

# AULA 4 - CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE NA ALTA ATMOSFERA, CAMADAS IONOSFÉRICAS

AUGUSTO MATHIAS ADAMS

## 1 Aprendizado da Aula

- **Como Se formam os Raios**  $\Rightarrow$  Os raios são formados por cargas elétricas que se acumulam em nuvens de tempestade. Quando essas cargas atingem um nível crítico, a resistência do ar é rompida e ocorre uma descarga elétrica em direção ao solo ou entre nuvens. Essa descarga é vista como um flash brilhante de luz, e é acompanhada por um som alto conhecido como trovão. Nesta aula, estuda-se o que acontece nas camadas superiores da atmosfera.
- **Magnetosfera**  $\Rightarrow$  A magnetosfera é a camada mais externa da Terra, que se estende até a magnetopausa, situada a uma distância variável entre 10 e 15 vezes o raio da Terra. Ela é delimitada na parte inferior pela ionosfera, que se estende em torno de 1000 km acima da superfície terrestre. A magnetosfera é uma região dominada pelo campo magnético da Terra, que influencia a dinâmica do plasma presente na região, composto principalmente de prótons e elétrons. Na parte voltada para o Sol, as linhas de fluxo magnético são achatadas devido à ação do vento solar, enquanto na extremidade oposta, a magnetosfera se alonga.
- **Plasmasfera**  $\Rightarrow$  A Plasmasfera é a região da alta atmosfera terrestre onde ocorrem os primeiros fenômenos associados às tempestades na Terra e está acoplada à região F da ionosfera. Descargas atmosféricas podem causar a propagação de ondas eletromagnéticas naturais de baixa frequência que se dirigem para as camadas mais altas da atmosfera e entram na Plasmasfera, propagando-se em formato espiralado entre os polos Norte e Sul. Essas ondas, geralmente na ordem de 5-10 kHz no espectro de frequência, são detectadas como assobios atmosféricos

Whistlers. O estudo dos Whistlers está relacionado ao processo de compreensão da dinâmica da magnetosfera e das propriedades magnetoionicas dos elétrons e íons, que podem afetar a propagação de sinais eletromagnéticos neste meio.

- ***Ionosfera***  $\Rightarrow$  A ionosfera é uma região da atmosfera terrestre que se estende entre cerca de 60 km e 1000 km de altitude, e é composta por íons e elétrons livres. É uma região altamente eletricamente condutiva e é influenciada pela radiação solar e pelas correntes elétricas que fluem na magnetosfera da Terra.

A ionização da atmosfera superior é produzida pela radiação ultravioleta e pelos raios cósmicos que bombardeiam a atmosfera terrestre, o que resulta na ionização dos átomos e moléculas presentes. Os íons e elétrons livres na ionosfera interagem com as ondas eletromagnéticas, permitindo a propagação de sinais de rádio e televisão por longas distâncias, além de influenciar a transmissão de dados de sistemas de navegação por satélite.

A ionosfera é dividida em várias camadas que são determinadas pela sua altura e densidade. As camadas da ionosfera são:

- ***Camada D:*** A camada D é a mais próxima da superfície da Terra e está localizada entre 60 e 90 km de altitude. Esta camada é a mais densa de todas as camadas da ionosfera e é composta principalmente por íons  $N^+$  e  $O_2^+$ . A camada D é responsável pela reflexão das ondas de rádio de alta frequência (HF) e é por isso que é usada para comunicações de longa distância.
- ***Camada E:*** A camada E está localizada acima da camada D, entre 90 e 120 km de altitude. Esta camada é menos densa do que a camada D e é composta principalmente de íons  $O^+$  e  $NO^+$ . A camada E é importante para comunicações de rádio devido à sua capacidade de refletir ondas de rádio de frequência muito alta (VHF).
- ***Camada F1:*** A camada F1 está localizada acima da camada E, entre 150 e 200 km de altitude. Esta camada é menos densa do que as camadas D e E e é composta principalmente por íons  $O^+$  e  $H^+$ . A camada F1 é importante para comunicações de rádio devido à sua capacidade de refletir ondas de rádio de frequência ultra-alta (UHF).
- ***Camada F2:*** A camada F2 é a camada mais alta da ionosfera e está localizada entre 200 e 500 km de altitude. Esta camada é composta principalmente de íons  $O^+$  e  $H^+$  e é menos densa do que as camadas D, E e F1. A camada F2 é importante para comunicações de rádio devido à sua capacidade de refletir ondas de rádio de frequência muito alta (VHF) e é a camada mais utilizada para comunicações de longa distância.

Distúrbios na ionosfera polar podem ocasionar interrupções na comunicação por ondas curtas, conhecidos como “apagões de rádio”. Além disso, correntes elétricas induzidas na ionosfera podem influenciar o fornecimento de energia e causar corrosão em oleodutos, entre outros problemas. Os raios cósmicos são divididos em partículas primárias, que permeiam o espaço interplanetário, e partículas secundárias, que surgem a partir de interações com outras partículas presentes na atmosfera. Quando hádrons incidem na alta atmosfera, geralmente sofrem interações de natureza forte ao colidir com núcleos atmosféricos como nitrogênio e oxigênio. Quando a energia das partículas de hádrons atinge cerca de  $10^9$  eV, ocorre uma cascata de partículas, conhecida como Chuveiro de Partículas ou Avalanche de Partículas Cósmicas. Essas interações sucessivas geram uma série de partículas secundárias, incluindo mésons.

A avalanche de partículas cósmicas, por sua vez, é utilizada como base para a teoria de eletrização da nuvem denominada ***Runaway Breakdown***.