

LISTA 7

1) Como se formam furacões e tornados?

FURACÃO

Dimensão continental.

Furacão Melissa:



Tufão Kalmaegi:



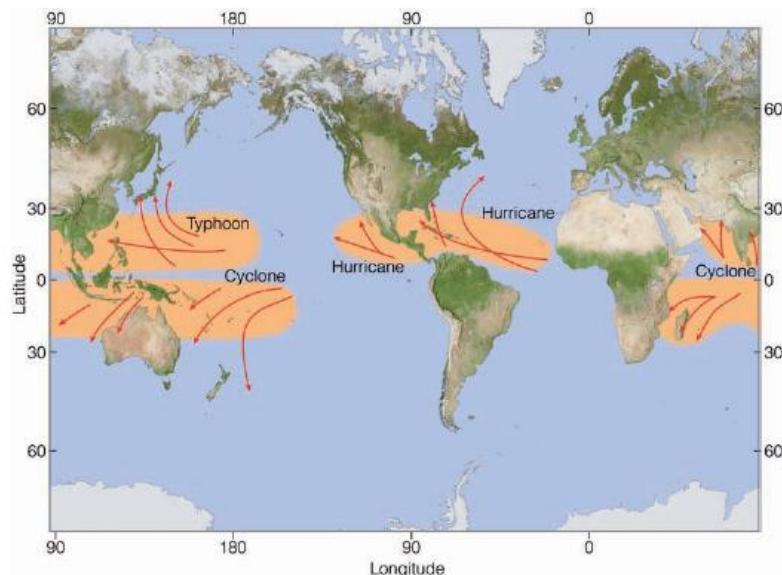
MATERIAL DO PROFESSOR:

LISTA 7

Ciclones são menos intensos que furacões ou tufões.

Furacões: são formados no mar devido ao aquecimento superficial, sua evaporação e transferência do calor latente em uma coluna de ar acima do olho do furacão, retroalimentando o furacão. É uma máquina térmica que se retira do topo do oceano para a atmosfera. A FGP, força de Coriolis e centrípeta mantém o furacão girando.

- Para uma tempestade tropical se tornar furacão precisa de um cisalhamento (ou "shear" em inglês) de vento bem fraco;
- O cisalhamento é uma medida da variação do vento com relação à altura;
- O cisalhamento é elevado quando a velocidade nos níveis mais altos é muito grande (20 m/s ou mais);
- Com a mudança climática se obtém aumento da temperatura média da Terra e dos oceanos, aumentando assim a frequência dos furacões pode ter aumentado;

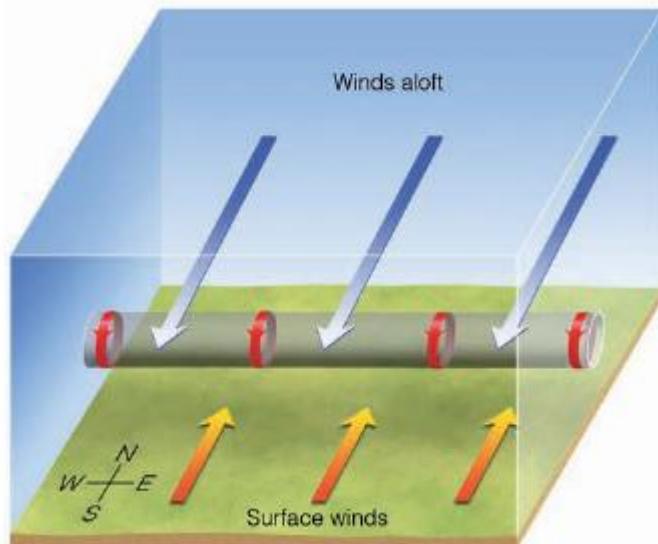


Escala Saffir-Simpson

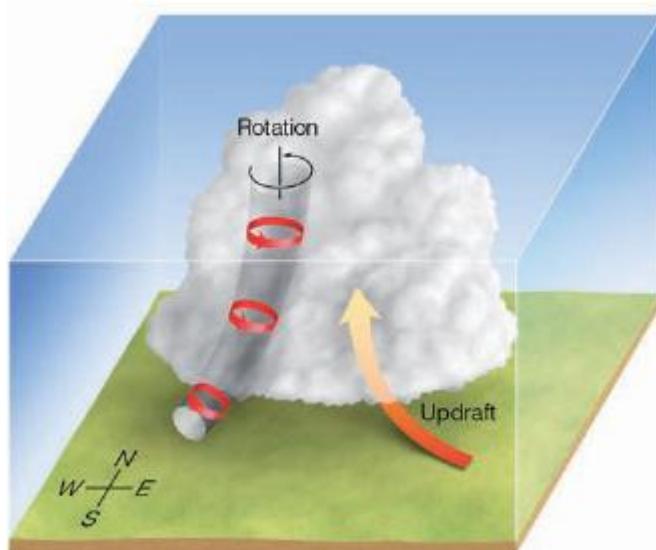


LISTA 7

- Tornados possuem dimensões muito menores que furacões, há duração muito menor (algumas horas) e são frequentemente associadas a tempestades severas e frentes frias.
- Em uma supercélula, o ar quente e úmido sobe rapidamente e encontra um forte jato de ar frio que desce, formando uma corrente de rotação horizontal.



- Essa rotação horizontal se transforma em rotação vertical quando a corrente ascendente é forte o suficiente, criando um vórtice que pode se intensificar e se conectar com o solo, formando um tornado.



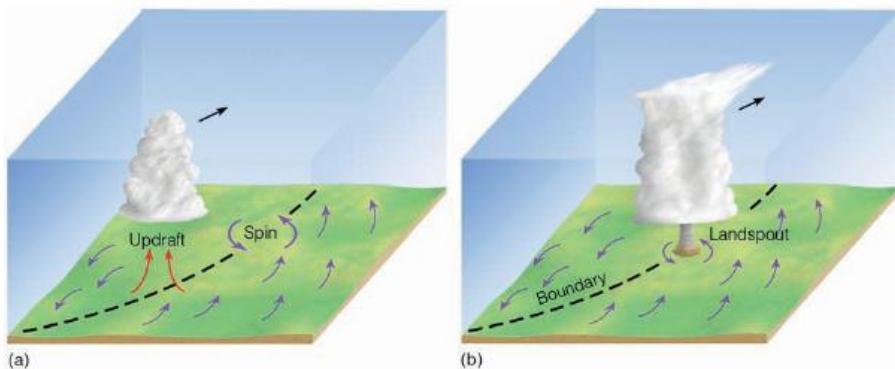
Figuras do capítulo 14 do livro-texto *Meteorology Today*

LISTA 7

Tornados também podem ser formados a partir de uma parede vertical de nuvem, sem a formação de uma supercélula.

• FIGURE 14.48

(a) Along the boundary of converging winds, the air rises and condenses into a cumulus congestus cloud. At the surface the converging winds along the boundary create a region of counterclockwise spin. (b) As the cloud moves over the area of rotation, the updraft draws the spinning air up into the cloud producing a nonsupercell tornado, or landspout. (Modified after Wakimoto and Wilson)



Explicação do material do professor:

Tornados e Tromba d'água

- Tornados se formam em extensas regiões planas, a partir de uma nuvem de tempestade do tipo cumulonimbus;
- Vêm da base do nuvem para o chão (de cima para baixo);
- Abrangência de centenas de metros - menores que furacões;
- O movimento de rotação se origina no interior da nuvem;
- Dependendo da intensidade o tornado pode se desgarrar da nuvem e seguir trajetória própria;
- O centro do tornado tem pressão baixa, o que atrai o ar para o interior do tornado. Em compensação, a força centrífuga expelle o ar para fora do tornado;
- O atrito com a superfície enfraquece o tornado;
- Ocorrem no Brasil com menos frequência do que nos EUA;
- Uma tromba d'água (waterfalls) é um tornado que se desloca sobre a água;
- Escala Fujita.

FUJITA

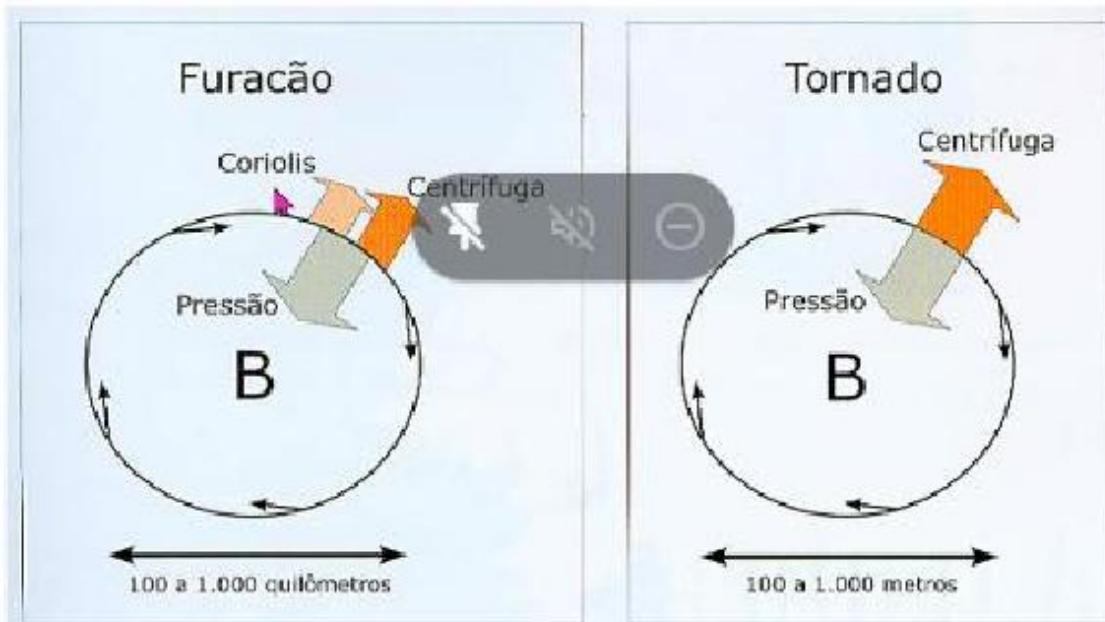
ESCALA	VELOCIDADE DO VENTO	DAÑOS
F0 Danos leves	64km/h a 116km/h	Galhos de árvores quebrados e danos em chaminés
F1 Danos moderados	117km/h a 180km/h	Casas e/ou móveis arrancados da base ou virados
F2 Danos consideráveis	181km/h a 252km/h	Casas e/ou móveis demolidos e árvores arrancadas
F3 Danos severos	253km/h a 330km/h	Telhados e paredes derrubados e carros arremessados
F4 Danos devastadores	331km/h a 419km/h	Demolição de paredes fortes
F5 Danos inacreditáveis	420km/h ou mais	Casas arrancadas e arrastadas a consideráveis distâncias; carros arremessados a mais de 100 metros

2) Quais são as forças que atuam nos furacões e nos tornados?

As principais forças que atuam em ambos os fenômenos são: **força de Coriolis**; **Gradiente de pressão** (diferença de pressão entre as áreas de alta e baixa pressão, que impulsiona o movimento do ar, gerando os ventos); **força centrífuga** e **forças verticais** (gravidade e convectivas).

No entanto, como o tornado possui uma formação mais localizada, a força de Coriolis é muito menor e, portanto, desprezível.

De acordo com esquema da aula do professor:



3) O que faz com que um tornado se dissipe?

Os tornados se dissipam quando a diferença entre a temperatura e umidade do ar ascendente e do ar que chega ao sistema se reduz. Algumas razões para a dissipação incluem:

- **Perda da fonte de energia:** O tornado perde o fornecimento de umidade e calor necessários para manter a intensificação do vórtice.
- **Mudança nas condições atmosféricas:** Mudanças na direção ou intensidade dos ventos de níveis superiores, ou uma mudança no sistema de tempestade que o gera.
- **Enfraquecimento da supercélula:** Quando a tempestade que gera o tornado perde força, o vórtice se enfraquece e o tornado desaparece.

• Ao atingir porções de terra, ele perde força devido ao atrito com o relevo.

4) O que é uma tromba d'água?

Conforme material do professor, utilizado para responder à questão 1, uma tromba d'água é um tornado que se desloca sobre a água. Copiando o mesmo texto do professor novamente:

Tornados e Tromba d'água

- Tornados se formam em extensas regiões planas, a partir de uma nuvem de tempestade do tipo cumulonimbus;
- Vêm da base da nuvem para o chão (de cima para baixo);
- Abrangência de centenas de metros – menores que furacões;
- O movimento de rotação se origina no interior da nuvem;
- Dependendo da intensidade o tornado pode se desgarrar da nuvem e seguir trajetória própria;
- O centro do tornado tem pressão baixa, o que atrai o ar para o interior do tornado. Em compensação, a força centrífuga expelle o ar para fora do tornado;
- O atrito com a superfície enfraquece o tornado;
- Ocorrem no Brasil com menor frequência do que nos EUA;
- Uma tromba d'água (waterfalls) é um tornado que se desloca sobre a água;

LISTA 7

5) O que é uma microexplosão e como ela se diferencia de um tornado?

De forma simplificada, é um tornado sem rotação.

É um fenômeno meteorológico que ocorre quando uma corrente de ar instável desce rapidamente de uma nuvem e atinge uma superfície com força, espalhando-se em várias direções, o que pode gerar ventos intensos capazes de danificar uma área.

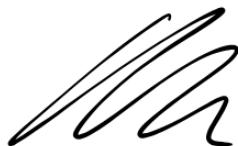
LISTA 7

6) Como se determina a ocorrência de um tornado ou de uma microexplosão? Por que?

A ocorrência de um tornado ou microexplosão (ou *Downburst*) é geralmente determinada através de observações meteorológicas, como radares Doppler, que detectam a movimentação do ar e as variações de velocidade do vento. Para tornados, os radares conseguem identificar padrões de rotação dentro de uma tempestade, enquanto para microexplosões, observa-se o padrão de movimentação do ar em direção e dispersão. A diferenciação é importante para a previsão e para os alertas, pois ambos os fenômenos causam danos significativos, mas com características e formas de impacto diferentes. Tornados podem causar destruição mais localizada e intensiva, enquanto microexplosões têm um efeito mais espalhado.

7) Qual é o fator adicional que leva um ciclone tropical a se transformar em furacão?

A intensificação do ciclone tropical em um furacão ocorre quando as condições atmosféricas se tornam favoráveis para o aumento da temperatura da água do mar e do fornecimento de umidade, o que eleva a intensidade dos ventos e a organização do sistema. O fator crítico para que um ciclone tropical se transforme em furacão é a temperatura da água e a presença de um ambiente atmosférico favorável, como ventos baixos e médios que permitam a organização vertical do sistema e a manutenção da simetria.

$$\begin{array}{ccc}
 \text{VAPOR} & \xrightarrow{\quad} & \text{Líquida} \\
 & & Q = m \cdot L \\
 & & L = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \times 4,18 \frac{\text{J}}{\text{cal}} \\
 & & L = 2260 \frac{\text{J}}{\text{g}}
 \end{array}$$


LISTA 7

8) Seria possível que um furacão se formasse sobre o continente? Por que?

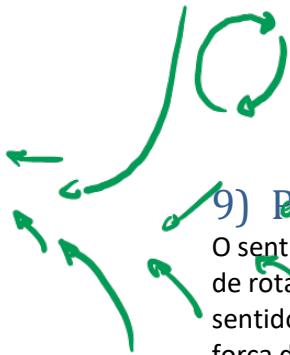
Não, um furacão (ou ciclone tropical) não pode se formar sobre o continente. A sua formação depende de condições oceânicas e atmosféricas específicas que só existem em grandes massas de água quente.

A razão para isso reside nas necessidades energéticas do furacão:

Fonte de energia (calor e umidade): os furacões funcionam como "máquinas térmicas" que extraem calor e umidade da superfície do oceano para se alimentar. A temperatura da superfície do mar precisa ser de pelo menos 26,5°C em uma profundidade considerável para fornecer a energia necessária através da evaporação contínua da água. O vapor d'água ascendente condensa-se e libera calor latente, que alimenta o desenvolvimento da tempestade.

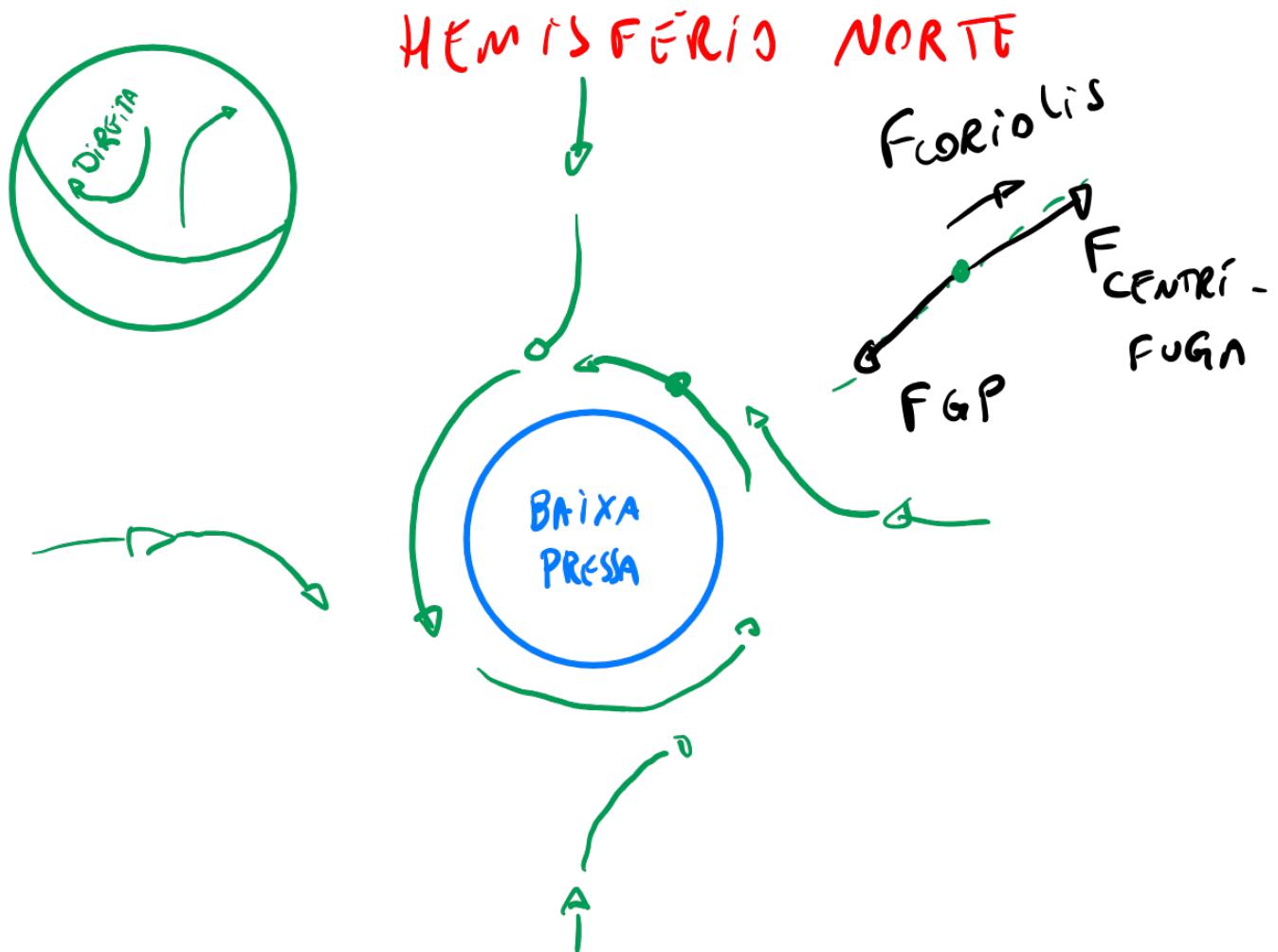
Ausência de fonte de energia em terra: quando um furacão se move sobre a terra, o fornecimento de vapor d'água e calor latente é interrompido. Sem sua fonte primária de energia, o sistema de tempestade começa a perder força e se dissipar rapidamente.

Atrito e topografia: a superfície terrestre também cria mais atrito do que o oceano, e a topografia (montanhas etc.) pode atrapalhar a organização da circulação do sistema, contribuindo para seu enfraquecimento.



9) Por que o sentido de rotação de um furacão varia?

O sentido de rotação de um furacão varia devido à força de **Coriolis**, que depende da direção de rotação da Terra. No Hemisfério Norte, o efeito de Coriolis faz com que o furacão gire no sentido anti-horário, enquanto no Hemisfério Sul, ele gira no sentido horário. No Equador, a força de Coriolis é praticamente nula, o que impede a formação de ciclones tropicais.



10) Explique como funciona a máquina térmica de um furacão.

A máquina térmica de um furacão funciona como um motor que converte a energia térmica do oceano em energia cinética no movimento dos ventos.

Evaporação da água do mar

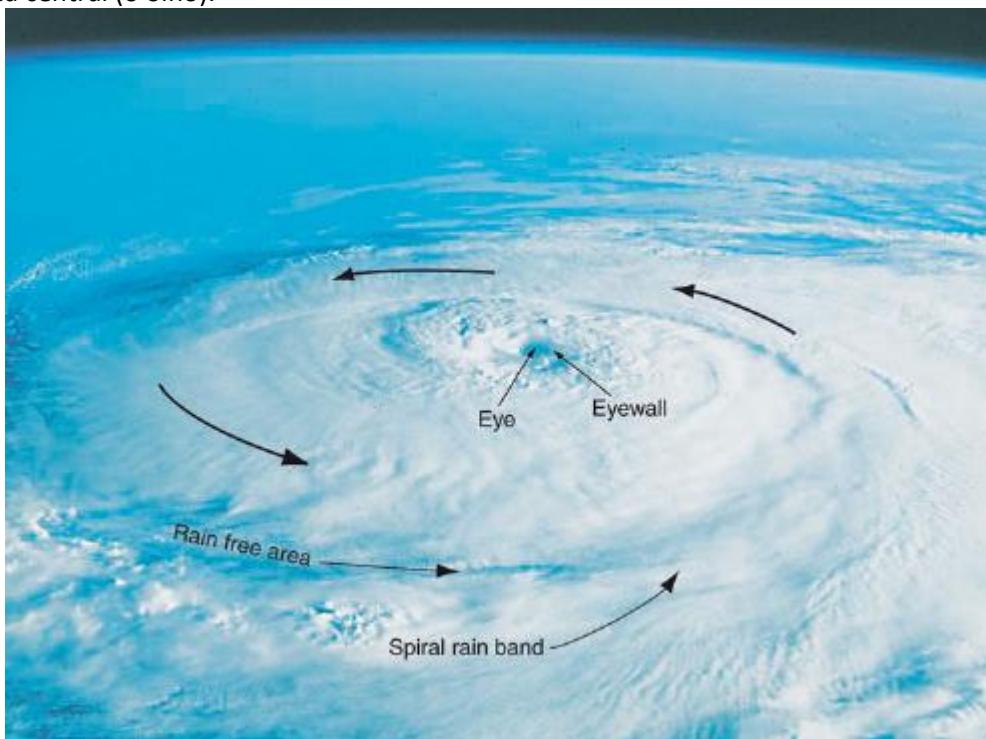
A água quente da superfície do oceano evapora e sobe para a atmosfera, onde se condensa* em nuvens, liberando calor (energia latente).

Aquecimento do ar

O ar quente e úmido ascende, gerando uma área de baixa pressão na superfície, que atrai mais ar para a tempestade (zona de baixa pressão). **F G P**

Ciclo contínuo

O ar frio das camadas superiores desce para substituir o ar quente, criando uma circulação contínua. A força de Coriolis faz com que o sistema gire, concentrando mais calor e umidade na área central (o olho).



Manutenção do sistema

Enquanto o sistema mantiver uma entrada constante de calor e umidade da superfície oceânica, ele continuará a se intensificar, até que as condições externas (como a chegada à terra ou águas mais frias) o desestabilizem.

Esse ciclo é o que torna o furacão um sistema altamente energético e destrutivo.

* cada grama de vapor de água que se liquefaz libera em torno de 2300 J de energia térmica.