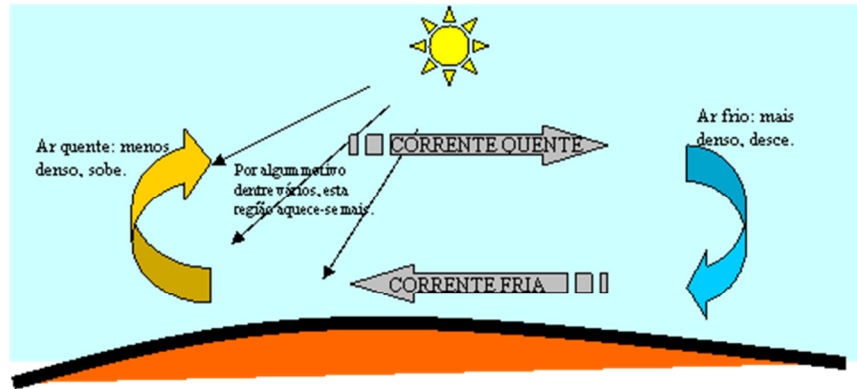


O Raio

Infelizmente o perigo dos raios é subestimado e ignorado por muitos, o que vem causando a morte de cerca de 100 pessoas a cada ano no Brasil. Esse número representa cerca de 10% das mortes por raios no mundo, e é devido ao fato de que o Brasil é o país com maior incidência de tempestades elétricas, segundo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Mas porque países tropicais têm maior incidência de raios?

Como surge um raio. As massas de ar quente contêm vapor d'água, e se movimentam conforme as correntes de convecção geradas no planeta. Uma corrente de convecção se dá quando uma região da Terra fica mais quente que outra, fazendo com que o ar mais quente, menos denso, suba a

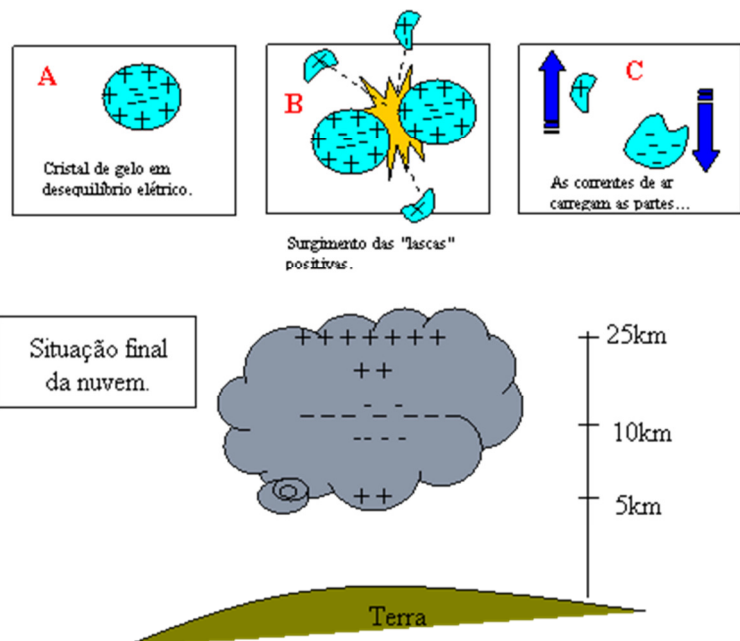


regiões mais altas da atmosfera e o ar mais frio vá em direção a este ponto de menor pressão, onde o ar se tornou mais rarefeito; temos assim uma corrente de convecção, na superfície terrestre, que vai da região mais fria para a mais quente. E nas regiões mais elevadas da atmosfera, onde se forma alguns tipos de nuvens, um fluxo de ar quente da região mais quente para a região mais fria. Quando uma massa de ar quente (chamamos "frente quente") encontra uma massa de ar frio ("frente fria"), o vapor de água presente naquela pode sublimar, solidificando-se em pequenos cristais de gelo (não *granizo*, que são maiores e vêm de gotas, inicialmente líquidas, que se solidificam ao cair através da frente fria).

Esses cristais de gelo são, então, sujeitos as grandes diferenças de temperatura ao percorrerem a nuvem onde são formados, devido às duas frentes. No entanto, como o gelo é um bom isolante térmico, seu interior (núcleo) permanece mais frio do que sua superfície externa, tanto mais quanto maiores forem as diferenças de temperatura entre as frentes. No entanto, devido ao efeito termiônico (átomos mais agitados perdem mais facilmente seus elétrons), corpos mais quentes perdem elétrons aos corpos mais quentes, surgindo um desequilíbrio elétrico no cristal: seu núcleo fica negativo e sua superfície externa, positiva (fig. A, abaixo). Ao colidir com outros cristais e fragmentar-se a partir de sua superfície, cristais menores são obtidos, mas positivos (fig.

B). Assim, os pequenos cristais negativos, com menor massa, são levados ao topo da nuvem, permanecendo os núcleos, positivos e maiores, na base da nuvem (fig. C).

Restam ainda alguns cristais que sofreram menos colisões, portanto mais pesados, superficialmente positivos, na parte inferior à base da nuvem. As cargas acumuladas na base podem chegar a +5C enquanto que na região central, -40C; no topo acumula-se, portanto, +35C (situação final da nuvem - fig. abaixo) (para se ter uma idéia da enormidade desta carga, um corpo com



1C de carga atrairia outro corpo com -1C, colocados a 1m de distância um do outro, com uma força igual a 900.000.000kgf ou 900.000toneladas-força; valor este calculado pela lei da atração eletrostática: $F = kQq/r^2$, onde k é uma constante universal, Q e q são as cargas envolvidas e r é a distância entre elas).

O raio acontece quando as cargas negativas do centro são atraídas para a base (um pequeno cálculo com a fórmula mencionada acima vai mostrar que a força da região central para baixo é maior que para cima, por que a menor distância - 15 km para 5 km -, compensa o menor valor da carga - +35C para +5C; note-se que a dependência da distância é quadrática enquanto que da carga é linear! logo a probabilidade de o raio descer é maior, podendo, no entanto, acontecer de o raio subir para o topo). Quando um fluxo de cargas começa a acontecer, o ar e a Terra abaixo ficam ionizados positivamente pelo forte campo elétrico produzido pelas cargas negativas que descem, formando um "caminho" para o raio descer. Este caminho é sinuoso e ramificado por causa dos fortes ventos que surgem. Uma vez "escoada" a primeira descarga elétrica, outras descargas acontecem pelo mesmo caminho, definindo melhor a gigantesca faísca.

Cuidados. Como a região na terra fica ionizada positivamente com a descida do raio, certamente os pontos mais elevados na superfície da terra terão maior probabilidade de serem atingidos. Além disso, Benjamin Franklin por volta de 1750 já havia percebido que as pontas têm maior facilidade de atrair cargas elétricas. Assim, uma pessoa em pé em um campo aberto torna-se um alvo fácil para os raios, assim como uma árvore - daí o motivo para se evitar ambas as situações.

Energia e outros dados. Para se calcular a energia armazenada na nuvem típica acima, considerando que as cargas em questão são -30C e +30C, uma vez que a carga negativa da nuvem vai induzir a mesma de sinal oposto na Terra - aproximadamente; e a distância é de 5 km - entre a base e a Terra. Podemos então usar $E_p = kQq/r$, que dará o resultado em Joules; transformando em kWh temos 612,5kWh. Isso seria suficiente para abastecer uma residência de classe médio-baixa por dois meses... Se pensarmos que um raio dura cerca de 0,5 s e que nesse tempo há um trânsito de cerca de 40C, a corrente elétrica é de 80A numa potência de aproximadamente 5 bilhões de Watts (5GW) (compare com seu chuveiro de 5000W...). Por isso, para não virar churrasco é melhor se cuidar!

- 1. O que são correntes de convecção na atmosfera?**
- 2. Como se formam os cristais de gelo nas nuvens?**
- 3. Qual a diferença entre esses cristais de gelo e os granizos?**
- 4. As frentes em países tropicais apresentam maior diferença de temperatura (a frente quente é bem quente e a fria é bem fria...). Como isso afeta a temperatura dos cristais de gelo na nuvem?**
- 5. O que é o efeito termiônico?**
- 6. Como o efeito termiônico afeta os cristais de gelo na nuvem?**
- 7. Como as cargas positivas e negativas são separadas na nuvem?**
- 8. O que é a medida de carga elétrica 1C? Exemplifique.**
- 9. Quais as cargas típicas de uma nuvem?**
- 10. O que é o raio?**
- 11. O que é mais provável: que o raio suba ou que o raio desça?**
- 12. Como se forma o caminho do raio?**
- 13. Como funcionam os pára-raios? O nome pode trazer confusão: eles evitam os raios ou os atrai? Por quê?**
- 14. No fenômeno do raio aparece a idéia de eletrização por atrito, contato e indução que aprendemos na aula anterior? Se sim, onde e como?**