



**Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**  
*Entidade Formadora de Navegadores de Recreio*

# *Elementos de*



# *Meteorologia*



# **Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**

## **Entidade Formadora de Navegadores de Recreio**

### **ELEMENTOS DE METEOROLOGIA**

- 1. INTRODUÇÃO.**
- 2. IRRADIAÇÃO DA ENERGIA CALORIFICA.**
  - 2.1. Energia emitida.
  - 2.2. Energia reflectida.
  - 2.3. Energia absorvida.
  - 2.4. Propagação da energia por condução.
  - 2.5. Propagação da energia por convecção.
  - 2.6. Propagação da energia por irradiação.
- 3. PRESSÃO ATMOSFÉRICA.**
  - 3.1. Pressão. Unidades de pressão. Isóbaras.
- 4. VENTOS.**
  - 4.1. Causas primárias.
  - 4.2. Viração.
  - 4.3. Vento terral.
  - 4.4. Vento alísio.
- 5. MASSAS DE AR.**
  - 5.1. Ar polar marítimo e continental.
  - 5.2. Ar tropical marítimo e continental.
- 6. FRENTES.**
  - 6.1. Superfície frontal quente.
    - Antes da passagem.
    - À sua passagem.
    - Após a sua passagem.
  - 6.2. Superfície frontal fria.
    - Antes da passagem.
    - À sua passagem.
    - Após a sua passagem.
- 7. CENTROS DE PRESSÃO.**
  - 7.1. Centros de alta pressão.
  - 7.2. Centros de baixa pressão.
- 8. OCLUSÃO.**
  - 8.1. Superfície frontal oclusa.
- 9. NEVOEIRO.**
  - 9.1. Mudanças de estado de líquidos e gasosos.
- 10. FENÓMENOS MAIS GENERALIZADOS.**
  - 10.1. Nortada na costa Portuguesa.
  - 10.2. Cabeleiras do alto da Serra.
  - 10.3. Levante.
- 11. À "LAIA" DE PREVISÃO.**
  - 11.1. Anúncio de mau tempo.
  - 11.2. Cartas de tempo.
- 12. ADVERTÊNCIAS.**



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### ELEMENTOS DE METEOROLOGIA

#### 1. INTRODUÇÃO.

É na zona da **Troposfera** que se passam os fenómenos meteorológicos que nos interessam.

A troposfera está impregnada de vapor de água, oriunda da evaporação dos mares, rios e lagos, e devido às diferenças de temperatura nas diversas altitudes, formam-se correntes de ar, ascendentes e descendentes, constituindo zonas de turbulência.

Pode dizer-se que é na troposfera onde está situado o "caldeirão" onde se "cozinha" o tempo.

A "fornalha" é dada indirectamente pelo Sol. Os raios solares não aquecem directamente o ar que atravessam, mas sim a superfície terrestre, não sendo uniforme entre a Terra e o Mar. A Terra aquece rapidamente, atingindo temperaturas mais elevadas, ao passo que o mar leva mais tempo a aquecer, não atingindo temperaturas tão elevadas como a Terra, mas conserva a sua temperatura por mais tempo, enquanto que a Terra arrefece rapidamente durante a noite.

Quando a Terra aquece, ela irradia calor para o ar, aumentando a temperatura do ar ambiente, fazendo-o subir no. É fácil observar, no Verão, sobre os carris das linhas férreas, sobre um paredão ao longo da sua superfície ou até mesmo sobre uma estrada, uma certa ondulação vertical de ondas de calor, subindo para a atmosfera. O ar quente eleva-se, por diminuição da densidade, como um balão, causando um vazio no seu lugar. Este vazio provoca imediatamente uma chamada de ar fresco circunvizinho, para preencher esse "buraco" (depressão).

Este fenómeno produz-se em pequena e grande escala, originando assim pequenas e grandes correntes de ar.

<b>Troposfera</b>	- Camada gasosa que vai até 12 a 15 Km.
<b>Tropopausa</b>	- Zona entre a troposfera e a estratosfera.
<b>Estratosfera</b>	- Camada que vai até 165 Km.
<b>Estratopausa</b>	- Zona entre a estratosfera e a mesosfera.
<b>Mesosfera</b>	- Camada até 195 Km.
<b>Mesopausa</b>	- Zona entre a mesosfera e a termosfera.
<b>Termosfera</b>	- Camada acima dos 200 Km.
<b>Ionosfera</b>	- Zona da atmosfera, a partir de 80 Km de altitude, fortemente ionizada, e subdividida em termosfera (até 500Km) e exosfera, separadas por uma zona de descontinuidade (termopausa).

#### 2. IRRADIAÇÃO DA ENERGIA CALORÍFICA.

Nem toda a energia calorífica emitida pelo Sol é absorvida pela Terra. Pelo contrário, é uma percentagem baixa.

**40% → Atinge a superfície da Terra.**

**43% → É reflectida para o Cosmos.**

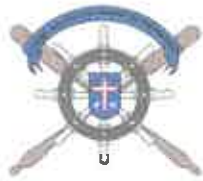
**17% → É absorvida pela Terra.**

A energia calorífica propaga-se por:

**Condução :** Quando a propagação se faz por contacto.

**Convecção:** Quando resulta da circulação do ar por diferença de temperatura

**Irradiação:** Quando é feita por meio das próprias ondas caloríficas



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

## 3. PRESSÃO ATMOSFÉRICA. As variáveis meteorológicas.

A pressão, a temperatura e a humidade são as variáveis de estado do ar como gás e a base de todos os estudos meteorológicos.

Desde a antiguidade, que os prognósticos do tempo se baseavam fundamentalmente nas variações da pressão atmosférica. No século XVII, "Torricelli" mediu o peso do ar em função dos milímetros que subia ou baixava o mercúrio num tubo. Uma unidade de medida que perdura na actualidade.

A pressão varia na razão inversa da temperatura do ar, dado que este é tanto mais leve (menos denso) quanto mais quente está e diminui logarithmicamente com a altitude.

### 3.1. Pressão. Unidades de pressão. Isóbaras.

Na actualidade, existem duas unidades para medir a pressão do ar.

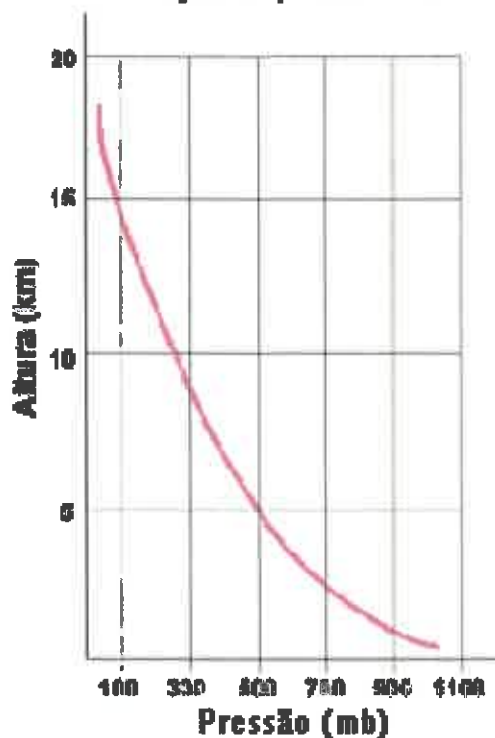
A partir da evolução da meteorologia como ciência estabeleceu-se o conceito de "pressão normal" aos 760 milímetros ao nível do mar, um valor considerado como valor médio normal da pressão, outra unidade de medida o millibar (mb), é a pressão que exercem 1000 dines por centímetro quadrado (1000 din/cm<sup>2</sup>). Actualmente usa-se o hectopascal (hPa).

A pressão, é a força exercida por unidade de superfície. ( $P = F : s$ ) onde a pressão, P, vem expressa em Kg/cm<sup>2</sup> a força, F, em Kg e a superfície, s, em cm<sup>2</sup>.

Outras unidades de pressão utilizadas são:

Hectopascal (hPa)	= 1 mb	1Pa	= 1 N.m <sup>-2</sup>
Atmosfera (atm)	= 1,033	Kg/cm <sup>2</sup>	= 1,01325 bar
Bar	= 1,0197 Kg/cm <sup>2</sup>		= 0,987 atm

### 3.2. Variação da pressão com a altura.



A pressão atmosférica diminui com a altitude já que, quanto mais alto, menor é a quantidade de ar e por conseguinte o seu peso.

Os meteorologistas determinaram quanto baixa a pressão atmosférica por cada metro de elevação.

O gráfico mostra como, à medida que se sobe, cada vez há que subir mais para se conseguir uma determinada variação da pressão: ao nível do mar, há que subir cerca de 8 metros para que a variação de pressão baixe 1 hPa; a 5000 metros há que subir 20 metros.

Ao nível do mar, a pressão tem um valor médio de aproximadamente 1012 hPa, pelo que se consideram pressões **altas** e **baixas** aos valores superiores e inferiores a este valor, respectivamente.



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

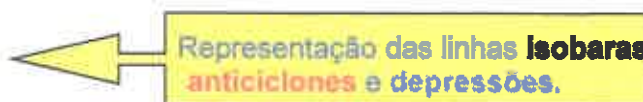
## 3.3. Isobaras

A pressão representa-se graficamente, nos mapas meteorológicos, através de linhas **isobaras**. Nos mapas de superfície estas linhas unem pontos da Terra cuja pressão atmosférica calculada ao nível do mar é a mesma. Traçam-se com diferenças de 4 ou 5 hPa e classificam-se em pressões altas e pressões baixas, considerando-se como pressão normal 1012 hPa.



Quanto à sua forma, podem ser rectilíneas ou curvilíneas, abertas ou fechadas; embora a configuração habitual se resuma a duas formas principais fechadas: **as altas e baixas pressões**.

**NOTA:** Virando a cara para o vento, o centro de uma depressão (B) está à nossa direita, isto no Hemisfério Norte.



## 3.3. Altas pressões.

Aparecem representadas no mapa por isobaras de forma elíptica, com valores **crescentes** da pressão desde a sua periferia até ao centro. São definidas por três configurações:

**Anticiclone fixo (quase estacionário).** Tem uma grande extensão horizontal e vertical e vem indicado nos mapas pela letra A, embora haja países que utilizam a letra H (High Pressure).

**Anticiclone móvel.** Faz a separação de duas famílias de depressões móveis e tem menor extensão horizontal e vertical que um anticiclone fixo. Nos mapas indica-se pela letra A.

**Área de altas pressões.** É uma região de forma irregular com altas pressões no seu interior e sem centros definidos.

## 3.4. Baixas pressões.

As isobaras são circulares ou elípticas e têm valores **decrecentes** da pressão desde a sua periferia até ao centro. São definidas por três configurações:

**Depressão.** Mais conhecida como borrasca, as depressões são quase sempre móveis e reconhecem-se pela letra B e também pela D (Depression).

**Ciclone tropical.** A sua área de influência é muito menor.

**Área de baixas pressões.** As isobaras não são circulares e definem vários centros, ao contrário de uma área de altas pressões.

As zonas de alta pressão (A) e baixa pressão (B), são definidas por linhas de igual pressão barométrica, as **isóbaras**.

Unindo todos os locais com a mesma pressão, estamos a traçar as isóbaras dessa região.





## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

*Entidade Formadora de Navegadores de Recreio*

### 3.5. Instrumentos de medida: barómetros e barógrafos.

Para medir a pressão utilizam-se os **barómetros** e os **barógrafos**.

Os barómetros podem ser de dois tipos: os de **mercúrio** e os **aneróides** ou sem fluido. O funcionamento deste tipo de barómetro baseia-se na elasticidade de uma caixa metálica onde se rarefaz o ar.

A bordo, o mais adequado é o aneróide, já que é um instrumento de leitura directa da pressão, analógico e de reduzido tamanho, para além de ser de fácil instalação.

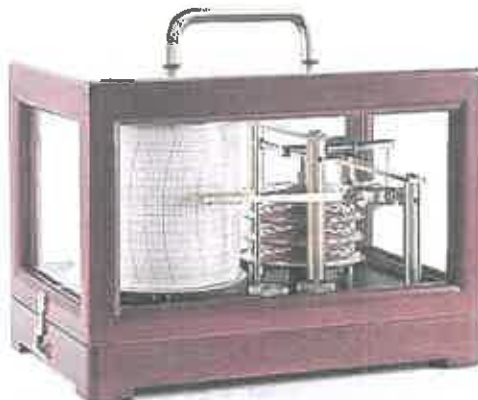
Os barómetros modernos são electrónicos e transmitem a informação de forma digital em ecrãs de cristal líquido.

Com a aplicação da nova tecnologia digital foi possível incorporar um barómetro mais evoluído em relação às previsões: os **barógrafos**.

Outro tipo são os **barógrafos de tambor** que, não só medem o valor actual da pressão, como também registam graficamente a sua evolução ao longo do tempo, uma informação preciosíssima e decisiva para saber o que ocorre na atmosfera. Utilizam-se quase sempre em Terra, dado que são muito precisos, mas também muito sensíveis aos movimentos.



Barómetro aneróide



Barógrafo de tambor

Os barómetros, quer de mercúrio, quer aneróide, podem colocar-se em qualquer parte da embarcação e incorporam muita informação adicional: relógio, calendário, alarmes, etc. Graças à técnica digital, foi possível integrar juntamente com os barómetros os restantes equipamentos de medida das outras variáveis meteorológicas, como o higrómetro (para medir a humidade) e termómetro (para medir a temperatura) e configurar uma estação meteorológica completa numa só unidade.

Actualmente os barógrafos digitais alcançaram um alto grau de precisão e fiabilidade e apresentam outras informações complementares de grande utilidade para uma previsão meteorológica a bordo.



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 3.6. Temperatura.

Se em meteorologia a pressão se considera um parâmetro fundamental, a temperatura e a humidade são também duas variáveis de essencial importância para o conhecimento do estado da atmosfera. Ambas as variáveis podem ser medidas tanto à superfície da Terra como em vários níveis da troposfera.



Medida junto ao solo, a temperatura sofre as maiores variações ao longo do dia. O conhecimento da variação da temperatura é importante para poder interligar as mudanças sujeitas às alterações meteorológicas.

A temperatura varia com a altura. A variação de temperatura com uma determinada variação da elevação denomina-se **gradiente térmico estático**. Na troposfera a temperatura diminui ao aumentar a altura na razão de  $0,65^{\circ}\text{C}$  por cada 100 metros. A descida de temperatura é bastante irregular até aos 4000 metros e mais uniforme até aos 11000 metros.

O gradiente térmico estático é da máxima importância nas previsões meteorológicas ao ser um indicador do grau de estabilidade atmosférica. Mede-se a diferença de temperatura, especialmente entre a superfície da Terra e a altura dos 5000 metros.

### 3.6. Humidade.

A humidade é a quantidade de vapor de água existente na atmosfera e depende da proximidade natural da água. Quando um volume determinado de ar contém uma determinada quantidade de vapor e se satura e se esta saturação aumenta excessivamente, então o que "sobra" transforma-se num elemento líquido e precipita-se sob a forma de chuviscos, chuva e mais gravemente como "trombas de água". A temperatura intervém de uma forma directa no processo da condensação do ar e quanto mais quente estiver o ar, mais vapor pode conter, sem chegar ao ponto de saturação.

**Humidade absoluta e humidade relativa.** A humidade absoluta é igual ao peso em gramas de vapor de água contida num metro cúbico de ar ( $H_a = \text{g/m}^3 \text{ de ar}$ )

A humidade relativa expressa-se em percentagem ( $H_r = \% \text{ de água}$ ). Este valor é fundamental em meteorologia já que especifica a maior ou menor proximidade deste ao estado de saturação. Por exemplo, quando se diz que a humidade é de 70%, quer dizer que para atingir a saturação e precipitação faltam 30% de vapor de água na atmosfera, mantendo a mesma temperatura.



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 4. O VENTO.

É a variável meteorológica de maior transcendência para a navegação.



O vento é a variável de estado de movimento do ar. Em meteorologia estuda-se o vento como ar em movimento tanto horizontal como vertical. Os movimentos verticais do ar caracterizam os fenómenos atmosféricos locais, como a formação de nuvens de tormenta.

Os movimentos horizontais são os que mais importância meteorológica e transcendência prática têm para a navegação. Este movimento horizontal do ar é o que se conhece como **"vento"**.

À superfície, o vento vem definido por dois parâmetros: a **direcção**, no plano horizontal, e a **velocidade**.

A meteorologia sinóptica aplicada à navegação, estuda o vento como consequência de todas as demais variáveis meteorológicas e como gerador da ondulação, que é outro parâmetro de grande importância para a navegação.

#### 4.1. Direcção e velocidade.

A direcção do vento é definida pelo ponto do horizonte do observador a partir do qual ele sopra. Actualmente, e internacionalmente, usa-se a rosa dividida em 360°, em vez da antiga rosa de 32 rumos. O cálculo realiza-se tomando como origem o Norte e contando os graus no sentido dos ponteiros do relógio. Assim, um vento de SE equivale a 135°, um de S, a 180°, um de NW, a 315°, um de N a 360°, etc.

A velocidade do vento, no estudo da navegação, mede-se em nós ou utilizando os termos da escala de **"Beaufort"**. Esta escala compreende 12 graus de intensidade crescente que descrevem o vento a partir do estado do mar. Esta descrição não é totalmente correcta pois varia em função do tipo de águas onde se manifesta o vento. Nos modernos anemómetros, a cada grau da escala corresponde uma tabela de velocidades, medidas pelo menos durante 10 minutos a 10 metros de altura sobre o nível do mar. Em meteorologia sinóptica moderna, a escala de Beaufort tende a substituir-se pelas medições em nós.

A escala de "Beaufort" foi elaborada pelo almirante inglês Francis Beaufort, hidrógrafo, em 1806. Começou a ser utilizada pela Royal Navy a partir de 1853 e pelos principais países marítimos a partir de 1874.

Todos os Oficiais, quer sejam da Marinha Mercante, Marinha de Guerra ou Pesca e que fazem quartos à ponte, conhecem e manejam esta escala com à vontade. Porém, é importante divulgar este conhecimento a todos quantos não sejam profissionais do mar, de modo a saberem interpretar os termos nela usados e frequentemente citados, quer em publicações, quer nas informações meteorológicas.



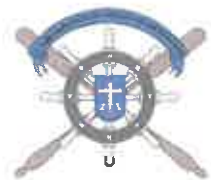


# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### ESCALA "BEAUFORT"

Força do Vento		Velocidade Vento			Efeitos		Estado do Mar	
Nº	Designação	m/s	Nós	Gráfi.	No Mar	Em Terra	Design.	Alt. Vaga
0	CALMA (Calm)	0,0-0,2	< 1		Espelhado ou Estanhado	Folhas imóveis. O fumo sobe verticalmente.	ESTANHADO (Calm glassy)	0
1	ARAGENS (Light air)	0,3-1,5	1 - 3		Formam-se como escamas na superfície sem cristas de espuma	A direcção do vento define-se pelo fumo mas não chega a desfaldar as bandeiras. Tremem as folhas das árvores.	CHÃO (Calm rippled)	0,00 - 0,10
2	FRACO (Light breeze)	1,6-3,3	4 - 6		Encrespado. Há pequenas cristas de espuma transparente	Sente-se o vento na cara. Movem-se as folhas das árvores. Geralmente movem-se também as bandeiras	ENCRESPADO (Smooth)	0,20 - 0,35
3	BONANÇOZO (Gentle breeze)	3,4-5,4	7 - 10		Pequenas vagas cujas cristas começam a rebentar. Algumas cristas brancas.	As folhas das árvores agitam-se constantemente. Desfaldam-se bandeiras.	PEQ. VAGA (Slight)	0,35 - 0,50
4	MODERADO (Moderate breeze)	5,5-7,9	11 - 16		Pequenas vagas com tendência para aumentarem de comprimento. Numerosas cristas brancas.	Levanta-se poeira e pequenos papéis. Movem-se os ramos pequenos das árvores.	CAVADO (Moderate)	1,00 - 1,25
5	FRESCO (Fresh breeze)	8,0-10,7	17 - 21		Vaga moderada. Há cristas brancas em todas as direcções. Alguns borrifos.	Movem-se as árvores pequenas. Formam-se pequenas vagas nos lagos.		1,25 - 1,50
6	MUITO FRESCO (FRESHALHÃO) (Strong breeze)	10,8-13,8	22 - 27		Começam a formar-se vagas grandes. Aumenta o número de cristas brancas. Borrifos abundantes.	Movem-se os ramos grandes das árvores. Sibilam os fios dos telefones. Dificuldade em conservar abertos os guarda-chuva.		1,50 - 2,50
7	FORTE (Near gale)	13,9-17,1	28 - 33		A espuma branca das vagas que rebentam começa a fazer riscos	As árvores sacodem-se. Dificuldade em andar contra o vento.	ALTEROSO (Very rough)	2,50 - 4,00
8	MUITO FORTE (MUITO RIJO) (Gale)	17,2-20,7	34 - 40		Vagas de grande comprimento. A espuma das cristas é arrastada pelo vento originando riscos muito bem marcados.	Partem-se os pequenos ramos das árvores. Geralmente não se pode andar contra o vento.		4,00 - 5,50
9	TEMPESTUOSO (Strong gale)	20,8-24,4	41 - 47		Vagas muito altas, começando a enrolar. Os borrifos afectam a visibilidade	Ligeiras avarias nos edifícios. Caem as chaminés e levantam-se telhas.	TEMPESTUOSO (High)	5,50 - 6,00
10	TEMPORAL (Storm)	24,5-28,4	48 - 55		Vagas muito altas ficando o mar todo branco pela abundância de espuma. Visibilidade reduzida.	Arranca as árvores e produz grandes estragos nos edifícios.		6,00 - 7,50
11	TEMPORAL DESFEITO (Violent storm)	28,5-32,7	56 - 63		Vagas excepcionalmente altas. Visibilidade muito reduzida.	É muito raro. Produz grandes estragos em toda a parte.	ENCAPELADO (Very high)	7,50 - 9,00
12	FURACÃO (Hurricane, Typhoon)	32,7 ou mais	64 ou mais		As vagas atingem alturas desmedidas. A visibilidade é seriamente afectada.			9,00 - 10,00
							EXCEPCIONAL (Phenomenal)	10,0 - 12,0
								12,0 - 14,0
								14,0 - 16,0
								>16,0



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 4.2. Equipamentos de medição.

O equipamento, tradicionalmente utilizado para medir a direcção do vento é o “cata-vento” que marca a direcção do vento em graus na própria rosa. Deve ser instalado na parte mais alta da embarcação para evitar as perturbações. Considera-se que a partir de 10 metros de altura as perturbações não afectam de forma significativa a medida, embora este factor dependa do tipo de embarcação, especialmente se este é um veleiro ou não.

A velocidade do vento mede-se com um anemómetro, que é um molinete de três braços, separados por ângulos de 120°, que se movem em torno de um eixo vertical. Os braços giram com o vento e permitem medir a sua velocidade. Há anemómetros de reduzidas dimensões que se podem sustentar com uma só mão, muito práticos, embora de menor precisão devido às mencionadas perturbações.

### 4.3. Direcção do vento e ondulação.

As mudanças de direcção do vento denomina-se “vento a rodar”, que, independentemente do seu interesse para a navegação, são decisivos em meteorologia para determinar o estado do mar. Em termos gerais, quanto mais tempo permanece estável a direcção do vento, mais capacidade tem para se levantar a ondulação.

### 4.4. Causas primárias.

A causa primária de todos os ventos é a diferença de temperaturas, a qual é por seu turno responsável pelas diferenças de **Pressão Atmosférica**. Esta existência de gradientes de pressão atmosférica, isto é; diferenças de pressão entre áreas contíguas geram o vento. As massas de ar deslocam-se sempre das zonas de maior pressão para as de menor pressão. Assim, determina-se a direcção e velocidade do vento a partir do estudo da distribuição da pressão atmosférica na geografia terrestre, ou seja, a partir dos mapas isobáricos. O vento desloca-se sempre dos anticiclones para as depressões, ou baixas pressões e a sua velocidade calcula-se pela distância das linhas isobáricas no mapa. Quanto mais juntas estiverem as isobaras, mais força terá o vento; quanto mais separadas, menos força terá o vento.

Assim, se por um lado o ar quente sobe, indo o ar frio ocupar o lugar daquele, por outro lado o ar tende a deslocar-se de uma zona de **Pressão Alta (A)** para uma zona de **Pressão** mais **Baixa (B)**.

Devido ao movimento de rotação da Terra o ar que se desloca para um centro de Baixa Pressão (B) é deflectido para a direita, isto no **Hemisfério Norte**; portanto, da direita para a esquerda.

No **Hemisfério Sul**, tudo isto se passa no sentido inverso.

### 4.5. Força de “Coriolis”



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

A rotação terrestre gera a denominada **Força de Coriolis** que se produz de forma perpendicular à direcção do movimento.

No hemisfério Norte, o ar procedente dos anticiclones é desviado para a direita, rodando no sentido dos ponteiros do relógio. Nas depressões, o vento roda em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.

No hemisfério Sul produz-se o efeito contrário, o que explica que o vento das borrascas e anticiclones rodem em sentido contrário.

Este efeito á a base da denominada **Lei de Buys-Ballot** que enuncia:

- *Um observador que se coloque de cara ao vento no hemisfério Norte, terá sempre as baixas pressões à sua direita e as altas pressões à sua esquerda.*
- *No hemisfério Sul produz-se o contrário: as baixas pressões ficam à esquerda e as altas à direita.*



A denominada força de Coriolis influencia todos os fenómenos de translação que se processam sobre a superfície da Terra.

Devido à sua rotação, gera-se uma força, que no hemisfério Norte, desvia para Oeste todas as partículas em movimento de Norte a Sul e para Este as partículas de Sul para Norte.

**Isto é: No hemisfério Norte, a Força de Coriolis desvia para a direita os movimentos das massas de ar e água. No hemisfério Sul produz-se o efeito inverso: o desvio processa-se para a esquerda.**

A força de Coriolis é a causadora de que, por exemplo, os ventos alísios do hemisfério Norte, em vez de soprar de Norte, como se poderia prever, aparentemente, adquirem a direcção Nordeste (NE) já que são desviados para a direita no seu caminho para a zona equatorial devido à força de Coriolis.

### 4.6. O efeito do vento nas borrascas e anticiclones.

Nas depressões ou baixas pressões, o vento tem tendência a convergir para o seu centro onde se acumula e ascende verticalmente. Ao se elevar a massa de ar expande-se, perde energia e arrefece. Se ocorrerem as condições de temperatura e humidade necessária, o vapor de água do ar condensa-se, formando as nuvens.

Nos anticiclones ocorre o contrário. O vento tem tendência a divergir no seu sentido descendente desde o centro do sistema para o exterior, e como consequência uma compressão e um aquecimento. Isto explica porque nos anticiclones haja pouca nebulosidade.





# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

## 4.7. Sinais Indicadores de Ventos.

Sinal nº	Vento	Força	Dia	Noite - Luzes
1	NOROESTE	8		VERMELHO VERMELHO
2	SUDOESTE	8		BRANCO BRANCO
3	NORDESTE	8		VERMELHO BRANCO
4	SUESTE	8		BRANCO VERMELHO
5	Ciclone ou Tempestade de grande violência.	12		VERMELHO VERDE VERMELHO
6	Vento de qualquer direcção	7		BRANCO VERDE
7	Vento rondando no sentido do movimento dos ponteiros do relógio.			
8	Vento rondando no sentido contrário do movimento dos ponteiros do relógio.			
9	Especial para a costa do Algarve. Levante no Estreito de Gibraltar. Ondulação de sueste (SE) com 2 m ou mais.			VERDE



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

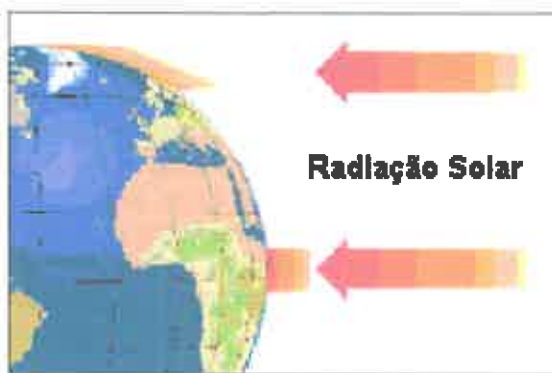
Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

## 5. A CIRCULAÇÃO DO AR NA ATMOSFERA

O ar na atmosfera efectua uns processos de circulação de carácter geral que determinam a climatologia e a estabilidade e derivam dos fenómenos meteorológicos.

### 5.1. A radiação solar

A energia calorífica da radiação solar é a geratriz de todos os processos meteorológicos e climáticos que se dão na Terra. Ao incidir sobre o planeta, atravessa o gás atmosférico e aquecendo parte dele, aquece a superfície terrestre que é a transmissora do calor ao ar atmosférico em contacto com ela. Assim, é a Terra que aquece directamente a atmosfera e não a radiação solar. Isto tem uma importante transcendência para entender a dinâmica de todos os processos que se dão em meteorologia.



No entanto, nem toda a superfície da Terra recebe por igual a mesma energia: os pólos são os que recebem menos e as zonas equatoriais as que recebem mais energia calorífica. Deste modo, a superfície da Terra não transmite de uma forma uniforme o calor ao ar que tem sobre ela.

Isto origina que se produzam permutas térmicas entre as zonas mais quentes e as mais frias para restabelecer o equilíbrio: o ar quente desloca-se para os pólos e o ar frio para o equador.

Deste modo, as massas de ar nivelam e suavizam o clima na Terra e estabelecem os princípios da circulação geral.

### 5.2. Regiões depressionárias e anticiclónicas.

O ar quente da zona equatorial é mais leve e eleva-se. Ao subir, dirige-se em altura para os pólos. À medida que se desloca para o pólo sofre a acção da força de Coriolis, desviando-se para a direita no hemisfério Norte e para a sua esquerda no hemisfério Sul.

Quando o ar arrefece desce, e uma vez na superfície da terra retorna ao equador absorvido pelas baixas pressões que se geram na zona ao ascender o ar quente. Neste trajecto volta a desviar-se devido à força de Coriolis, de maneira que ao chegar à zona subtropical já é um vento de Nordeste (NE) no hemisfério Norte e de Sueste (SE) no hemisfério Sul. Estes ventos são os denominados **Ventos Alísios**. A sua velocidade média situa-se mais ou menos nos 13 nós (13 milhas por hora).

Nos pólos ocorre o contrário. O ar frio e pesado desloca-se desde a zona polar à altura do solo em direcção ao equador. A força de Coriolis, desvia-o para Nordeste (NE) no hemisfério Norte, e para Sueste (SE) no hemisfério Sul. Ao descender de latitude o ar aquece e ascende, voltando à zona polar por cima, absorvido pela depressão em altitude que gera a corrente. Sobre o polo volta a arrefecer descendo e fechando o ciclo. O ciclo equatorial compreende desde o equador até aos 30° de latitude em ambos os hemisférios. O ciclo polar desde ambos os pólos até aos 60°.





# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

Nas latitudes temperadas que ficam entre os 30° e os 60° de latitude origina-se outro ciclo. O ar da zona é mais quente que o polar e mais frio que o subtropical. Por isso, o ar da zona tem tendência a movimentar-se para o pólo para encher o vazio deixado pelo ar ascendente dos 60° de latitude; ao ser desviado de novo pela força de Coriolis adquire uma marcada componente oeste em ambos os hemisférios. São os chamados **ventos de poente**.

Durante o dia a Terra aquece dando origem a que o vento sopra **do mar para a terra**, devido à diferença de aumento de temperatura entre o mar (menor) e a terra (maior). É a **Brisa do Mar ou Viração**.

Durante a noite a Terra esfria mais do que o mar, dando origem a que o vento, **sopra de Terra para o mar**. É o contrário da viração, e, efeito da mesma condutibilidade térmica existente entre o mar (menor) e a Terra (maior). É a **Brisa de Terra Vento Terral**.

### 5.3. A influência dos Continentes.



*Isobaras dominantes no mês de Janeiro*

Este equilíbrio é o que se produziria se o planeta tivesse uma superfície homogênea, porém na realidade há terra e água que aquecem e arrefecem de maneira diferente. No hemisfério Norte predominam as grandes massas continentais e no Sul a água, pelo que a circulação do ar em geral sofre variações em cada caso. Também as massas de terra e água se encontram misturadas sem uniformidade, pelo que a distribuição das depressões e os anticiclones não é homogênea em cada hemisfério.



*Isobaras dominantes no mês de Julho*

Em geral, no **Verão** (*Janeiro para o hemisfério Sul, e Julho para o hemisfério Norte*) a zona anticiclônica dos 30° de latitude tende a interromper-se nos continentes devido à alta absorção da radiação solar da Terra que gera o aparecimento de depressões denominadas térmicas (o ar quente ascende). São as depressões, sul-americana, sul-africana e australiana no Verão austral, e as centroasiática e norte americana, na zona Boreal.

No Inverno (*Janeiro no hemisfério Norte, e Julho para o Sul*) a zona anticiclônica reforça-se sobre os continentes ao arrefecer o ar sobre eles, mais do que sobre o oceanos. O anticiclone é mais intenso nos continentes do hemisfério norte, onde a extensão de terra é superior, que no Sul. São os anticiclones Siberiano e Norteamericano.



## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 6. MASSAS DE AR, FRENTES E DEPRESSÕES

**A interação de massas de ar de diferentes características são a causa da formação das perturbações ou depressões frontais.**

#### 6.1. Características gerais.

Do ponto de vista de temperatura, definem-se massas de ar frio e quente. A fria é aquela cuja temperatura é inferior à do solo sobre o qual ela circula, e a quente é a que possui uma temperatura superior. A interação destas massas de ar de diferentes temperaturas dá lugar aos fenómenos denominados **borrascas** ou **depressões** que constituem a base de toda a meteorologia sinóptica.

#### 6.2. Regiões de ar e frentes



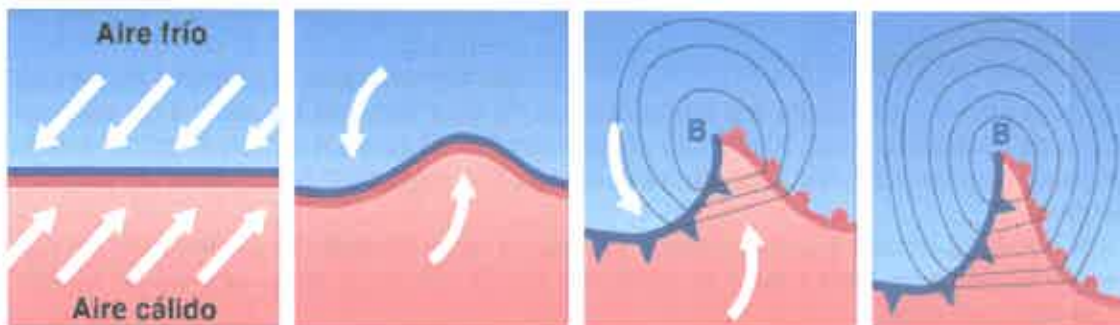
No capítulo anterior, dedicado à circulação do ar na atmosfera, viu-se existirem diferentes massas de ar em função da sua temperatura: ar polar, ar tropical e ar equatorial.

As massas de ar frio são geralmente de origem ártico ou polar e têm tendência a deslocar-se para as latitudes mais temperadas. As massas quentes são de origem tropical.

**Frentes. Entre cada duas massas de ar há uma fronteira que as delimita; é o que se conhece por frente ou superfície frontal**

De um lado ao outro da frente, as propriedades do ar mudam bruscamente. Se, a partir dos pólos descermos na latitude, a primeira frente que se encontra é uma frente polar. Esta separa de forma irregular, as massas polares, de carácter frio, das tropicais, de carácter quente. A frente polar varia muito de posição pois as massas de ar estão em constante movimento.

#### 6.2. Situações mais características.



*Fases da formação de uma borrasca de origem polar, com as suas frentes fria e quente*



## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

### Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

#### 6.3. Formação de uma depressão de origem polar (hemisfério norte): - Frente fria e frente quente.

O ar frio e o ar quente que se encontram de ambos os lados da frente polar tendem a interagir entre si devido às suas diferentes variáveis de estado. O ar frio, mais denso do que o quente, mantém-se por baixo, enquanto que o ar quente se sobrepõe ao frio.

No entanto, estas massas não se misturam, mantendo-se separadas por uma linha que se inclina pela acção dinâmica do sentido de rotação da Terra e das velocidades relativas das massas de ar entre si.

Com quanto o ar frio do Norte tende a introduzir-se por baixo do ar quente do Sul e desloca-se para a direita devido à força de Coriolis. Isto forma uma ondulação na frente polar, é o início de uma **perturbação, borrasca** ou **depressão frontal**.

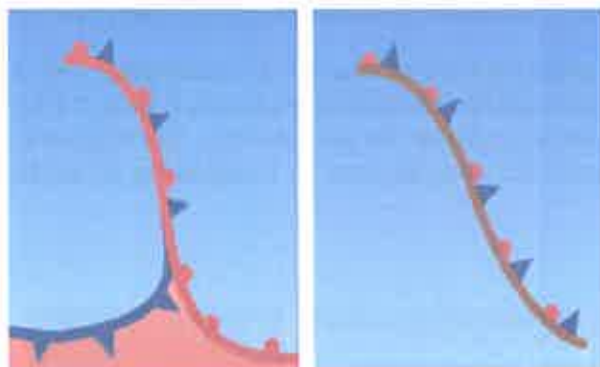
A ondulação vai-se tornando mais pronunciada devido a que o ar frio empurra o ar quente, projectando-se este contra o ar frio. Esta tentativa de penetração do ar quente na massa de ar frio denomina-se **sector quente** da perturbação.

Ao ser menos denso, o ar quente tem a tendência a sobrepor-se ao ar frio. Durante esta ascensão gera uma baixa da pressão atmosférica na zona que fica por baixo dele, daí o nome de **depressão** que se dá a este tipo de perturbações ou borrascas. A linha de avanço do ar frio que se mete como uma cunha debaixo do ar quente, levantando-o e deslocando-o, denomina-se **frente fria**.

Forma-se então um movimento ascendente em espiral que gira no hemisfério norte no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, ao contrário do que se passa no hemisfério sul, onde o movimento ascendente gira no sentido dos ponteiros do relógio. É a borrasca já formada.

A força de uma borrasca vem determinada, como se há dito, principalmente pela diferença de temperatura entre as massas de ar. Quanto mais frio for essa massa de ar, com mais energia impulsionará o ar quente e mais profunda será a borrasca.

#### 6.3. Oclusão de uma depressão frontal



As frentes frias deslocam-se geralmente mais depressa que as quentes estreitando assim progressivamente o sector de ar quente da depressão.

Chega um momento em que a frente fria alcança a quente, fazendo desaparecer o sector quente. Deste modo, o ar frio encontra-se a si mesmo e deixa flutuando por cima o ar quente que foi deslocado.

Isto denomina-se a **oclusão do sector quente** e a frente resultante é a frente oclusa. Há dois tipos de oclusão, o de carácter frio e o de carácter quente. A oclusão de carácter fria dá-se se o ar que empurra é mais frio que o que se encontra à frente; se é menos frio denomina-se oclusão de carácter quente.

A borrasca oclusa é uma borrasca já madura, cuja duração já só depende da sua energia acumulada. Nela tudo é ar polar nos níveis baixos; o ar do seu sector quente fica, agora, por cima.





# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

## 7. FENÓMENOS À PASSAGEM DAS FRENTES DE UMA PERTURBAÇÃO

**As frentes provenientes de uma perturbação de origem polar atlântico apresentam uma série de fenómenos associados**

### 7.1. Tabela geral

Existe uma grande quantidade de fenómenos meteorológicos associados à passagem das frentes. Nas latitudes temperadas são a principal fonte de instabilidade atmosférica, exceptuando as perturbações locais. De um modo geral, podem-se resumir do seguinte modo:

FRENTE FRIA			
PARÂMETROS	ANTES DA FRENTE	À PASSAGEM DA FRENTE	DEPOIS DA FRENTE
Pressão	Baixa	Sobe	Sobe lentamente
Temperatura	Estável	Baixa	Estável
Visibilidade	1.5 Km	De 6 a 15 Km	De 15 a 20 Km
Estado do mar	Encrespado ou de pequena vaga	Vaga alterosa	Encrespado ou de pequena vaga
Vento	W ou SW	Variável	NW aumentando

FRENTE QUENTE			
PARÂMETROS	ANTES DA FRENTE	À PASSAGEM DA FRENTE	DEPOIS DA FRENTE
Pressão	Baixa	Estável	Estável
Temperatura	Sobe um pouco	Sobe	Estável
Visibilidade	De 6 a 5 Km	De 4 a 2 Km	1.5 Km
Estado do mar	Pequena vaga	Encrespado ou de pequena vaga	Encrespado ou de pequena vaga
Vento	S ou SW	Variável	SW ou W

### 7.2. Fenómenos da Frente Quente



Nas frentes quentes a nebulosidade tem uma extensão de 600 a 1500 quilómetros. Primeiramente formam-se os **cirros**, que são nuvens de grande altitude formados por cristais de gelo, a 6000 – 8000 metros ou mais de altura. Os cirros têm um aspecto filamentosso característico. Com a chegada dos cirros inicia-se o abaixamento da pressão atmosférica, devido ao ar quente que chega em altitude.

Depois dos cirros aparecem os **nuvens estratiformes**, em três tipos. Na primeira linha chegam os **cirroestratos** que aparecem como um véu transparente e branqueado que cobre todo o céu de uma forma mais ou menos uniforme e que de vez em quando provocam o fenómeno de um círculo à volta do Sol ou da Lua. A pressão atmosférica continua a baixar, dado que vai aumentando a espessura do ar quente mais leve, que há sobre o barómetro.



## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

### Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

Os cirrostratos pouco a pouco vão baixando de altitude e convertem-se em **altostratos** que são nuvens médias situadas entre 2000 e 3500 metros de altitude que podem desprender alguns chuviscos. Têm um aspecto acinzentado ou azulado sobrepostas que não cobrem uniformemente o céu, deixando pequenas aberturas pelas quais se pode ver a forma difusa do Sol ou da Lua; sem apresentar contudo o círculo em sua volta. A pressão atmosférica continua a baixar de forma gradual e o vento aumenta significativamente a sua velocidade.

Por fim, aparecem os **nimbostratos**, de aspecto cinzento chumbo uniforme que se situam praticamente sobre a frente. Normalmente não se podem observar da superfície terrestre devido à má visibilidade existente quando chegam. Com elas começa uma chuva mais persistente. A pressão atmosférica continua a baixar.

#### 7.3. O Sector Quente ou massa de Ar Quente

Depois da passagem da frente quente, chega a massa de ar quente que está sendo empurrada pelo ar frio. A pressão alcança o valor mais baixo e estabiliza.

Nesta zona há estratos que podem aparecer misturados com névoa que serão mais densas quanto mais fria estiver a temperatura da água do mar. Normalmente deixam ver o Sol, e os ventos sopram significativamente de Oeste.

#### 7.4. Chegada e passagem da Frente Fria



Isobaras dominantes no mês de Janeiro

A chegada da frente fria marca uma sensível mudança das condições atmosféricas. A sua franja de nuvens é mais estreita (uns 300 Km, como valor médio) pelo tardam muito pouco a chegar desde que se observam as primeiras nuvens. Ao ser a subida do ar quente praticamente vertical e relativamente violenta produzem-se cumulonimbos.

O gradiente de temperatura do ar quente ao subir é importante, os cumulonimbos que se formam são a grande altura podendo chegar até aos 10000 metros. Configuram-se como potentes torres que se empilham em altitude de forma algo parecida a uma seta ou um chapéu.

Provocam chuvadas muito intensas, sendo frequentes o granizo e o temporal se o desenvolvimento vertical das nuvens é muito alto e brusco. Se, pelo contrário, o ar ascendente é estável, os contornos das nuvens são mais suaves, distinguindo-se melhor a nimbostratos, e as precipitações mais contínuas. À sua passagem os ventos sopram de NW e alcançam a sua máxima intensidade (rajadas).

À chegada da frente fria, a pressão começa a subir, já que começa a haver ar frio, mais pesado, em altitude. À medida que o ar frio vai entrando, a pressão continua a aumentar mais depressa do que havia descido e o vento vai diminuindo, porém mantendo-se do sector NW. A chuva amaina e aparecem os primeiros cúmulos que podem coincidir com o aparecimento do Sol. Por esta razão são denominadas **nuvens de bom tempo**. Estes cúmulos são nuvens separadas, bem definidas e densas, cujo aspecto recorda as bolas de algodão.





## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 8. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS LOCAIS: NUVENS DE MAU TEMPO

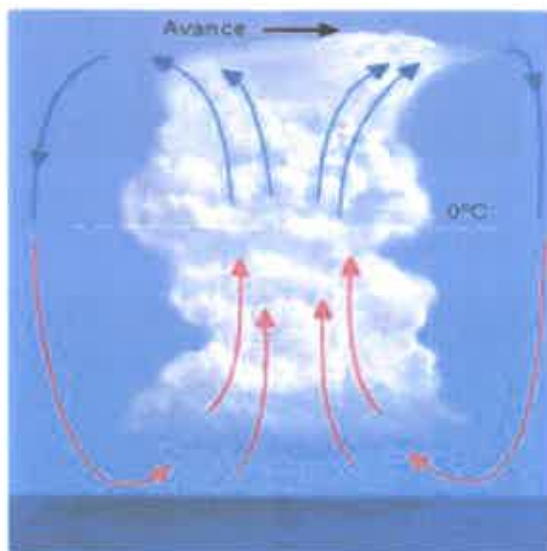
#### 8.1. As nuvens de mau tempo são as perturbações térmicas locais mais habituais.

As perturbações que se originam pela evolução das massas de ar fria e quente que se encontram na frente polar denominam-se perturbações frontais. Porém existe outro tipo de perturbações que se denominam térmicas e produzem-se a nível local quando se dão em determinadas condições pelo que se denominam perturbações locais. A sua génese é basicamente distinta das perturbações frontais e podem-se dividir em três tipos:

- ❖ Nuvens de mau tempo.
- ❖ Borrascas térmicas.
- ❖ Gotas de água fria.

#### 8.2. Instabilidade e nuvens de mau tempo.

As perturbações térmicas produzem-se sobre solos que recebem uma insolação muito forte durante o dia, e por isso são fenómenos típicos do verão, final da primavera



condensação formando nuvens.

e princípio do Outono. Em geral, formam-se sempre que a instabilidade é suficientemente grande de modo que o ar ascendente se eleve até ao nível de condensação. Isto ocorre quando há ar muito frio a grandes altitudes ou quando há ar muito quente e suficiente mente húmido à superfície. Quando se dão ambas as circunstâncias, as condições são as mais favoráveis para a formação de mau tempo. O ar dos níveis baixos, aquecido pelo contacto com o solo, eleva-se formando colunas de ar ascendente. À medida que ascende, e como a pressão atmosférica diminui, o ar expande-se, arrefecendo até que o vapor de água atinge a temperatura

Circulação do ar dentro de um cumulonimbo de

Quanto maior for a altura a que ascende a corrente de ar por cima do nível da condensação, tanto maior será a espessura da nuvem. Estas nuvens, de aspecto de algodão denominam-se cúmulos.

Há muitos tipos de cúmulos, porém fala-se de “perturbação” quando se formam os cumulonimbos que são as nuvens mais activas e que provocam os típicos temporais. Nos cumulonimbos as correntes de ar ascendente muito acima do nível de condensação, ao encontrarem um gradiente térmico favorável, isto é, uma temperatura muito baixa em altitude (aproximadamente a partir dos 5000 metros.

Com a altitude, as gotas de vapor vão aumentando de volume até atingirem um peso de tal maneira elevado que as correntes ascendentes não conseguem mantê-las em suspensão; então caem formando chuva.



## **Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**

**Entidade Formadora de Navegadores de Recreio**

### **8.3. Dinâmica de um cumulonimbo**

Nas latitudes entre os 30° e 60° N, estas nuvens tormentosas movem-se normalmente de Oeste para Este, seguindo a direcção geral do fluxo de ar.

As correntes de ar ascendente podem chegar aos seis ou sete quilómetros. A estas alturas as gotas de água congelam-se. Assim, a nuvem está composta, na sua parte superior por gelo, e na parte inferior por água. O ar que circula no interior da nuvem atinge velocidades de 300 a 600 Km/h. As correntes ascendentes, centrais, complementam-se com as descendentes pelas partes laterais.

O ar descendente dissipa a nebulosidade, razão pela qual os bordos observáveis destas nuvens aparecem nitidamente recortadas no contraste com o céu azul. Estes recortes de aspecto algodoso são devidos a remoinhos locais que se produzem no interior da nuvem.



1. O ar quente e húmido ascende e condensa-se.



2. À medida que ascende arrefece mais e as gotas de condensação caem pelo seu peso originando a chuva.



3. Circulação do ar durante a queda da chuva.



4. Circulação do ar já em dissipação.

As precipitações começam na fase de "amadurecimento" da nuvem, isto é, quando as correntes ascendentes ultrapassam os 5000 metros aproximadamente. Quando as correntes ascendentes vão desaparecendo a precipitação alcança a sua máxima intensidade, até que aos níveis altos já não chega ar húmido e então a perturbação começa a sua declinação até desaparecer.

O granizo forma-se quando as gotas de gelo em altitude são capturadas por alguma corrente descendente violenta que as precipita até ao solo sem tempo para se liquefazem.



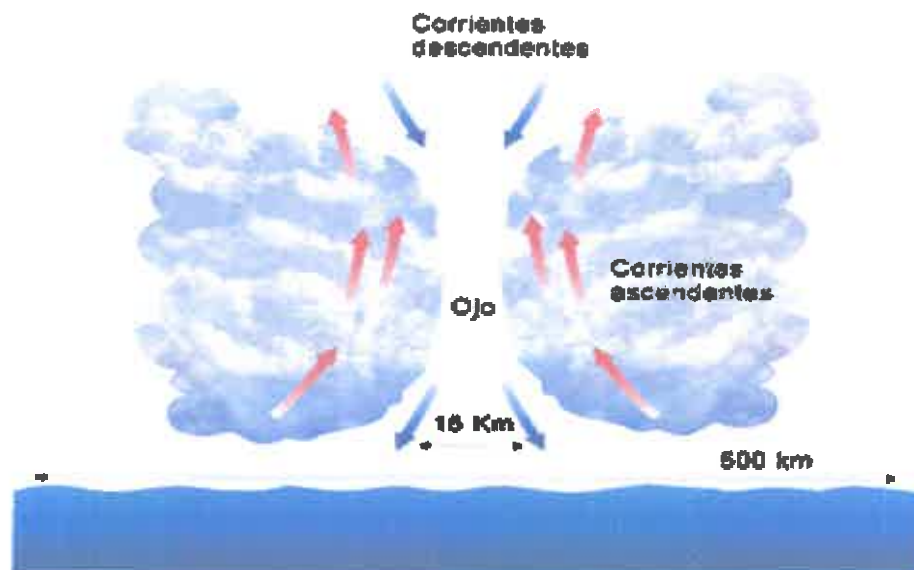
## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 9. FENÓMENOS PERIGOSOS: CICLONES TROPICAIS

Os ciclones são sistemas depressionários que se formam na zona Intertropical de convergência. Embora previsíveis, constituem uma situação realmente perigosa para os navegadores das zonas tropicais.

O ciclone é um fenómeno meteorológico tipicamente marítimo. O seu funcionamento é semelhante a uma borrasca, porém a sua origem e formação são distintas. As borrascas produzem-se em latitudes médias por ondulação da frente polar, ponto de convergência da massa de ar tropical, a partir do Sul, e a massa de ar fria, proveniente do norte. Os ciclones formam-se a latitudes entre 8° e 20° ao Norte ou Sul do Equador, na denominada *“zona Intertropical de convergência” (ZITC)*, onde não há mais do que ar quente.



*Correntes de ar no seio de um ciclone tropical*

Na ZITC convergem os ventos alísios provenientes do nordeste e alísios provenientes do sudoeste. Ambos convergem numa mesma direcção. Nestas circunstâncias a possibilidade de que se produza uma ondulação na ZITC que provoque uma depressão é escassa, porém às vezes ocorre. Uma anormal deslocação do alísio do norte ou do sul, que rompa a simetria do equilíbrio na ZITC, faz surgir imediatamente, por efeito da força de Coriolis, um remoinho de ar que trata de restabelecer o equilíbrio. A convergência que supõe o mínimo de pressão criada leva consigo ascendentes de ar; *é o princípio do ciclone.*

Os ciclones funcionam como um motor que converte a sua energia em movimento. Necessitam de enormes quantidades de humidade; é a razão porque se desenvolvem sempre sobre os oceanos, nunca sobre a terra. O forte calor das latitudes tropicais eleva toneladas de água do mar em forma de vapor que, ao condensar-se por cima em nuvens, liberta a sua energia. Todo esse calor libertado é aproveitado pelo ciclone incipiente.



## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

*Entidade Formadora de Navegadores de Recreio*

Para que o remoinho adquira suficiente violência, o ar do seu núcleo tem de ser muito quente e leve, de modo a que possa favorecer as ascendências, a sucção consequente e a rotação do conjunto. Para tal, a temperatura do mar tem de ser superior a 28°, pelo menos nas zonas de formação.

Nestas circunstâncias, a tiragem da chaminé ascendente pode-se ir prolongando à custa de novas quantidades de ar húmido e quente, que ocupa o lugar do que se eleva, elevando-se por sua vez e repetindo-se o processo ininterruptamente.

Desenvolvido e maduro, o seu diâmetro é, em valor médio, de uns 500 Km. A sua estrutura é uma espiral nublosa que gira em redor de uma pequena área na qual o vento está calmo e o céu está limpo; é "*olho do furacão*", de um diâmetro entre 15 a 20 Km. Os fenómenos atmosféricos que congregam um ciclone são impressionantes; as nuvens alcançam quase sempre os 15000 metros de altitude, as chuvas são torrenciais e os ventos são da ordem de força 12 de "Beaufort" ou mais.



*Zona de ciclones na zona de convergência intertropical do Atlântico*



## **Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**

**Entidade Formadora de Navegadores de Recreio**

### **10. FENÓMENOS PERIGOSOS: TROMBAS MARINHAS**

**São fenómenos similares aos tornados terrestres porém de muito pouca violência. Dão-se preferencialmente no Mediterrâneo nas épocas do final do Verão e Outono.**

A tromba marinha é uma perturbação muito localizada que se gera a partir da instabilidade do tipo convectivo que é originada pela sobreposição de uma superfície de ar frio a baixa altitude sobre uma superfície de ar quente e húmida que existe sobre a superfície do mar. Isto pode ocorrer quando existem nuvens de tormenta do tipo cumulonimbos e em especial depois da passagem destas, quando se produz um arrefecimento destacado das massas de ar a seguir à descarga de um chuvada.

A sua aparência é de grandes tubos de forma cónica ligadas à base da nuvem na sua parte superior. Formam grandes turbilhões na superfície do mar acompanhados de um zumbido característico. Os seus efeitos são locais e provocam ventos de enorme intensidade que podem chegar a levantar pesadas quantidades de água em função da duração do fenómeno.

O fenómeno das trombas marinhas é frequente no Mediterrâneo nos finais do Verão e durante a primeira metade do Outono. As altas temperaturas da água do mar, superiores a 22° C, a que podem chegar nas costas no final do Verão favorecem a que, quando chegam as perturbações, se produzam elevados gradientes térmicos entre as bases dos cumulonimbos e o ar sobre a superfície do mar.



**Processo de formação de uma tromba marítima**

#### **10.1 Processo de formação**

Na base da nuvem aparece um apêndice nebuloso de forma tronco-cônica diminuindo a sua conicidade à medida que desce até ao mar. Antes da ponta tronco-cônica atingir a água, na superfície forma-se um turbilhão que projecta a água para cima um ou dois metros até se ligar com o cone formando o tubo ou manga característico das trombas. No entanto, algumas trombas não chegam a atingir a superfície do mar permanecendo como cones suspensos da nuvem.





## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

*Entidade Formadora de Navegadores de Recreio*

### 10.2 Dimensões e dinâmica de uma tromba

As dimensões e intensidade de uma tromba são muito variadas. A sua altura oscila entre os 250 e 800 metros e o seu diâmetro entre os 7 e 10 metros. Duram entre poucos minutos e cerca de 45 minutos, embora o mais comum seja entre 15 a 20 minutos.

O ar frio descendente pela periferia do tubo gira em espiral a grande velocidade em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. Este movimento gera no centro do tubo uma forte aspiração que absorve a água à superfície do mar fazendo-a ascender até à base da nuvem onde fica em suspensão ou volta a cair no mar em forma de chuva. É comum que se absorvam peças e pequenos objectos que vão cair a alguma distância.

As trombas aparecem algumas vezes em grupos até quatro unidades e o seu movimento é aparentemente errático embora geralmente sigam a deslocação normal da perturbação.

A sua base atinge velocidades de 3 a 8 nós, embora possam alcançar os 10 nós.

É precisamente a diferença de velocidades entre o turbilhão da sua base e o cone que liga à base da nuvem que faz com que a manga se curve seguindo formas caprichosas e acabe rompendo-se. Quando isto sucede a tromba desfaz-se em menos de um minuto.

Embora não tenham a intensidade das trombas terrestres, as trombas marítimas podem causar importantes danos e ser nefastas para as pequenas embarcações.

Quando se veja aparecer uma tromba marítima devemos estabelecer a direcção dominante do seu movimento e governar-se-á de modo a nos mantermos o mais afastado possível dela.





# **Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**

**Entidade Formadora de Navegadores de Recreio**

## **11. FENÓMENOS PERIGOSOS: O NEVOEIRO**

**O perigo do nevoeiro é indirecto: reside na má visibilidade que origina.**

O nevoeiro é o resultado da condensação do vapor de água contido no ar nas superfícies perto do solo quando a humidade relativa do ar se aproxima dos 100%. A espessura do nevoeiro pode variar entre 3 e 300 metros em função do tipo. O nevoeiro, é um fenómeno que se origina por um gradiente térmico entre massas de ar. No caso do mar, este gradiente produz-se entre a superfície imediatamente adjacente à superfície da água e as imediatamente superiores; por isso é um fenómeno que se dá nas latitudes médias e altas, onde se podem dar as condições de suficiente gradiente térmico entre a superfície do mar e o ar em contacto com ele, e é muito raro nas regiões tropicais e subtropicais dos oceanos.

**O nevoeiro de mar vai-se levantando à medida que se desloca sobre as águas mais quentes.**

**O nevoeiro também se dissipa se o vento ultrapassar os 20 nós de velocidade.**

### **11.1 Visibilidade.**

Em meteorologia os tipos de nevoeiro distinguem-se em função do grau de visibilidade que permitem.

<b>NEVOEIRO</b>	<b>Denomina-se nevoeiro propriamente quando a visibilidade horizontal não ultrapassa um quilómetro.</b>
<b>NEBLINA</b>	<b>Quando a visibilidade é superior a um quilómetro e inferior a dois e a humidade relativa é superior a 60%</b>
<b>BRUMA</b>	<b>Quando a visibilidade é superior a dois quilómetros e inferior a dez, que é a distância mínima de boa visibilidade e a humidade relativa é inferior a 60%.</b>



## **Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**

**Entidade Formadora de Navegadores de Recreio**

### **11.2 Tipos de nevoeiro segundo a sua causa.**

Segundo a causa que a origina o nevoeiro pode ser:

<b>DE ADVECÇÃO</b>	<b>É a que se produz ao deslocar-se ar temperado sobre águas frias. É o tipo de nevoeiro que se forma com maior frequência sobre o mar e a mais intensa e persistente. É frequente que se desprendam ligeiras gotículas. No Inverno são frequentes na costa, quando depois de um tempo frio sopram ventos mais temperados procedentes do mar.</b>
<b>DE EVAPORAÇÃO</b>	<b>Produzem-se quando sobre a superfície do mar se deposita uma superfície de ar muito mais frio. É preciso um gradiente de temperatura de, pelo menos, 12°C. A água, mais quente, passa calor e vapor de água à superfície de ar em contacto com ela. Esta superfície mostra-se instável e tende a ascender arrastando o vapor que se acumula uns metros mais acima condensando-se e formando o nevoeiro. O nevoeiro de evaporação são habituais nas zonas altas frias banhadas por correntes quentes, como a Corrente do Golfo, que são capazes de gerar os gradientes térmicos necessários.</b>
<b>DE MISTURA</b>	<b>Formam-se normalmente nas frentes quentes ao misturar-se o ar temperado e húmido com outro mais frio. A mistura produz-se só numa estreita faixa, de forma que o nevoeiro se situe na vertical com as nuvens da frente, pelo que pode ser precedido de chuva.</b>
<b>DE RADIAÇÃO</b>	<b>Origina-se quando um arrefecimento do terreno arrefece por sua vez o ar situado imediatamente sobre este. É o típico nevoeiro que se forma nas noites de Inverno nas encostas e fundo dos vales. É muito raro em mar alto, já que a superfície da água tem uma variação diurna de temperatura pequena; no entanto, a brisa terrestre desloca-a com frequência até ao mar.</b>



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### RESUMINDO

#### 1. INTRODUÇÃO.

É na zona da **Troposfera** que se passam os fenómenos meteorológicos que nos interessam.

A troposfera está impregnada de vapor de água, oriundo da evaporação da água dos mares, rios e lagos, e devido às diferenças de temperatura nas diversas altitudes, formam-se correntes de ar, ascendentes e descendentes, constituindo zonas de turbulência.

Pode dizer-se que é na troposfera que está situado o **"caldeirão"** onde se "cozinha" o tempo.

A **"fornalha"** é dada indirectamente pelo Sol. Os raios solares não aquecem directamente o ar que atravessam, mas sim a superfície terrestre, não sendo uniforme entre a Terra e o Mar. A Terra aquece rapidamente, atingindo temperaturas mais elevadas, ao passo que o mar leva mais tempo a aquecer, não atingindo temperaturas tão elevadas como a Terra, mas conserva a sua temperatura por mais tempo, enquanto que a Terra arrefece rapidamente durante a noite.

Quando a Terra aquece, ela irradia calor para o ar, aumentando a temperatura do ar ambiente, fazendo-o subir. É fácil observar, no Verão, sobre os carris das linhas férreas, sobre um paredão ao longo da sua superfície ou até mesmo sobre uma estrada, uma certa ondulação vertical de **ondas de calor**, subindo para a atmosfera.

O ar quente eleva-se como um balão, por diminuição da densidade, causando um vazio no seu lugar. Este vazio provoca imediatamente uma chamada (convergência) de ar frio circunvizinho, para preencher esse **"buraco"** (depressão).

Este fenómeno produz-se em pequena e grande escala, originando assim pequenas e grandes correntes de ar.

<b>Troposfera</b>	Camada gasosa que vai até 12 a 15 Km.
<b>Tropopausa</b>	Zona entre a troposfera e a estratosfera.
<b>Estratosfera</b>	Camada que vai até 165 Km.
<b>Estratopausa</b>	Zona entre a estratosfera e a mesosfera.
<b>Mesosfera</b>	Camada até 195 Km.
<b>Mesopausa</b>	Zona entre a mesosfera e a termosfera.
<b>Termosfera</b>	Camada acima dos 200 Km.
<b>Ionosfera</b>	Zona da atmosfera, a partir de 80 Km de altitude, fortemente ionizada, e subdividida em termosfera (até 500Km) e exosfera, separadas por uma zona de descontinuidade (termopausa).



## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 2. IRRADIAÇÃO DA ENERGIA CALORÍFICA.

Nem toda a energia calorífica emitida pelo Sol é absorvida pela Terra. Pelo contrário, é uma percentagem baixa.

40% →	Atinge a superfície da Terra.
43% →	É reflectida para o Cosmos.
17% →	É absorvida pela Terra.

A energia calorífica propaga-se por:

Condução	Quando a propagação se faz por contacto.
Convecção	Quando resulta da circulação do ar por diferença de temperatura.
Irradiação	Quando é feita por meio das próprias ondas caloríficas.

### 3. PRESSÃO ATMOSFÉRICA.

Varia na razão inversa da temperatura do ar, dado que este é tanto mais leve (ou menos denso) quanto mais quente está.

A pressão diminui logaritmicamente com a altitude.

#### 3.1. Pressão. Unidades de pressão. Isóbaras.

A pressão, é a força exercida por unidade de superfície. ( $P = F : s$ ) onde a pressão, P, vem expressa em Kg/cm<sup>2</sup> a força, F, em Kg e a superfície, s, em cm<sup>2</sup>.

Outras unidades de pressão utilizadas são:

UNIDADES DE PRESSÃO						
Unidade	N/m <sup>2</sup>	Bar	atm	mmHg	mmH <sub>2</sub> O	Kgf/m <sup>2</sup>
1Pa (1N/m <sup>2</sup> )	1	10 <sup>-5</sup>	9.86923 . 10 <sup>-6</sup>	7.50062 . 10 <sup>-3</sup>	0.101972	0.10197
1 bar	10 <sup>5</sup>	1	9.86923 . 10 <sup>-1</sup>	750.062	1.01972 . 10 <sup>4</sup>	10197.16
1 atm	1.01325 . 10 <sup>5</sup>	1.01325	1	1.03323 . 10 <sup>4</sup>	1.03323 . 10 <sup>4</sup>	1033.2
1 mmHg	133.3224	1.3332 . 10 <sup>-3</sup>	1.31579 . 10 <sup>-3</sup>	1	13.5951	13.595
1 mmH <sub>2</sub> O	9.80665	9.80665 . 10 <sup>-5</sup>	9.67841 . 10 <sup>-5</sup>	735.559 . 10 <sup>-4</sup>	1	1
1 Kgf/m <sup>2</sup>	9.80665	9.80665 . 10 <sup>-5</sup>	9.67841 . 10 <sup>-5</sup>	735.559 . 10 <sup>-4</sup>	1	1

**NOTA:** Virando a cara para o vento, o centro de uma depressão (B) está à nossa direita, isto no Hemisfério Norte.

As zonas de alta pressão (A) e baixa pressão (B), são definidas por linhas de igual pressão barométrica, as **isóbaras**.

Unindo todos os locais com a mesma pressão, estamos a traçar as isóbaras dessa região.





## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

*Entidade Formadora de Navegadores de Recreio*

### 4. VENTO.

#### 4.1. Causas primárias.

A causa primária de todos os ventos é a diferença de temperaturas, a qual é por seu turno responsável pelas diferenças de **Pressão Atmosférica**.

Se por um lado o ar quente sobe, indo o ar frio ocupar o lugar daquele, por outro lado o ar tende a deslocar-se de uma zona de **Pressão Alta (A)** para uma zona de **Pressão mais Baixa (B)**.

Devido ao movimento de rotação da Terra o ar que se desloca para um centro de Baixa Pressão (B) é deflectido para a direita, isto no **Hemisfério Norte**; portanto, da direita para a esquerda. No **Hemisfério Sul**, tudo isto se passa no sentido inverso.

#### 4.2. Brisa Marítima ou Viração.

Durante o dia a Terra aquece dando origem a que o vento sopra do mar para a terra, devido à diferença de aumento de temperatura entre o mar (menor) e a terra (maior). É a **Brisa Marítima ou Viração**.

#### 4.3. Brisa Terrestre ou Vento Terral.

Durante a noite a Terra esfria mais do que o mar, dando origem a que o vento, sopra de Terra para o mar. É o contrário da viração, e, efeito da mesma condutibilidade térmica existente entre o mar (menor) e a Terra (maior).

#### 4.4. Ventos Alísios.

No hemisfério Norte, eles correm para Nordeste (NE). No hemisfério Sul, eles correm para Sueste (SE).

A sua velocidade média situa-se mais ou menos nas 13 milhas por hora, 13 nós.

### 5. MASSAS DE AR.

#### 5.1. Ar Polar Marítimo.

Tem uma humidade relativa mais baixa, com uma temperatura inferior à do mar, nuvens baixas tipo "Cumulos", é instável e tem boa visibilidade.

O Ar Polar pode ser Polar Marítimo ou Polar Continental consoante o seu percurso.

#### 5.2. Ar Tropical Marítimo.

Tem uma humidade relativa alta, com temperaturas um pouco acima da do mar, apresenta nuvens altas, tipo "Estratos", o tempo é estável com uma visibilidade fraca e uma tendência à formação de nevoeiro.

O Ar Tropical pode ser Tropical Marítimo ou Tropical Continental, consoante o seu percurso.

MASSA DE AR	FRIA	QUENTE
ESTABILIDADE	Instável	Estável
VENTO	Rajadas	Constante
VISIBILIDADE	Boa	Regular ou má
NEBULOSIDADE	Cumuliforme	Estratiforme
PRECIPITAÇÃO	Aguacelos	Chuva ou chuvisco



# Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

## Entidade Formadora de Navegadores de Recreio

### 6. FRENTES.

A zona de separação entre massas de ar com características T, HR  $\neq$  S

São grandes massas de ar, quentes ou frias (A zona de separação entre massas de ar com características T, HR  $\neq$  S), que quando se deslocam não se misturam logo. Constituem uma superfície frontal, ou mais simplesmente uma Frente.

#### 6.1. Superfície Frontal Quente.

Antes da passagem	É o avanço de uma massa de ar quente e húmido, sobre uma massa de ar frio. O vento ronda para S-SW-W e refresca, a pressão baixa, a temperatura e a humidade relativa sobem, com o aparecimento de chuva.
À sua passagem	O vento ronda para SW e continua a refrescar, a pressão estaciona, a temperatura mantém a sua ascensão, a humidade relativa aumenta rapidamente, o céu fica encoberto e a chuva intensifica-se.
Após a sua passagem	O vento ronda para W, pode continuar a refrescar, a pressão estaciona e a humidade relativa também. A precipitação é chuva fraca ou chuveiro.

#### 6.2. Superfície Frontal Fria.

Antes da passagem	Consiste no avanço de uma massa de ar fria sob uma massa de ar quente. Normalmente de curta duração mas violenta.
À sua passagem	A pressão sobe rapidamente, a temperatura desce muito rapidamente, a humidade relativa começa a diminuir, a chuva é forte, às vezes com trovoadas e o vento ronda para W-NW.
Após a sua passagem	A pressão sobe, mas mais devagar, a temperatura desce lentamente, a humidade relativa desce rapidamente, o céu fica limpo, o vento continua a rondar para NW, diminuindo a sua intensidade e a chuva passa para um regime de aguaceiros.

### 7. CENTROS DE PRESSÃO.

#### 7.1. Centro de Altas Pressões (A).

Apresenta céu claro, tempo seco e pressão alta. No hemisfério Norte, o vento roda no sentido horário (da esquerda para a direita). No hemisfério Sul, roda no sentido anti-horário (da direita para a esquerda). Em Portugal este vento aparece-nos de N-NE-E.

Normalmente temos bom tempo. O vento sopra do centro para a periferia e a corrente de ar é descendente.

#### 7.2. Centro de Baixas Pressões (B).

Apresenta céu muito nublado acompanhado de vento, a pressão é baixa e o ar é húmido. Temos portanto um tempo instável, que pode também trazer chuvas.

No hemisfério Norte o vento roda no sentido anti-horário e no hemisfério Sul será no sentido horário.



## **Clube Náutico De Angra Do Heroísmo**

### ***Entidade Formadora de Navegadores de Recreio***

#### **8. OCLUSÃO.**

É a fusão de duas frentes; Ar Polar nos níveis baixos e Ar Tropical nos níveis altos.

##### **8.1. Superfície Frontal Oclusa.**

Este fenómeno corresponde ao alcançar da superfície frontal quente pela superfície frontal fria, em virtude da frente fria se deslocar mais rapidamente. Ao longo desta superfície persiste certa instabilidade e perturbação que no entanto se dissipa ao fim de algumas horas.

#### **9. NEVOEIRO.**

Forma-se pela condensação de vapor de água sobre partículas microscópicas que se encontram sempre em suspensão no ar (núcleos de condensação). Sobre a Terra essas partículas são poeiras ou fumos, enquanto que sobre o mar consistem normalmente em pequeníssimos cristais de sal.

Este fenómeno ocorre quando uma massa de ar de humidade relativa alta é arrefecida, atingindo a saturação e resultando na condensação de vapor de água em gotas de água visíveis. Esta condensação quando ocorre nas camadas junto à superfície constitui aquilo a que chamamos o Nevoeiro.

Dum fenómeno de inversão (Estado extremo da estabilidade do ar) à superfície pode resultar com facilidade a formação de um nevoeiro, bastando para isso que a camada de ar em contacto com a Terra ou o mar tenha uma temperatura superior a estas e uma humidade relativa alta.

#### **10. FENÓMENOS MAIS GENERALIZADOS.**

##### **10.1. Nortadas da Costa Portuguesa.**

No Verão, devido ao aquecimento das planícies do Alentejo e da Andaluzia, quando estas temperaturas são muito elevadas, aparecem as nortadas na costa. É um vento do quadrante N, que sopra ao longo da costa, começando mais cedo no Minho e atingindo mais tarde o Algarve. Em geral termina à noite para recomeçar no dia seguinte à tarde. Mas por vezes, pode durar alguns dias e soprando 15 a 20 nós.

##### **10.2. Cabeleiras do Alto da Serra.**

Nas serranias, orientadas do lado Leste/Oeste, portanto com uma vertente virada ao Norte e outra para Sul, observa-se por vezes a formação de uma névoa, no cume do monte, da parte da manhã e que se vai adensando com o dia. É a Cabeleira do Monte. Pela parte da tarde, essa névoa desfaz-se e pela vertente Sul do Monte começa a soprar uma forte nortada local.

Este fenómeno é muito característico na Serra de Sintra, na Serra da Arrábida, em Sesimbra e em Portimão na Serra de Fóia.



## Clube Náutico De Angra Do Heroísmo

*Entidade Formadora de Navegadores de Recreio*

### 10.3. Levante.

Vento do Leste, soprando com força (20 nós), produzindo mar grosso, arrastando muitas partículas de terra em suspensão, estendendo-se de Gibraltar até para além do Cabo de S. Vicente, durante três a quatro dias, ou mais tempo. Dada a violência, que não pode ser prevista, obriga a reforçar as amarras, ou procurar fundeadouro em zonas mais abrigadas.

O aparecimento de ventos do Oeste "Ponlentes" ou de uma vaga de SE é o precursor do levante.

### 11. À "LAIA" DE PREVISÃO.

1º	O barómetro baixa lentamente, aparecem <b>cirrus</b> em "virgula", por vezes um halo de 22º em volta do Sol, o vento mudou para Sul; Anuncia a chegada provável de uma frente quente	<b>Chuva e Vento</b>
2º	O barómetro baixa, o céu mantém-se claro, o vento fixa-se em NE ou vento de rajadas do sector E com boa visibilidade	<b>Deve começar um anticiclone</b>
3º	Há bom tempo, o barómetro sobe lentamente	<b>É a chegada do anticiclone</b>

#### 11.1. Avisos de Temporal.

Nos mastros de sinais das Capitánias, nos Pilotos da Barra, etc., são içados sinais com a indicação do lado provável donde virá o mau tempo.

#### 11.2. Cartas de Tempo.

Para efectuar uma previsão meteorológica é necessário dispor de "Cartas de Tempo" ou "Cartas Sinópticas" que possibilitem o conhecimento das massas de ar e seus movimentos, na área onde se prevê ir navegar.

### 12. ADVERTÊNCIAS.

É bom lembrar, todavia, que o tempo nem sempre gosta de obedecer às leis que os cientistas escrevem em seus livros. Os meteorologistas podem prever as tendências do tempo, mas se o tempo mudar de idela repentinamente, nada podemos fazer.