

Atividades Solares



O que são?

Os efeitos nos Satélites

O que fazemos

O Sol é uma estrela com alta produção de energia e atividade magnética. Além dos efeitos gravitacionais, as energias térmica e magnética geradas pelo Sol podem afetar sistemas de telecomunicações, incluindo os satélites.

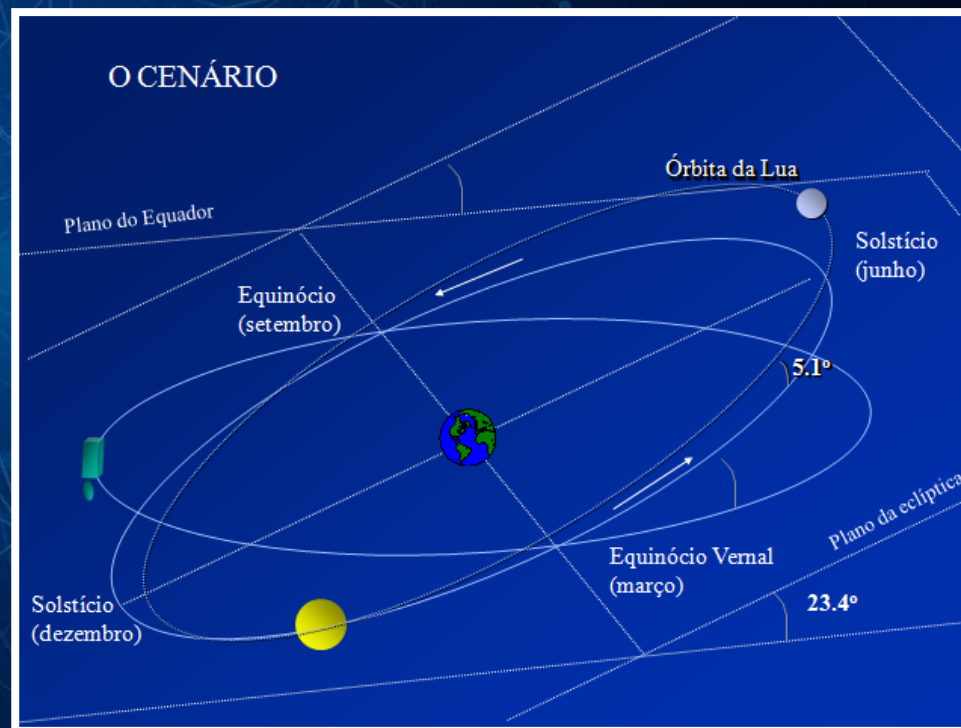
Chamamos de “vento solar” o fluxo de partículas que é emitido constantemente pelo Sol. A intensidade dos ventos solares varia periodicamente. A atividade magnética solar também varia e, quando é muito intensa, pode gerar explosões solares, gerando um fluxo maior de partículas altamente energéticas.

O Sol percorre uma trajetória aparente ao redor da Terra com uma inclinação de $23,4^\circ$ em relação ao plano do equador, e passa por ele duas vezes ao ano, enquanto que os satélites geoestacionários orbitam a Terra no plano do equador, porém a uma distância de, aproximadamente, 36 mil km acima da superfície terrestre.

Dentro desse cenário, o Sol interfere nos sistemas de comunicação por satélite de duas formas:

- quando está alinhado com a Terra e o satélite, gerando **interferência solar**.
- em decorrência de sua **atividade magnética, através de explosões solares**.

A seguir, vamos entender melhor esses dois tipos de fenômenos.



Interferência solar

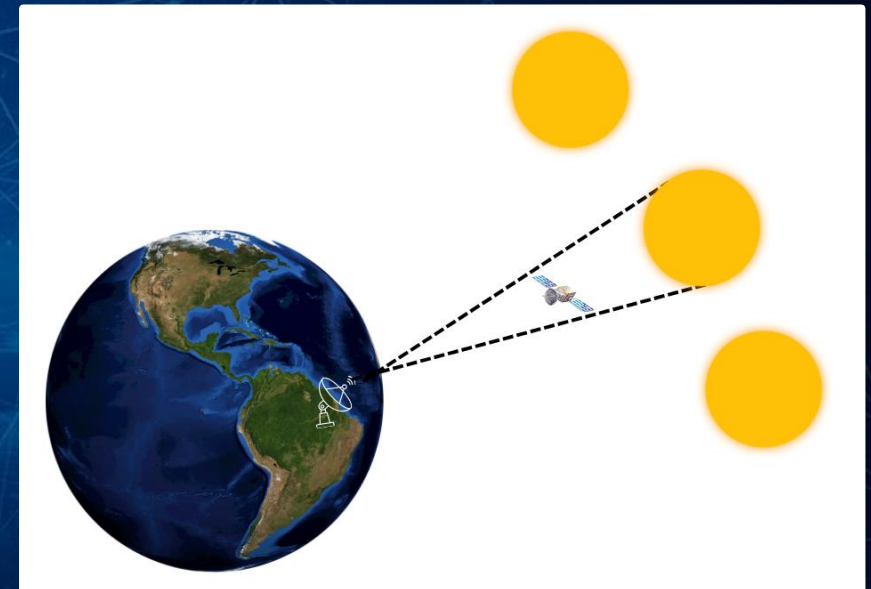
Em seu movimento aparente, o Sol, ocasionalmente, se alinha com a estação terrena e o satélite. Durante esse alinhamento, a energia emitida pelo Sol interfere no sinal de comunicação entre o satélite e a estação. Chamamos esse fenômeno de **interferência solar nas estações terrenas**.

Essa interferência ocorre porque, devido ao alinhamento Terra-satélite-Sol, a estação terrena não consegue distinguir o sinal emitido pelo satélite da energia emitida pelo Sol

Porém, são fenômenos previsíveis e de curta duração. Ocorrem em dois períodos por ano (ao redor dos equinócios de março e setembro) e variam de acordo com a posição de cada estação.

Em nosso [WEBSITE](#) é possível verificar a previsão e duração de cada evento por semestre.

Esses eventos não variam com a atividade magnética solar, pois dependem apenas da posição aparente do Sol.



Quando há o alinhamento entre Estação-Satélite-Sol o sinal do satélite é momentaneamente interrompido nas estações terrenas.

Atividade magnética solar

O Sol está em constante atividade magnética, porém a intensidade varia em ciclos de, aproximadamente, onze anos.

Na superfície do Sol é possível observar manchas escuras. São regiões onde a atividade magnética é mais intensa. Quando a atividade solar aumenta, o número de manchas cresce também. Quando a atividade solar é intensa, explosões podem ocorrer, emitindo um alto fluxo de partículas energizadas. Esse fenômeno, também chamado de tempestade solar, pode causar alguns efeitos como auroras boreais, perturbação em satélites, redes elétricas, sistemas de comunicação etc.

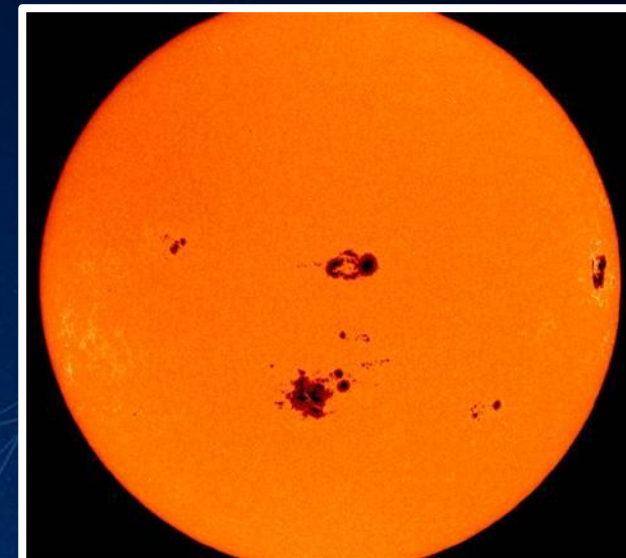
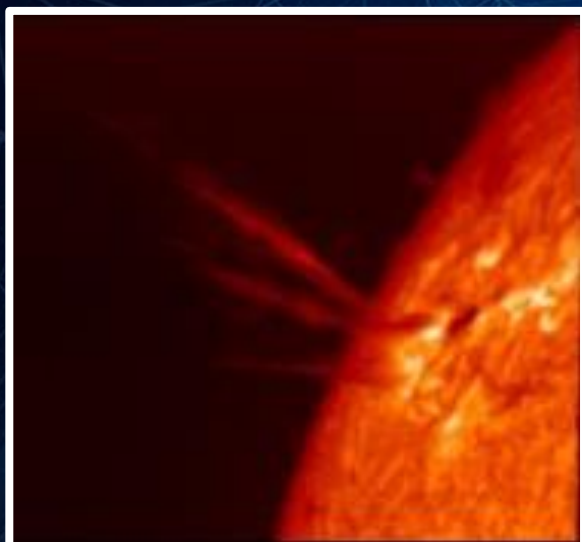


Foto da superfície do Sol com manchas solares.
Fonte: NASA

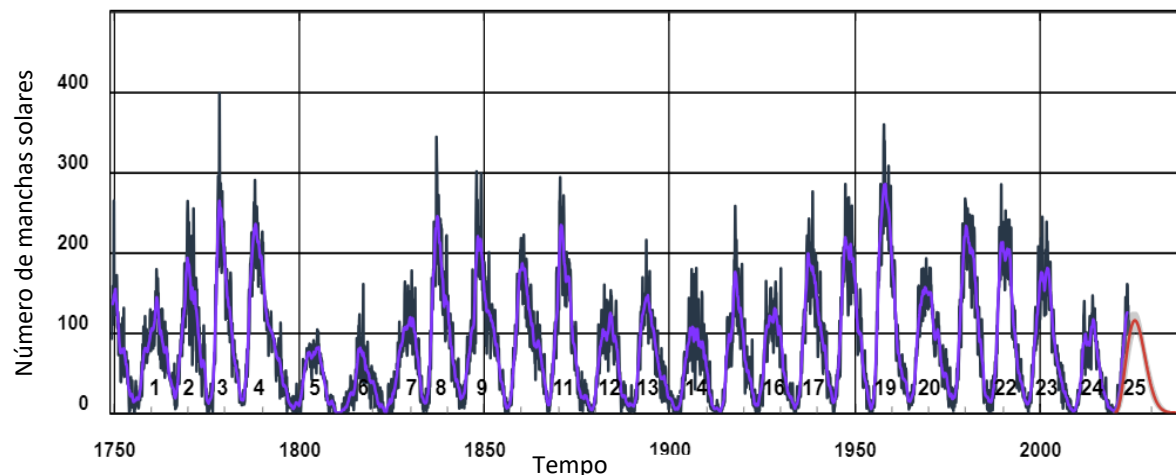


Explosão solar registrada pela NASA

Atualmente, os ciclos de atividade solar são monitorados e há agências capazes de prever a intensidade e duração dos próximos eventos. Desde 1749, foram 24 ciclos completos. Estamos passando pelo 25º ciclo, que tem o pico de atividade previsto para o segundo semestre de 2024.

Durante o pico de atividade magnética, os efeitos das explosões solares serão mais intensos.

Atividade magnética solar



Monitoramento e previsão da atividade solar. O Ciclo 25, que iniciou em 2019, terá o pico em 2024. A linha vermelha indica a previsão para o próximo ciclo. É possível observar que não será o mais intenso já ocorrido. **Fonte: NOAA**

Similar à meteorologia, há um sistema de previsão de atividade solar chamado Clima espacial (*Space Weather*). Observatórios dedicados registram o número de manchas e seus tamanhos.

Com modelos baseados em dados históricos, é possível prever a intensidade de cada evento. Apesar de cada ciclo durar, aproximadamente, onze anos, dentro deles ocorrem eventos com intensidades diferentes, que são chamadas de **tempestades e explosões solares**.

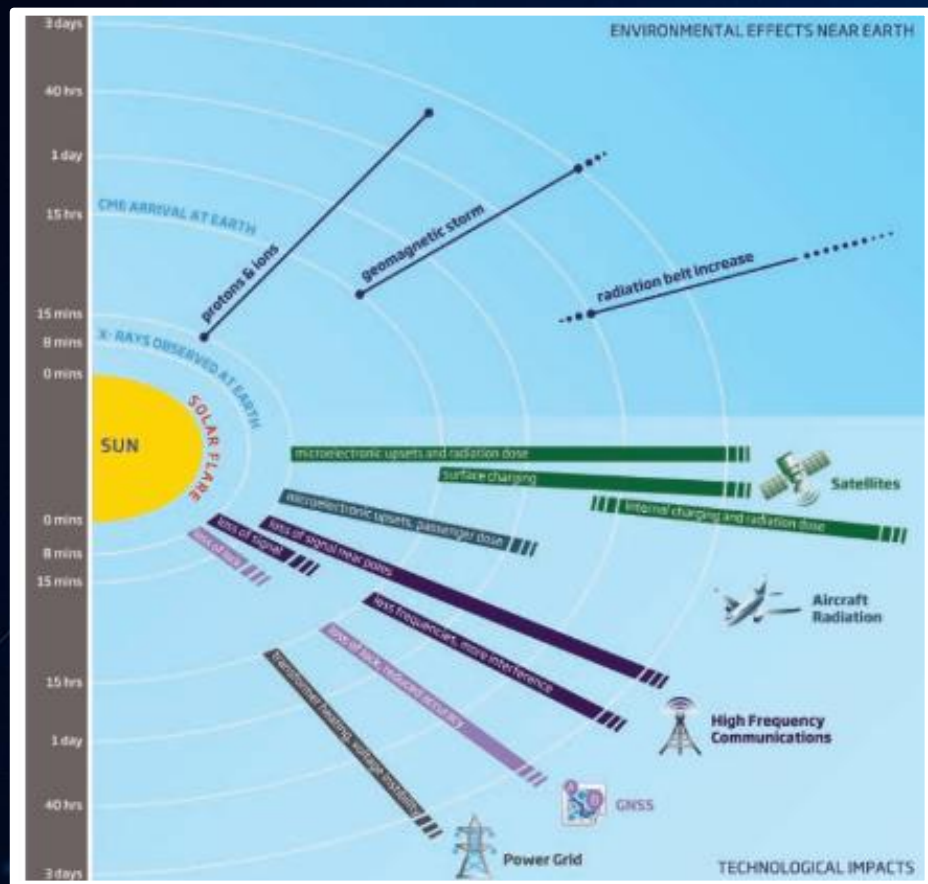
É importante ressaltar que eventos potenciais para **riscos mais graves** ocorrem com frequência baixa. A estimativa é de que eventos severos ocorram **uma vez por ciclo de atividade solar**, e os de **impacto mínimo** cerca de 50 vezes por ciclo, ou seja, **menos de cinco vezes por ano**.

As tempestades e explosões solares podem afetar, principalmente, os sistemas de GPS, as redes de transmissão elétrica, redes de comunicação via rádio e os satélites.



Fonte: NOAA/NASA

Impactos das explosões solares em satélites



Estimativa dos efeitos de uma explosão solar feita pela Royal Academy of Engineering em 2012

(*) Cintilação ionosférica é um fenômeno que ocorre na ionosfera terrestre, devido a variações magnéticas nessa região que alteram a amplitude do sinal de rádio que trafega por ali.

Satélites podem ser afetados pelas explosões solares de diferentes formas. As partículas energéticas emitidas pelo Sol podem atingir satélites no espaço e danificar componentes eletrônicos, causando falhas de microcomponentes ou reduzindo o desempenho do painel solar.

Podem ocorrer descargas eletrostáticas na superfície dos satélites. E os satélites podem ser degradados pelo acúmulo de radiação em suas superfícies.

O sinal pode sofrer degradação devido à intensificação da cintilação ionosférica*. A comunicação pode ser afetada pela variação da polarização cruzada.

Os satélites em órbita baixa (altitude menor do que 2000 km) podem ser desviados de suas posições pelo fluxo de partículas interagindo na atmosfera terrestre e com o campo magnético do planeta.

O que fazemos?

- Atualmente existem redes de monitoramento e previsão de atividade solar. É possível receber boletins de alertas com classificação de risco para cada área que pode ser afetada. O principal é oferecido pela NOAA e é aberto ao público.
- Para as interferências causadas pela posição aparente do Sol – interferência solar - calculamos a época e duração de cada evento por estação e disponibilizamos os dados para os nossos clientes.
- Para proteger nossos satélite dos efeitos das explosões solares, a Embratel especifica que todos seus satélites sejam fabricados com blindagem para resistirem a um evento de intensidade duas vezes maior que a maior explosão solar já registrada.
- Adicionalmente, utilizamos um modelo de cálculo de transmissão de sinal com margens para compensar os efeitos das explosões e manchas solares na polarização cruzada (Efeito Faraday), considerando os maiores picos já registrados. Com a adoção dessas margens que implementamos não temos registro de interrupção nas comunicações dos nossos satélites advindas de atividade magnética solar.

Referências:

NOAA SPACE WEATHER PREDICTION CENTER

Extreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructure

NOAA Weather Service