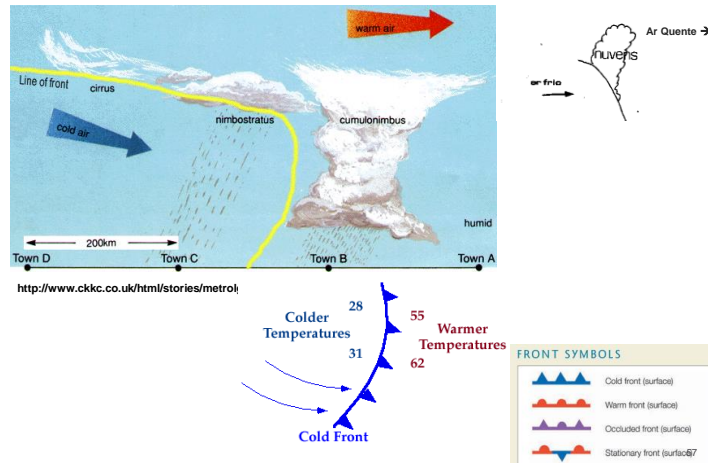
56



## Superfícies frontais

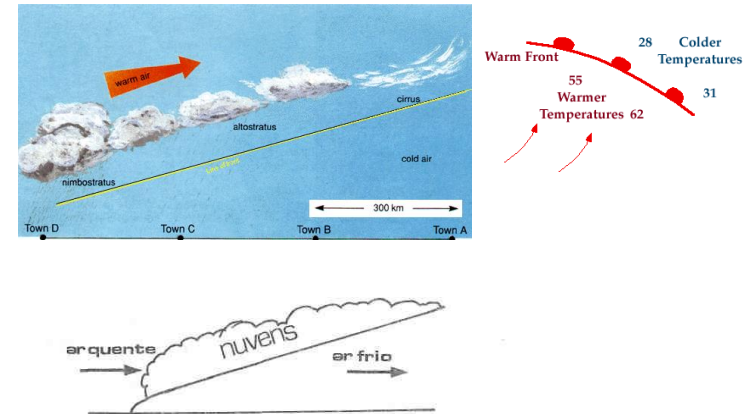
Conceitos de base

**frentes frias** causam chuvas mais passageiras (mas intensas) / acompanhadas de trovoadas.



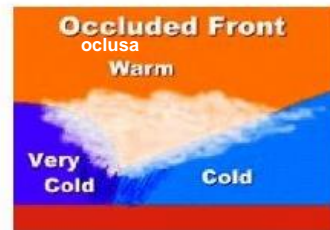
57

Conceitos de base



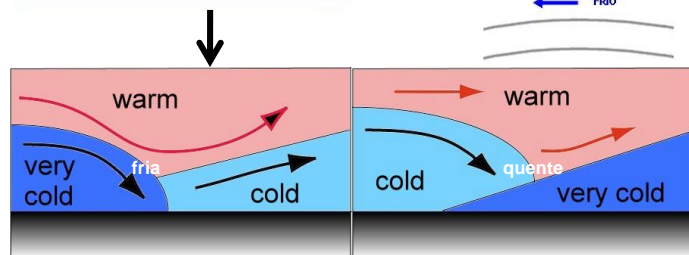
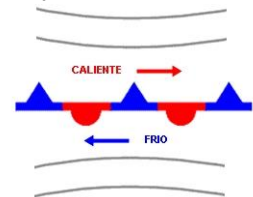
**frentes quentes** originam chuvas abundantes e prolongadas

58



Conceitos de base

**ESTACIONÁRIA:**  
Quando não há o avanço do ar frio nem o avanço do ar quente



59

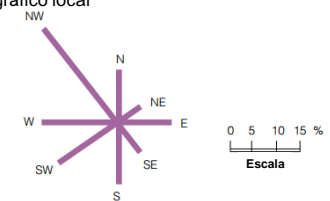
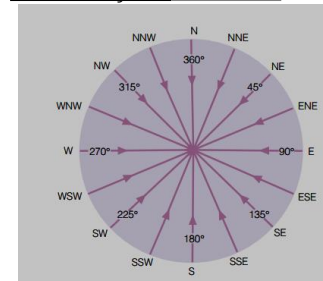
59

## Vento: direção e velocidade

Conceitos de base

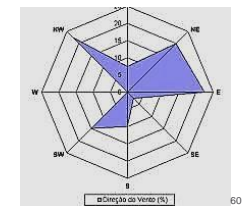
Direção do vento é indicada normalmente nos seguintes oito rumos: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW.

Definido em termos do **azimute**, ângulo que o vetor da direção forma com o Norte geográfico local



**Intensidade do vento**, para fins gerais, será expressa (em termos de intensidade média em 10 min) por:

- Vento fraco, < 15 km/h
- Vento moderado, 15 a 35 km/h
- Vento forte, 36 a 55 km/h
- Vento muito forte, 56 a 75 km/h
- Vento excep. > 75 km/h



60

60



Vento: direção e velocidade (exemplo)

Conceitos de base

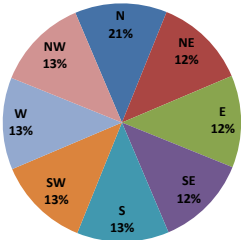
Represente graficamente a frequência do vento para os seguintes oito rumos: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW.

=FREQUÊNCIA(E3:E26;E32:E40)

Dia	HHMM	V(m/s)	V(km/h)	DirV(º)
4	23,00	3	10,80	10
4	22,00	2	7,20	350
4	21,00	3	10,80	360
4	...	...	...	...
4	2,00	7	25,20	360
4	1,00	6	21,60	330
4	0,00	7	25,20	180

NOTA A fórmula no exemplo deve ser introduzida como uma fórmula de matriz. Depois de copiar o exemplo para uma folha de cálculo em branco, seleccione o intervalo A12:A15, prima F2 e, em seguida, prima CTRL+SHIFT+ENTER. Se a fórmula não for introduzida como uma fórmula de matriz, só irá existir um único resultado na célula A12 (1).

			FABs	FREI(%)	
N	337,5	22,5	45	1	4
NE	22,5	67,5	45	9	38
E	67,5	112,5	45	5	21
SE	112,5	157,5	45	0	0
S	157,5	202,5	45	1	4
SW	202,5	247,5	45	0	0
W	247,5	292,5	45	0	0
NW	292,5	337,5	45	4	17
N1		361		4	17
			24	100	100



Vento: direção e velocidade

A velocidade do vento expressa a distância percorrida pelo vento em um determinado intervalo de tempo. É medida a 10 m de altura (para fins meteorológicos) ou 2 m (para fins agrometeorológicos).

A velocidade do vento aumenta exponencialmente com a altura.

$$u_z = u_z \frac{4.87}{\ln(67.8 z - 5.42)} \quad (47)$$

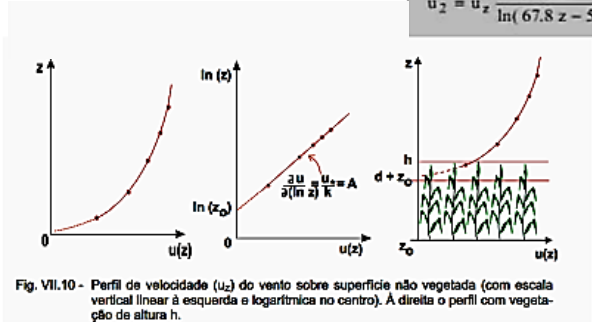


Fig. VII.10 - Perfil de velocidade ( $u_z$ ) do vento sobre superfície não vegetada (com escala vertical linear à esquerda e logarítmica no centro). À direita o perfil com vegetação de altura  $h$ .

Vento: direção e velocidade

TABLE 4  
General classes of monthly wind speed data

Description	mean monthly wind speed at 2 m
light wind	... ≤ 1.0 m/s
light to moderate wind	1 – 3 m/s
moderate to strong wind	3 – 5 m/s
strong wind	... ≥ 5.0 m/s

1 knot = 1 nautical mi/hr = 0.51 m/sec = 1.85 km/hr

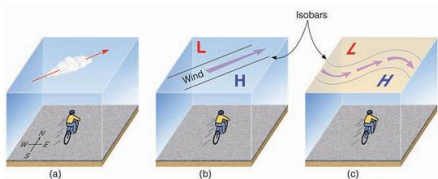


FIGURE 5 This drawing of a simplified upper-level chart is based on cloud observations. Upper-level clouds moving from the southwest (a) indicate isobars and winds aloft (b). When extended horizontally, the upper-level chart appears as in (c), where a trough of low pressure is to the west and a ridge of high pressure is to the east.



FIGURE 9.19 A wind vane and a cup anemometer. These instruments are part of the ASOS system. (For a complete picture of the system, see Fig. 3.30, p. 83.)

Vento: direção e velocidade

1 knot = 1 nautical mi/hr = 0.51 m/sec

	MILES (STATUTE) PER HOUR	KNOTS	KILOMETERS PER HOUR
	Calm	Calm	Calm
	1–2	1–2	1–3
	3–8	3–7	4–13
	9–14	8–12	14–19
	15–20	13–17	20–32
	21–25	18–22	33–40
	26–31	23–27	41–50
	32–37	28–32	51–60
	38–43	33–37	61–69

	MILES (STATUTE) PER HOUR	KNOTS	KILOMETERS PER HOUR
	44–49	38–42	70–79
	50–54	43–47	80–87
	55–60	48–52	88–96
	61–66	53–57	97–106
	67–71	58–62	107–114
	72–77	63–67	115–124
	78–83	68–72	125–134
	84–89	73–77	135–143
	90–95	78–82	146–154
	96–100	83–87	157–161

20 m/s = ..... Knot = .....km/h



Vento: direção e velocidade

▼ TABLE C.1 Estimating Wind Speed from Surface Observation

BEAUFORT NUMBER	DESCRIPTION	MI/HR	WIND SPEED KNOTS	KM/HR	OBSERVATIONS
0	Calm	0-1	0-1	0-2	Smoke rises vertically
1	Light air	1-3	1-3	2-6	Direction of wind shown by drifting smoke, but not by wind vanes
2	Slight breeze	4-7	4-6	7-11	Wind felt on face; leaves rustle; wind vanes moved by wind; flags stir
3	Gentle breeze	8-12	7-10	12-19	Leaves and small twigs move; wind will extend light flag
4	Moderate breeze	13-18	11-16	20-29	Wind raises dust and loose paper; small branches move; flags flap
5	Fresh breeze	19-24	17-21	30-39	Small trees with leaves begin to sway; flags ripple
6	Strong breeze	25-31	22-27	40-50	Large tree branches in motion; whistling heard in telegraph wires; umbrellas used with difficulty
7	High wind	32-38	28-33	51-61	Whole trees in motion; inconvenience felt walking against wind; flags extend
8	Gale	39-46	34-40	62-74	Wind breaks twigs off trees; walking is difficult
9	Strong gale	47-54	41-47	75-87	Slight structural damage occurs (signs and antennas blown down)
10	Whole gale	55-63	48-55	88-101	Trees uprooted; considerable damage occurs
11	Storm	64-74	56-64	102-119	Winds produce widespread damage
12	Hurricane	≥ 75	≥ 65	≥ 120	Winds produce extensive damage

65

65

Vento

Vento

Devido à força de gravidade o ar adere à superfície do planeta e de uma maneira geral “roda com ele” no movimento de rotação.

Designa-se por vento o movimento horizontal de ar relativamente à superfície do globo terrestre.

67

67

Escolha em função da Velocidade do vento

Anti-deriva (ex., AVI)	Camara de compressão (ex., ADI)	Várias pressões (ex., AXI)	Normais (ex., APE)	Velocidade do vento (km/h); ter em conta a velocidade do tractor	Escala de Beaufort
				0	"Não existe movimento "
				0 - 1	"Fumo sobe em linha reta"
				1-5	"Fumo indica a direção do vento"
				6-11	"Sentir o vento na cara e ouvir o som das folhas"
				12-15	"Folhas e peciolo em constante movimento, bandeiras com movimento"
				16-19	
				20-28	"Papéis poeira e areia voam,"
				29-38	"Ramos do balançam"
				39-49	"Assobio de fios elétricos"
				50-61	"Apenas se pode andar contra o vento"

(Adaptado de Albur,2015)

66

66

Vento

Os ventos são causados pela força de gradiente de pressão originada pela desigual distribuição da pressão atmosférica no plano horizontal.

É a diferença de pressão atmosférica horizontal entre dois pontos que produz um deslocamento de ar do ponto onde a pressão é maior para o ponto onde a pressão é menor.

68

68



### Variação vertical do vento

O estudo do vento tem grande interesse na camada da atmosfera mais junto do solo.

O vento sopra “livremente” a partir do equilíbrio de duas forças, dando origem ao vento Geostrófico (em alturas > 500 m, onde não há obstáculos naturais).

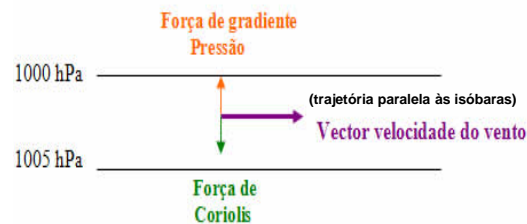
69

69

(<http://www.meteo.pt>)

### Vento geostrófico

Se o ar se deslocar numa região onde não haja atrito e se as isóbaras forem rectilíneas, estabelece-se um equilíbrio entre a força de gradiente de pressão e a força de Coriolis, como mostra a figura, e o ar segue um movimento rectilíneo e uniforme - trata-se do vento geostrófico.



Equilíbrio entre as forças de gradiente de pressão e de Coriolis. O ar segue um movimento rectilíneo e uniforme - trata-se do vento geostrófico.

71

71

### Variação vertical do vento

Dos 500m aos 50m o vento sofre variações que dependem dos obstáculos presentes dando lugar a fenómenos de turbulência. A intensidade varia mostrando tendência para diminuição à medida que se aproxima da superfície.

Entre os 50m e a superfície (camada limite) o vento tem tendência a diminuir de intensidade até zero, bruscamente.

70

70

### ventos locais.

### Ventos locais

Para além dos ventos que fazem parte da circulação geral da atmosfera (vento geostrófico), existem outros que se verificam localmente, afectando zonas relativamente pequenas e com características bem marcadas de acordo com a natureza física da região e sua situação geográfica.

Esses ventos são designados por ventos locais.

72

72



A pressão no ponto X aumenta / diminui quando o peso do ar acima aumenta / diminui.

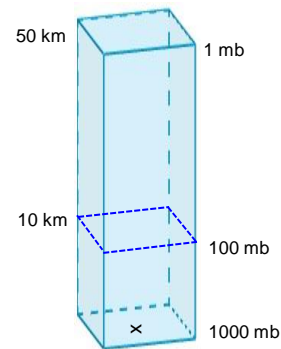
Normalmente com o aquecimento do ar ocorre a sua expansão, diminuindo assim a  $\rho(kg/m^3)$

Essa diminuição provoca então uma queda na pressão. Se esse efeito ocorrer em uma região e não ocorrer noutra região próxima, vai resultar no aparecimento de um gradiente de pressão.

O gradiente de pressão, por sua vez, vai provocar uma circulação, das zonas de Altas para as Baixas pressões

$$P = \rho RT$$

ventos locais.



73

73

ventos locais.

### BRISAS DO MAR E DA TERRA:

As variações de temperatura no mar são da ordem dos 2°C a 3°C mas na terra são da ordem dos 10°C.

Assim durante o dia o aquecimento excessivo da terra faz com que se observem correntes ascensionais sobre a terra com aumento da pressão sobre o mar originando a deslocação do ar do mar para a terra a fim de se restabelecer o equilíbrio - **brisa do mar**.

75

75

ventos locais.

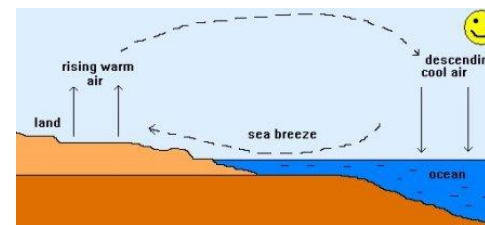
### BRISAS DO MAR E DA TERRA:

As variações diurnas da temperatura dão origem a ventos locais diários que são conhecidos por Brisas. As quais quando se sopram na orla costeira devido as diferenças de temperatura entre o mar e a terra designam-se por Brisas do Mar ou por Brisas da terra conforme esse vento venha do mar ou sobre da terra.

74

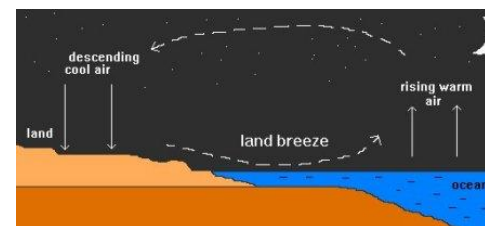
74

ventos locais.



### brisa do Mar

- Temperatura do solo (>)
- Menos denso começa a subir
- Ar do mar, a temperatura mais baixa vai substituir o ar em movimento



### brisa da Terra

- noite, a água não arrefece tanto como o solo
- deslocamento do ar à superfície sobre o solo para o mar

[http://www.atmosphere.mpg.de/en/id/1dfce4920ae96ceaf687787589b499b/02\\_Sistemas\\_de\\_circula\\_o/\\_Circula\\_o\\_Local\\_3v5.html](http://www.atmosphere.mpg.de/en/id/1dfce4920ae96ceaf687787589b499b/02_Sistemas_de_circula_o/_Circula_o_Local_3v5.html)

76

76

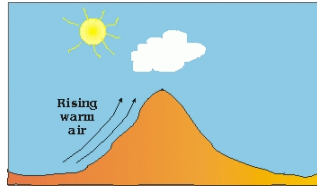


## BRISAS DO VALE

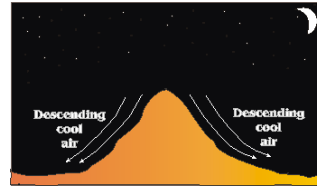
## E DA

## MONTANHA

ventos locais.



O ar, na vizinhança das encostas das montanhas, fica a temperatura mais elevada e eleva-se durante o dia; o ar ascendente é substituído pelo ar que se encontra nos vales. Assim, durante o dia o ar sobe a encosta. Este processo é responsável pela formação de nuvens e ocorrência de precipitação sobre as montanhas com alguma frequência no Verão e ao fim da tarde!



Durante a noite, as encostas das montanhas arrefecem. Este ar frio desce a montanha por ação da gravidade. Assim, ao amanhecer, o ar mais frio pode ser encontrado no vale. Se o ar contiver humidade suficiente, pode formar-se nevoeiro no vale.

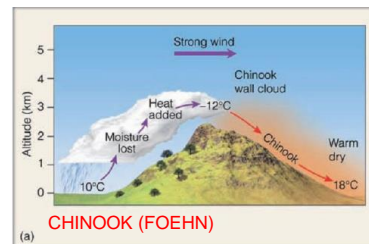
77

ventos locais.

## Ventos Foehn

A taxa de arrefecimento do ar que sobe inicialmente é  $1^\circ\text{C}/100\text{m}$  passando depois da condensação para  $0,5$  a  $0,8^\circ\text{C}/100\text{m}$ .

A taxa de aquecimento do ar que desce é de  $1^\circ\text{C}/100\text{m}$ .



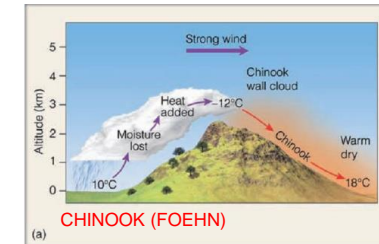
79

## Ventos Foehn

ventos locais.

Quando esse ar deslocado sobe ao longo da encosta, arrefece e por expansão adiabática condensa, devido à sua saturação em relação ao vapor de água.

Ocorre então a formação de nevoeiros, nuvens ou em casos extremos a queda de precipitação (influência orográfica sobre a precipitação).

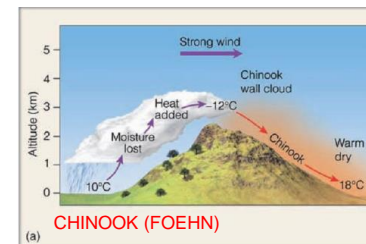


78

ventos locais.

## Ventos Foehn

O ar arrefecido no topo da montanha tende a descer ao longo da encosta oposta e assim por compressão adiabática verifica-se um aumento da temperatura com o ar relativamente mais seco.



80

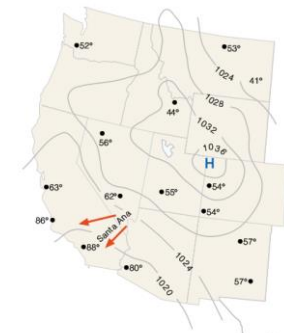


FIGURE 7.11  
Surface weather map showing Santa Ana conditions in January. Maximum temperatures for this particular day are given in  $^\circ\text{F}$ . Observe that the downslope winds blowing into Southern California raised temperatures into the upper 80s, while elsewhere temperature readings were much lower.

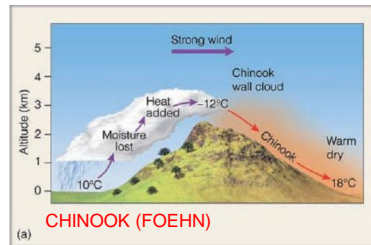
80



## ventos locais.

### Ventos Foehn

Em regiões montanhosas, normalmente observam-se ventos vindos da costa, quentes e húmidos, relativamente fortes soprando ao longo das vertentes opostas à direcção donde sopra o vento.



81

81

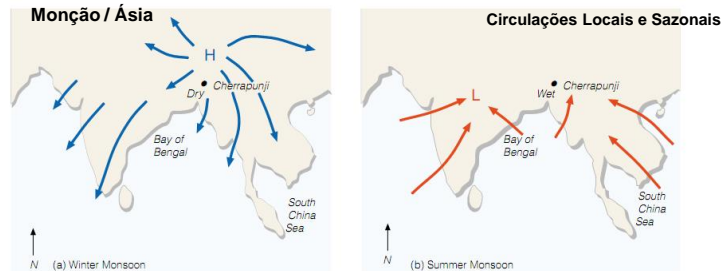


FIGURE 7.6  
Changing annual wind flow patterns associated with the winter and summer Asian monsoon.

**Principal causa → Aquecimento diferencial de grandes áreas continentais e oceânicas conforme a estação do ano (Variação INVERNO / VERÃO)**

**Durante Inverno** o ar no sul do continente fica mais frio e denso que o ar do oceano, dando origem a uma zona de alta pressão e por conseguinte o ar circula em direção ao mar, originado céu limpo e tempo seco no continente.

**Durante verão ?**

83

83

## ventos locais.

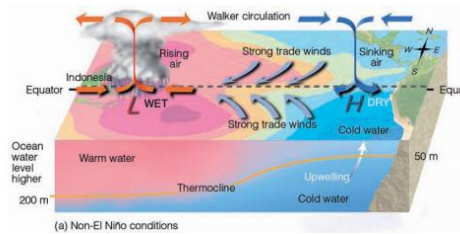
Tabela 6.2 Classificação de ventos locais

Nome	Características	Forçante
Anabólico	Fluxo quente diurno, encosta acima	Gradiente horizontal de densidade em direção à encosta
Catabólico	Fluxo frio noturno, encosta abaixo	Gravidade e gradiente horizontal de densidade afastando-se da encosta
Vento de montanha	Fluxo frio noturno, vale abaixo	Gradiente de densidade da montanha para a planície
Vento de vale	Vento quente diurno, vale acima	Gradiente de densidade da planície para a montanha
Vento antimontanha	Acima do vento de montanha na direção oposta	Corrente de compensação
Vento antivale	Acima do vento de vale na direção oposta	Corrente de compensação
Brisa marinha	Fluxo diurno do mar para a terra	Gradiente de densidade do mar fresco para o continente aquecido
Brisa terrestre	Fluxo noturno da terra para o mar	Gradiente de densidade do continente fresco para o mar mais quente
Föhn (Chinook)	Desce encosta a sotavento com temperatura crescente e menor umidade relativa	Fluxo bloqueado no lado a barlavento; ou fluxo cruzando montanhas com nuvens/precipitação no encosta a barlavento
Bora	Desce encosta a sotavento com ar mais frio do que o que substitui	Fluxo de ar frio bloqueado a montante
Vento de barreira	Fluxo baixo paralelo às montanhas, em direção aos polos	Bloqueio reduz a velocidade do fluxo normal à barreira, diminuindo a força de Coriolis

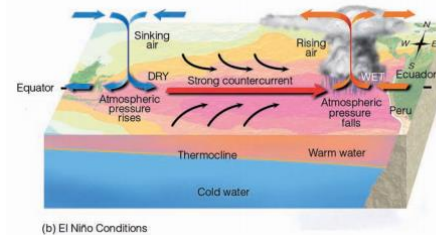
82

82

## La Niña / El Niño



Condições normais de pressão mais elevada no sudeste do Pacífico e baixa pressão perto Indonésia, produz ventos alísios de leste ao longo equador - desnível da superfície do mar é cerca de 1/2 metro mais elevado na Indonésia que no Equador. Este evento é conhecido como La Niña e torna a atmosfera muito estável.



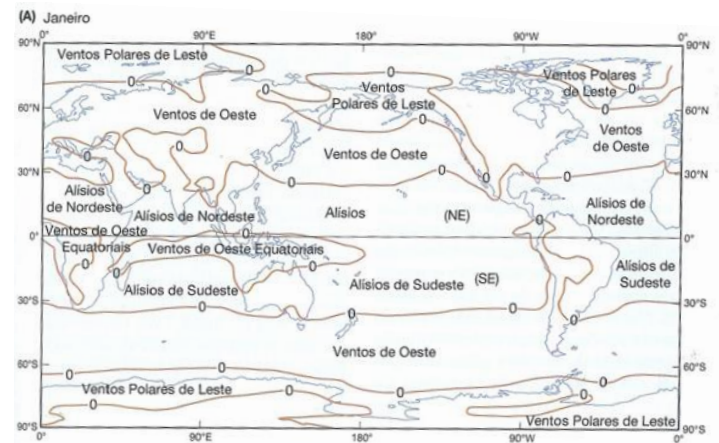
Mudanças na pressão e ventos de menor intensidade permitem que água superficial, a temperatura mais elevada, ocupe todo o Pacífico Central. Este evento torna a atmosfera instável, provoca alterações na precipitação e nas condições meteorológicas em todo o globo.

84

84

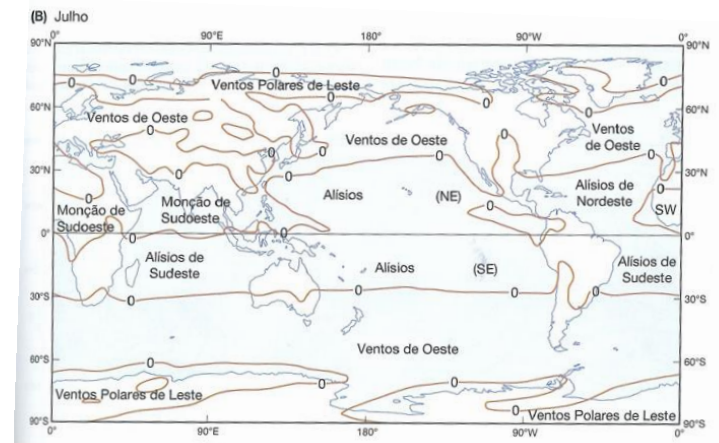


Circulação Global da Atmosfera



Previsão do tempo

Circulação Global da Atmosfera



Previsão do tempo

82 ANOS

O Verdadeiro Almanaque

# BORDA D'ÁGUA

Reportório útil a toda a gente

Para 2011 (Comum)

Contendo todos os dados astronómicos e religiosos e muitas indicações úteis de interesse geral

CALENDÁRIO PARA 2011

JANEIRO	FEBREIRO	MARÇO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

ABRIL	MAYO	JUNHO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

EDITORIAL MINERVA

RUA LUZ SORIANO, 31-33 • 1200-246 LISBOA • Tel. 21 346 5288  
RUA DA ALEGRIA, 30 • 1250-007 LISBOA • Tel. 21 322 4950 • Fax 21 322 4952



Previsão do tempo



Pôr-do-Sol avermelhado é sinal de bom tempo no dia seguinte".



"Halo em torno do Sol ou da Lua, Chuva ou neve em breve".

89

Previsão do tempo



Lua – “Lua limpa/clara, geada para breve”.



Arco-íris – “Arco-íris pela manhã é um bom aviso”.



Nuvens – “Quanto mais altas as nuvens, melhor as condições meteorológicas”.

90

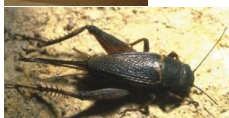
Previsão do tempo



dente-de-leão e ....fecham pétalas antes da chuva.



Gatos - "Se os gatos se lambem, bom tempo."



Grilos, gorjeiam mais rapidamente com temperatura mais elevada e mais lentamente com temperatura mais baixa.

91

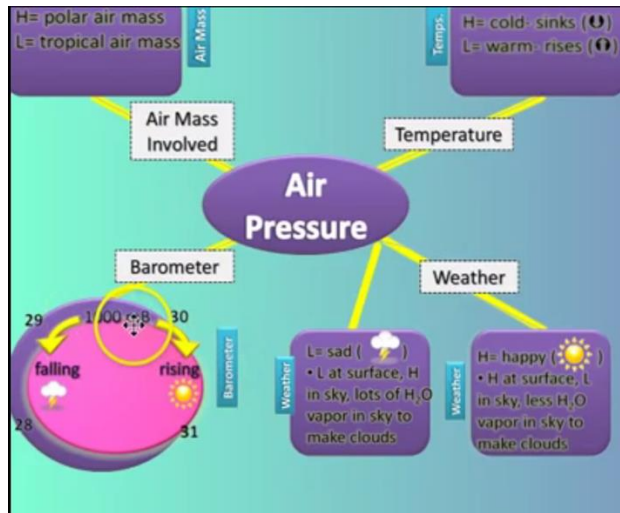


92



92





93

93

