

Universidade de São Paulo
Departamento de Geografia
FLG 0253 - Climatologia I

Pressão Atmosférica

Prof. Dr. Emerson Galvani
Laboratório de Climatologia e
Biogeografia – LCB

Questão motivadora:

- Observamos até o momento que a radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar apresentam **um** momento de valor máximo e um momento de valor mínimo ao longo do dia.
- A pressão atmosférica apresenta **dois** momentos de máximo e dois momentos de mínimo ao longo de um dia, saberia explicar porque?

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

- O ar exerce uma força sobre as superfícies com as quais tem contato, devido ao contínuo bombardeamento das moléculas que compõem o ar contra tais superfícies.
- Torricelli em 1643 conseguiu medir o “peso” do ar pela primeira vez.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

- A pressão atmosférica em uma dada posição é usualmente definida como **o peso por unidade de área da coluna de ar acima desta posição.**
- No nível do mar uma coluna padrão de ar com base de 1 cm^2 pesa um pouco mais que 1 kg .

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

- Tal pressão equivaleria a uma carga de mais de 500 toneladas sobre um telhado de 50m^2 .
- Por que o telhado não desaba? Porque a pressão do ar em qualquer ponto não atua apenas para baixo, mas é a mesma em todas as direções: para cima, para baixo e para os lados. Portanto, a pressão do ar por baixo do telhado contrabalança a pressão sobre o telhado.

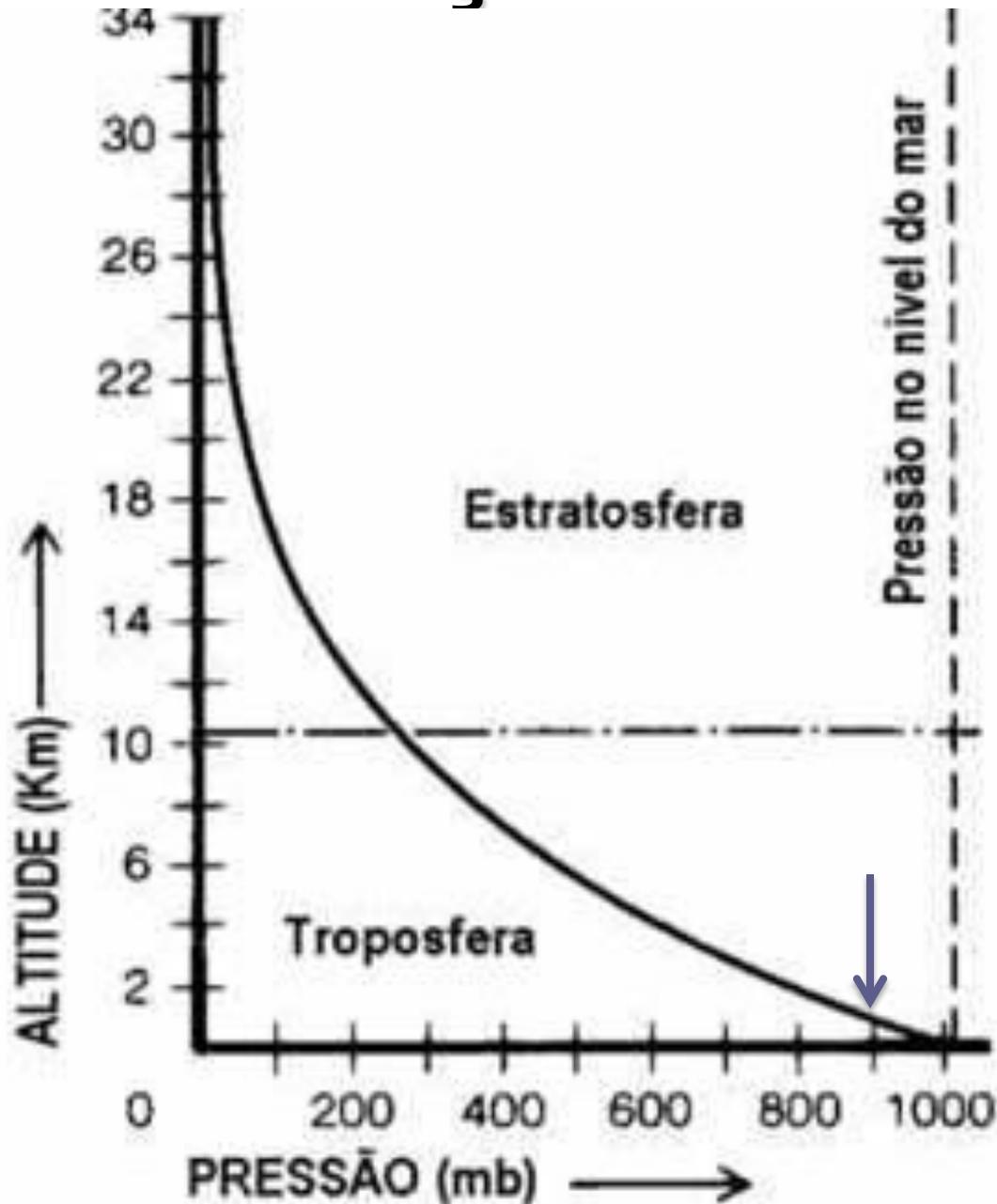
VARIAÇÃO COM A ALTITUDE

- À medida que a altitude **aumenta**, a pressão **diminui**, pois diminui o peso da coluna de ar acima. Como o ar é compressível, diminui também a densidade com a altura, o que contribui para diminuir ainda mais o peso da coluna de ar à medida que a altitude aumenta. Inversamente, quando a altitude diminui, aumenta a pressão e a densidade.

VARIAÇÃO COM A ALTITUDE

- A variação vertical da pressão e densidade é muito maior que a variação horizontal e temporal. Para determinar a variação média vertical da pressão, consideremos uma atmosfera idealizada que representa a estrutura média horizontal e temporal da atmosfera, na qual as forças verticais estão em equilíbrio. A figura a seguir mostra a variação da pressão da atmosfera padrão com a altitude.

VARIAÇÃO COM A ALTITUDE



A P_{atm} é expressa no SI (Sistema Internacional) em kPa (quilo Pascal) mas pode ser representada também em:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ATM} &= 760 \\ \text{mmHg} &= \\ 1.013,3 \text{ mb} &= \\ 1013,3 \text{ hPa} &= \\ 101,33 \text{ kPa} & \end{aligned}$$

- Para converter a Pressão Atmosférica (P_{atm}) de mb (milibar) para mmHg (milímetros de mercúrio), considere:
- $P_{\text{atm}} = 760 \text{ mmHg}$
- $P_{\text{atm}} = 1013,3 \text{ mb}$
- $760/1013,3 = \mathbf{0,75}$
- Ou seja de mmHg para mb/hPa basta dividir por 0,75 e vice-versa.

VARIAÇÃO DA PATM COM A ALTITUDE

Altitude (m)	Pressão atmosférica (mmHg)	Altitude (m)	Pressão atmosférica (mmHg)
0	760	1200	658
200	742	1400	642
400	724	1600	627
600	707	1800	612
800	690	2000	598
1000	674	3000	527

- Em regiões montanhosas as diferenças na pressão da superfície de um local para outro são devidas principalmente a diferenças de altitudes.
- Para isolar a parcela do campo de pressão que é devida à passagem de sistemas de tempo, é necessário **reduzir as pressões a um nível de referência comum, geralmente o nível do mar.**

VARIAÇÕES HORIZONTAIS

- * A pressão atmosférica difere de um local para outro e nem sempre devido a diferenças de altitude. Quando a redução ao nível do mar é efetuada, a pressão do ar ainda varia de um lugar para outro e flutua de um dia para outro e mesmo de hora em hora.**

VARIAÇÕES HORIZONTAIS

*Em latitudes médias o tempo é dominado por uma contínua *procissão* de diferentes massas de ar que trazem junto mudanças na pressão atmosférica e mudanças no tempo. Em geral, o tempo torna-se tempestuoso quando a pressão cai e bom quando pressão sobe. Uma massa de ar é um volume enorme de ar que é relativamente uniforme (horizontalmente) quanto à temperatura e à concentração de vapor d'água. Por que algumas massas de ar exercem maior pressão que outras? Uma razão são as diferenças na densidade do ar, decorrentes de diferenças na temperatura ou no conteúdo de vapor d'água, ou ambos. Via de regra, a temperatura tem uma influência muito maior sobre a pressão que o vapor d' água.

■ a) INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO VAPOR D'ÁGUA

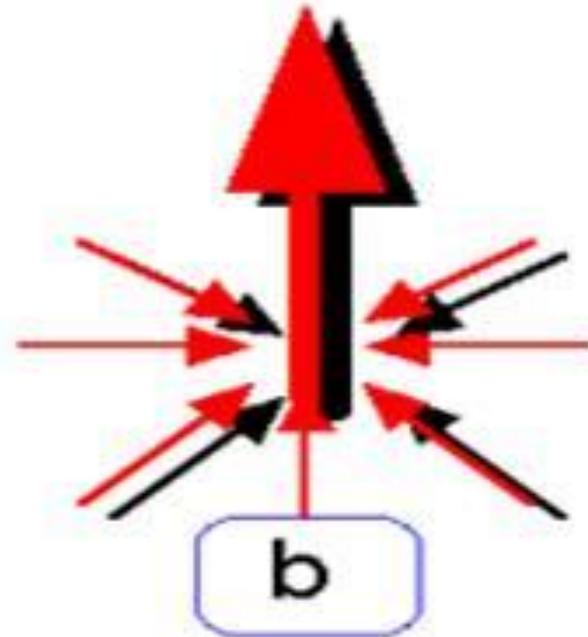
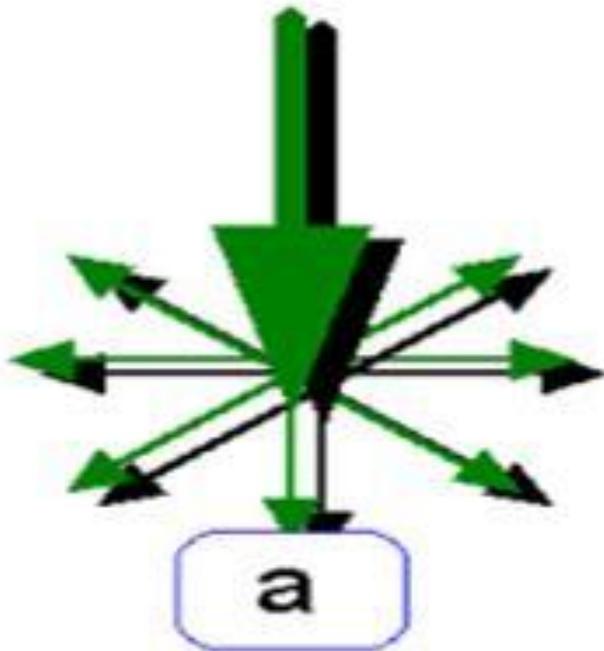
■ A maior presença de vapor d'água no ar diminui a densidade do ar porque o peso molecular da água (18,016 g/mol) é menor que o peso molecular médio do ar (28,97 g/mol). **Portanto, em iguais temperaturas e volumes, uma massa de ar mais úmida exerce menor pressão que uma massa de ar mais seca.**

VARIAÇÕES HORIZONTAIS

*b) DIVERGÊNCIA E CONVERGÊNCIA

Além das variações de pressão causadas por variações de temperatura e (com menor influência) por variações no conteúdo de vapor d'água, a pressão do ar pode também ser influenciada por padrões de circulação que causam divergência ou convergência do ar. Suponha, por exemplo, que na superfície da Terra, ventos horizontais soprem rapidamente a partir de um ponto, como mostrado na figura a seguir (esquerda). Esta situação configura divergência de ar (horizontal).

VARIAÇÕES HORIZONTAIS



(a) ar descendente e divergência na superfície.

(b) convergência na superfície e ar ascendente.

VARIAÇÕES HORIZONTAIS

*b) DIVERGÊNCIA E CONVERGÊNCIA

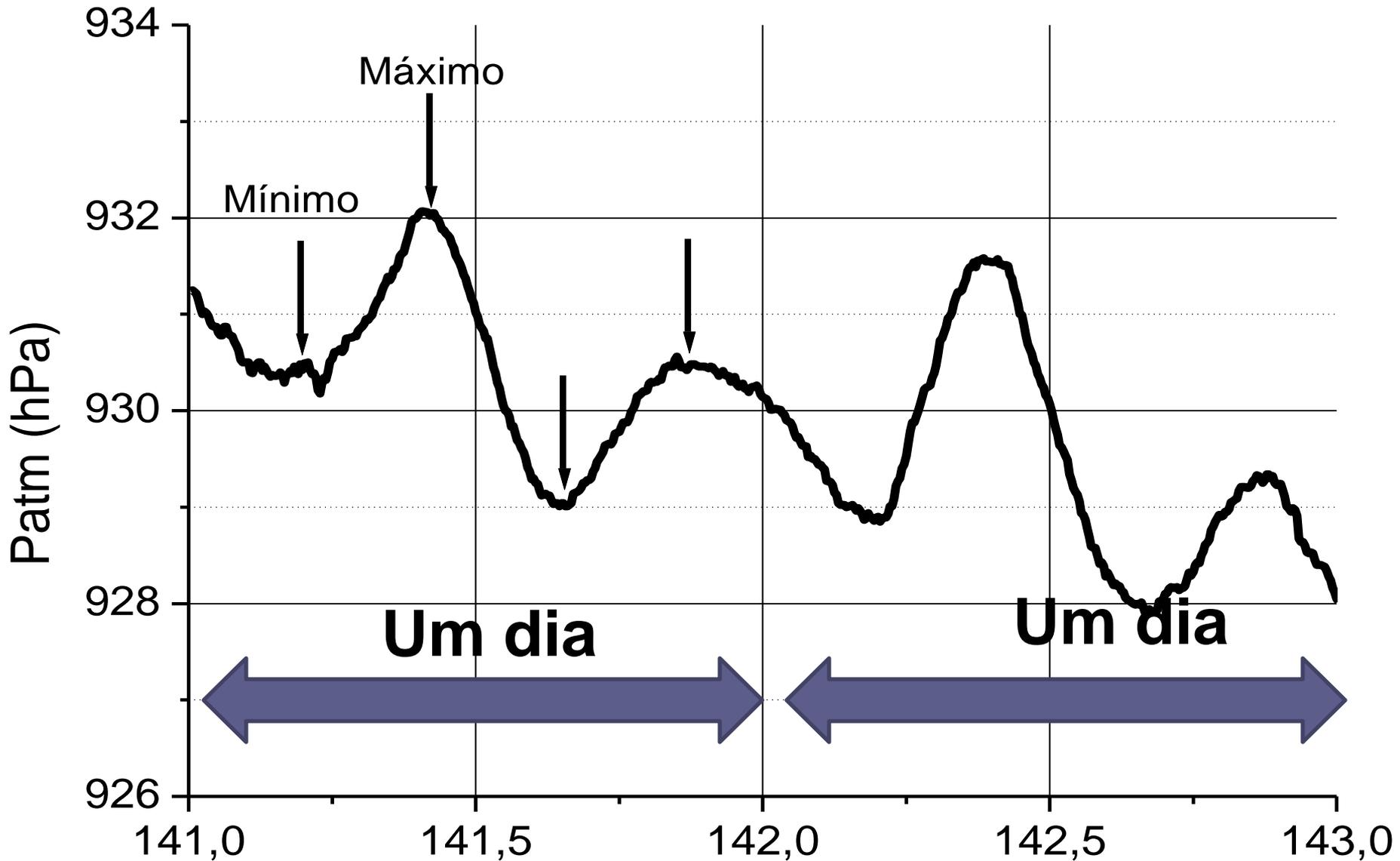
- No centro, o ar descendente toma o lugar do ar divergente. Se a divergência de ar na superfície for menor que a descida de ar, então a densidade de ar e a pressão atmosférica aumentam.

Por outro lado, suponha que na superfície ventos horizontais soprem radialmente em direção a um ponto central, como na figura a direita. Este é um exemplo de convergência de ar. Se a convergência de ar na superfície for menor que a subida de ar, então a densidade de ar e a pressão atmosférica diminuem.

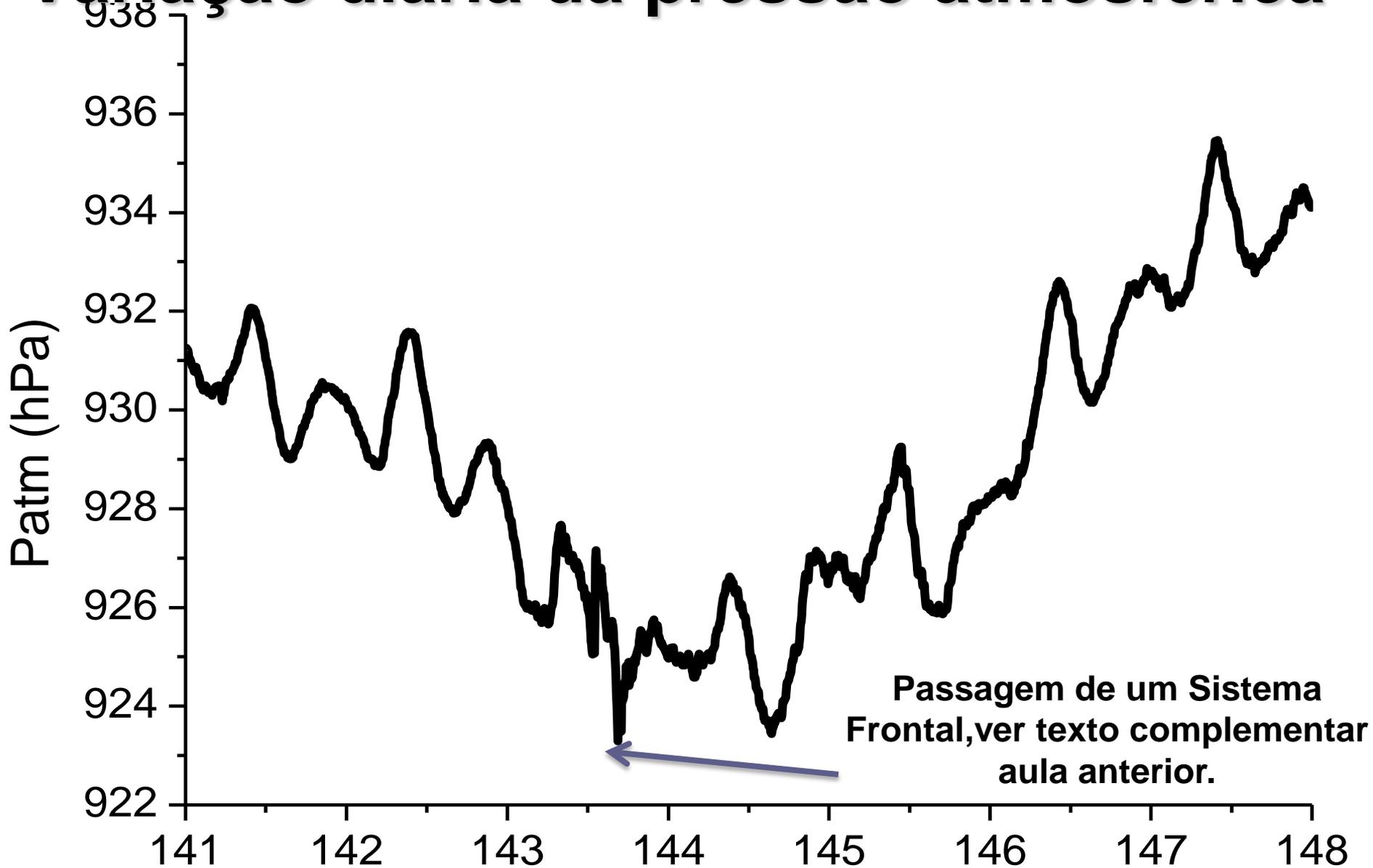
Variação diária da pressão atmosférica

A pressão atmosférica oscila entre dois máximos (as 10h e as 22h) e dois mínimos (4h e 16h) na região tropical. Essa oscilação é resultado da **atração gravitacional da lua.**

Variação diária da pressão atmosférica



Variação diária da pressão atmosférica



Variação diária da pressão atmosférica na estação meteorológica do LCB – USP.

Variação diária da pressão atmosférica

Como sabemos a Terra realiza uma volta em torno de si mesma a cada 24 horas e seis minutos. Mas a Lua também se move e tem um ciclo de marés se complete a cada 24 horas, 50 minutos e 28 segundos em média. Como são duas marés, a água sobe e desce a cada 12 horas, 25 minutos e 14 segundos.

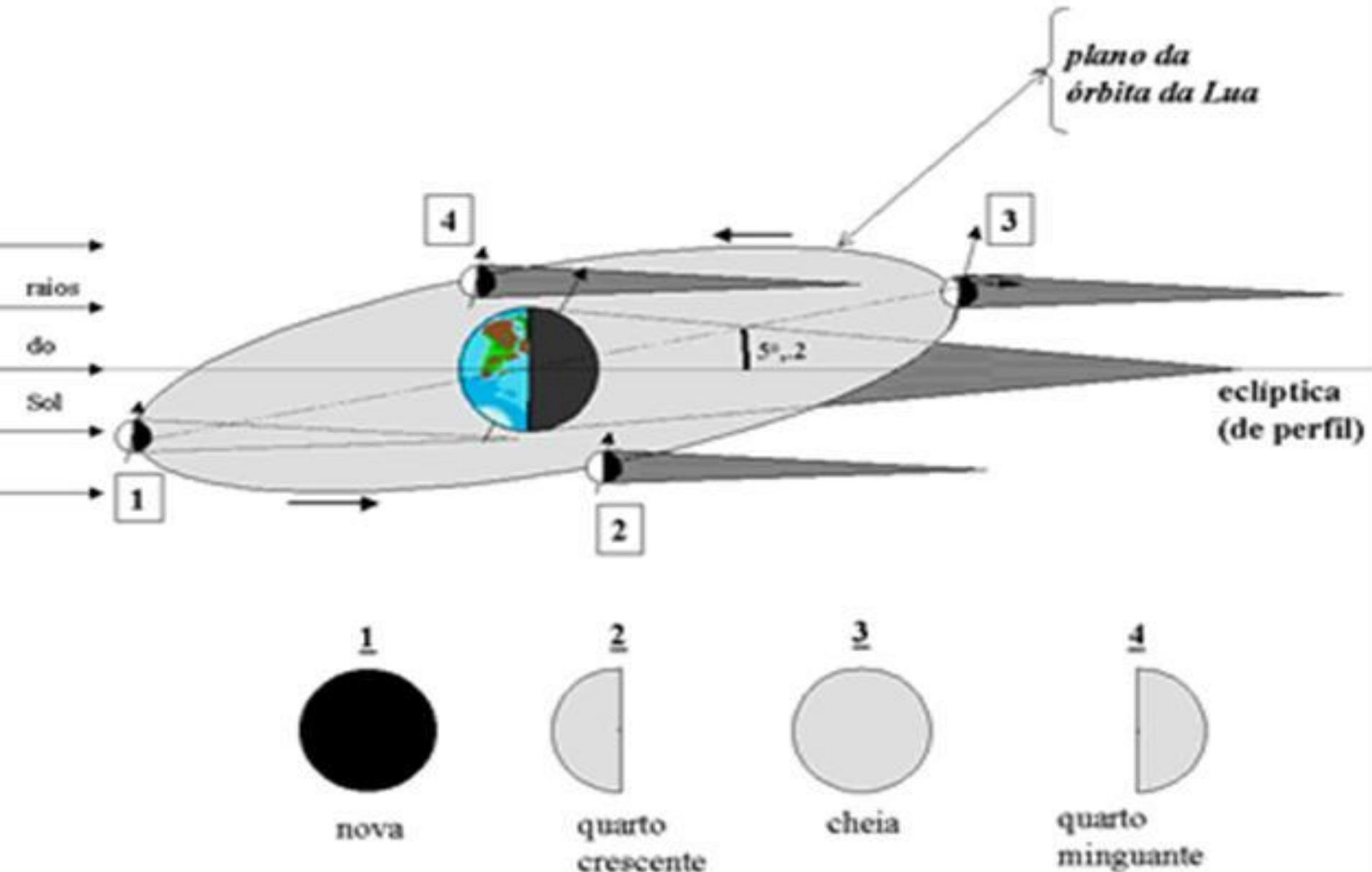
Variação diária da pressão atmosférica

O fenômeno das marés também é observado na parte sólida do planeta, mas com menor intensidade. O solo terrestre pode elevar-se até 45 centímetros nas fases de Lua Cheia ou Nova. Mas nós não percebemos, pois tudo a nossa volta levanta junto e não temos assim uma referência.

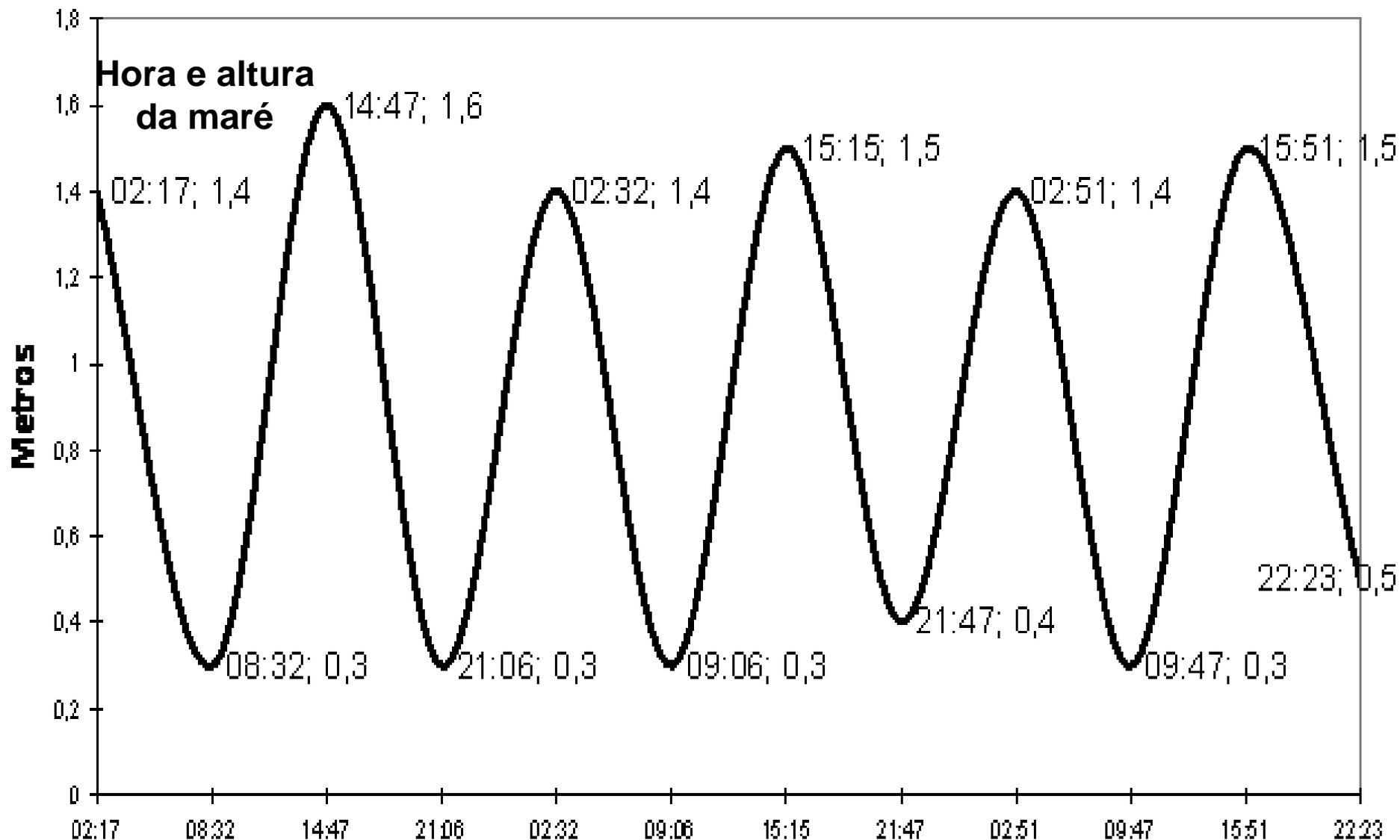
Vamos tentar assistir ao vídeo:

<http://youtu.be/9wFZUOSg9R4>

Variação diária da pressão atmosférica



Tábua de marés - Porto de Santos – SP



dias 27 a 29 de março de 2006.

Variação diária da pressão atmosférica e marés

- As marés consistem do aumento periódico do nível dos oceanos. São causadas pelas forças gravitacionais do Sol e, principalmente, da Lua. O Sol tem muito mais massa que a Lua, mas em compensação está muito mais distante; daí sua influência sobre a maré ser $1/3$ da influência da Lua.
De modo simplificado, a maré ocorre porque o nível dos oceanos se eleva um pouco na "direção" voltada para a Lua. A parte "oposta" também sofre uma elevação por estar mais afastada da Lua.

Variação diária da pressão atmosférica e marés

- Com a soma dos movimentos de rotação da Terra e a revolução da Lua em torno da Terra, em 24h e 50min podemos ter duas marés altas e duas baixas. A altura das marés depende de vários fatores, sendo o principal a **fase da Lua**. As fases **nova e cheia** são mais intensas porque as forças gravitacionais do Sol e da Lua se somam por estarem estes dois corpos praticamente alinhados. As marés são então chamadas de **vivas**. Já nas fases crescente e minguante ocorrem as marés **mortas**, por serem as diferenças entre a alta e a baixa pequenas e às vezes inexistentes.

Variação diária da pressão atmosférica e marés

Maré Viva



Sol



Maré Morta



Sol

■ Marés

■ A intensidade das marés é influenciada também pelo perfil do litoral e pelas correntes oceânicas. As amplitudes das marés têm em geral 1,5 metro, mas, em alguns lugares (baía de Fundy, no Canadá), podem chegar a 15 metros! As amplitudes mais altas do Brasil ocorrem no Maranhão, com cerca de 5 metros ou mais.

A atmosfera e os continentes também apresentam efeitos de maré. Para efeitos práticos, porém, a maré nos continentes pode ser considerada nula.

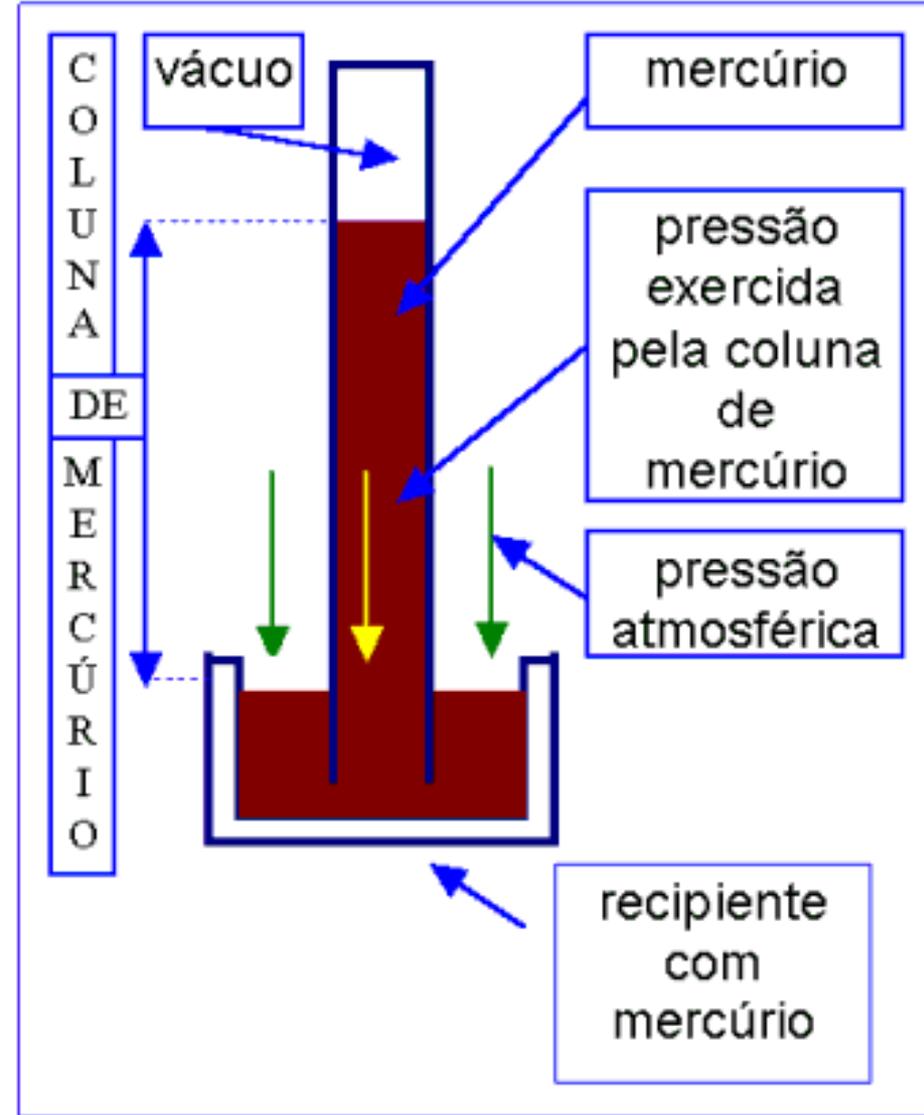
ALTAS E BAIXAS PRESSÕES

Após a **redução das pressões** superficiais ao nível do mar, pode-se traçar mapas de superfície nos quais pontos com mesma pressão atmosférica são ligados por linhas chamadas isóbaras (figura a seguir). As letras **A** e **B** designam regiões com máximos e mínimos de pressão, respectivamente. Por razões apresentadas mais adiante uma alta é geralmente um sistema de bom tempo (sem chuva), enquanto uma baixa é geralmente sistema de tempo com chuvas ou tempestades.

MEDIDAS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A pressão atmosférica é medida por barômetros. Há 2 tipos básicos de barômetros: mercúrio e aneróide. O mais preciso é o barômetro de mercúrio, inventado por Torricelli em 1643. Consiste de um tubo de vidro com quase 1 m de comprimento, fechado numa extremidade e aberto noutra, e preenchido com mercúrio (Hg). A pressão atmosférica média no nível do mar mede 760 mm Hg.

MEDIDAS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA



Barômetro de mercúrio (esquerda
fonte: www.inmet.gov.br)

MEDIDAS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA

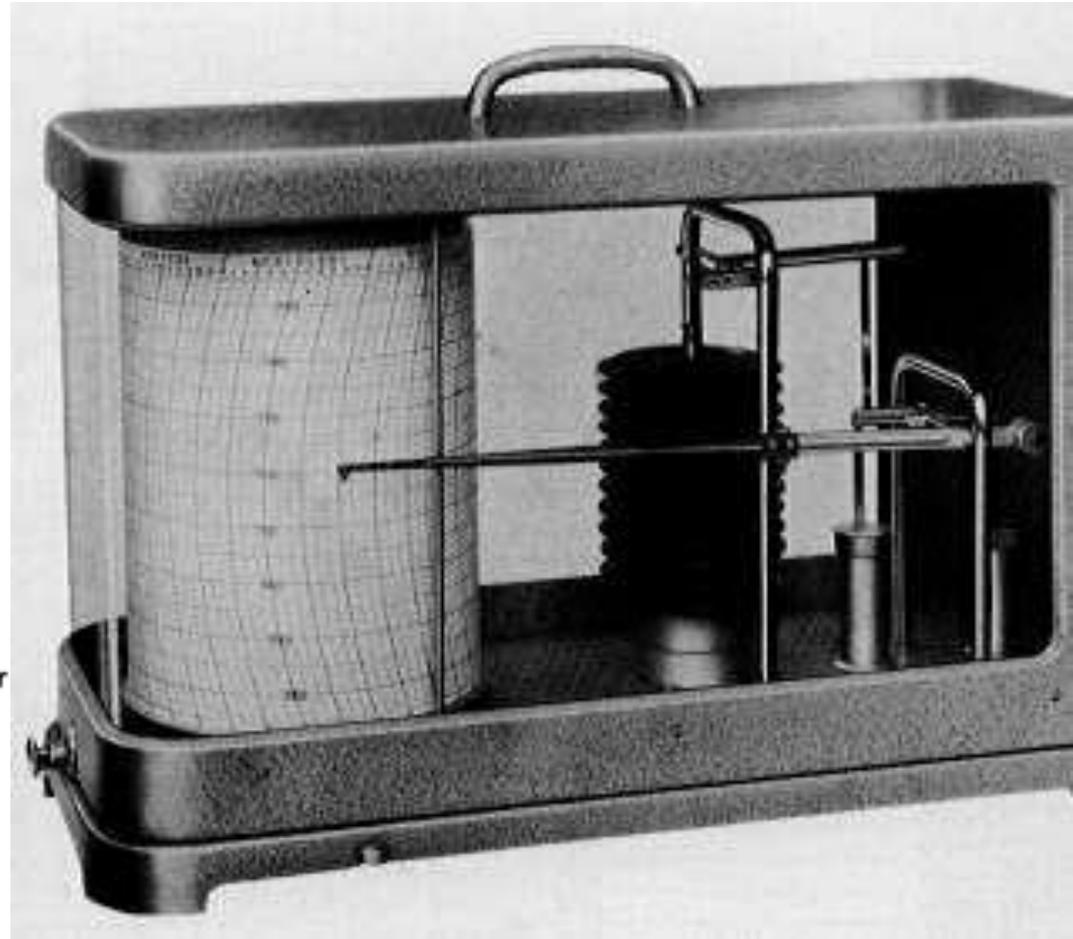
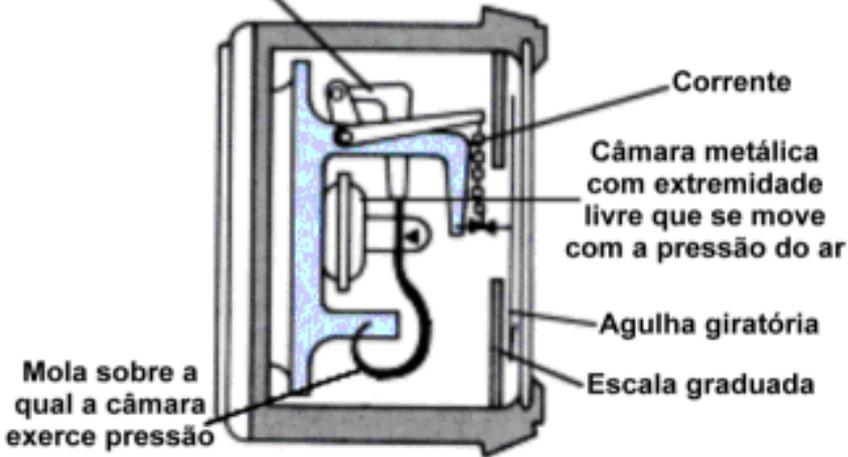
O barômetro aneróide - sem líquido - é menos preciso, porém mais portátil que o barômetro de mercúrio.

Consiste em uma câmara de metal parcialmente com vácuo, com uma mola no seu interior para evitar o seu esmagamento. A câmara se comprime quando a pressão cresce e se expande quando a pressão diminui. Estes movimentos são transmitidos a um ponteiro sobre um mostrador que está calibrado em unidades de pressão. Aneróides são freqüentemente usados em barógrafos, instrumentos que gravam continuamente mudanças de pressão. Como a pressão do ar diminui com a altitude, um barômetro aneróide pode ser calibrado para fornecer altitudes. Tal instrumento é um altímetro.

MEDIDAS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA



Sistema de alavancas



Barômetro aneróide (esquerda) e Barógrafo (direita) Fonte: www.inmet.gov.br

Barômetro e altímetro que levamos no campo



Universidade de São Paulo - Departamento de Geografia
Disciplina FLG 0253: Climatologia I
Exercício 7: Pressão atmosférica

1) O mapa hipotético abaixo indica os valores de pressão atmosférica para distintas localidades. A pressão está representada em mmHg (milímetros de mercúrio) e esta “reduzida ao nível do mar”, ou seja o efeito da altitude foi corrigido. Trace as isóbaras em intervalos de 1 mmHg e identifique os centros de alta e baixa pressão. Comente sobre as possíveis condições de tempo atmosférico nesses centros.

(mapa no slide seguinte)

2) Realize uma pesquisa e indique como é possível utilizar a atração gravitacional Lua-Terra e o movimento das marés para produção de energia. Comente sobre vantagens e desvantagens desse recurso.

• 722

• 724

• 722

• 719

• 720

• 724

• 722

• 724