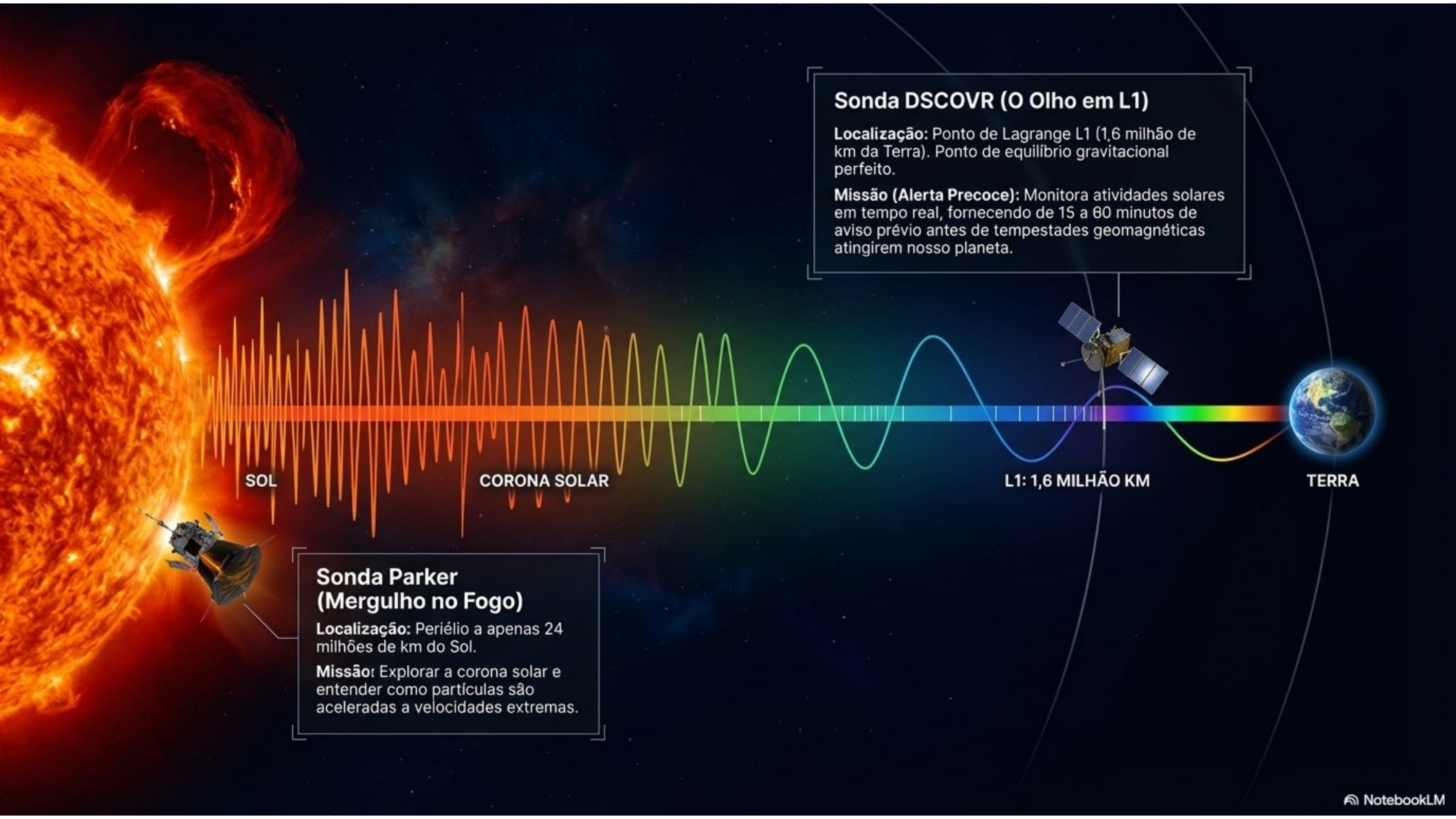


# A Jornada da Radiação Solar

Do violento clima espacial aos complexos  
escudos atmosféricos da Terra.

Síntese Baseada na Disciplina de Meteorologia Básica I – UFSC



**Sonda DSCOVR (O Olho em L1)**

**Localização:** Ponto de Lagrange L1 (1,6 milhão de km da Terra). Ponto de equilíbrio gravitacional perfeito.

**Missão (Alerta Precoce):** Monitora atividades solares em tempo real, fornecendo de 15 a 60 minutos de aviso prévio antes de tempestades geomagnéticas atingirem nosso planeta.

**Sonda Parker (Mergulho no Fogo)**

**Localização:** Periélio a apenas 24 milhões de km do Sol.

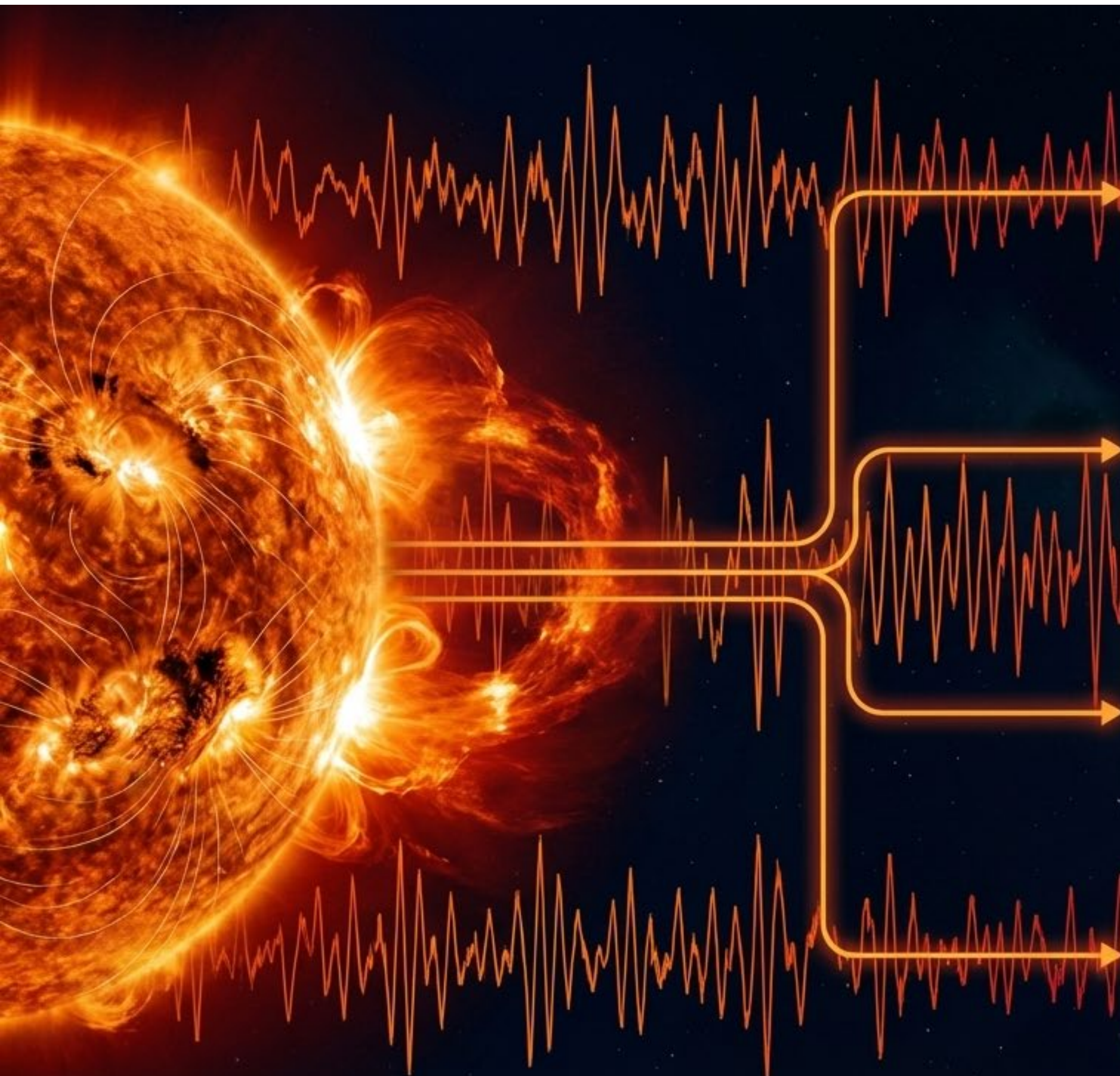
**Missão:** Explorar a corona solar e entender como partículas são aceleradas a velocidades extremas.

SOL

CORONA SOLAR

L1: 1,6 MILHÃO KM

TERRA



### **VENTO SOLAR**

Fluxo contínuo e constante de plasma (prótons e elétrons). Velocidade média: 486 km/s | Densidade: 0.33 prótons/cm<sup>3</sup>.



### **FLARES (FLUXO DE RAIOS-X)**

Pulsos de luz extrema. Afetam instantaneamente transmissões de rádio na Terra.



### **PRÓTONS DE ALTA ENERGIA**

Partículas velozes capazes de penetrar e danificar a eletrônica de satélites em órbita.



### **CME (EJEÇÃO DE MASSA CORONAL)**

As grandes tempestades magnéticas e de plasma que deformam nosso campo magnético.



# Categorias de Explosões (Fluxo 1-8 Å)

## Classe X

Risco Máximo

**Intensidade:**  $I \geq 10^{-4} \text{ Wm}^{-2}$

**Impacto:** Explosões extremas. Capazes de causar apagões ('blackouts') globais em transmissões de rádio de alta frequência na Terra.

## Classe M

Risco Moderado

**Intensidade:**  $10^{-5} \leq I < 10^{-4} \text{ Wm}^{-2}$

**Impacto:** Explosões médias. Efeitos concentrados principalmente nas regiões polares do planeta.

## Classe C

Risco Leve

**Intensidade:**  $10^{-6} \leq I < 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$

**Impacto:** Explosões fracas. Consequências mínimas ou imperceptíveis para nossos sistemas.

# FLUXO DE VENTO SOLAR

## COMETAS



O aquecimento transforma gelo em gás; o vento solar alinha esse gás, criando a característica cauda ionizada.

## ASTEROIDES



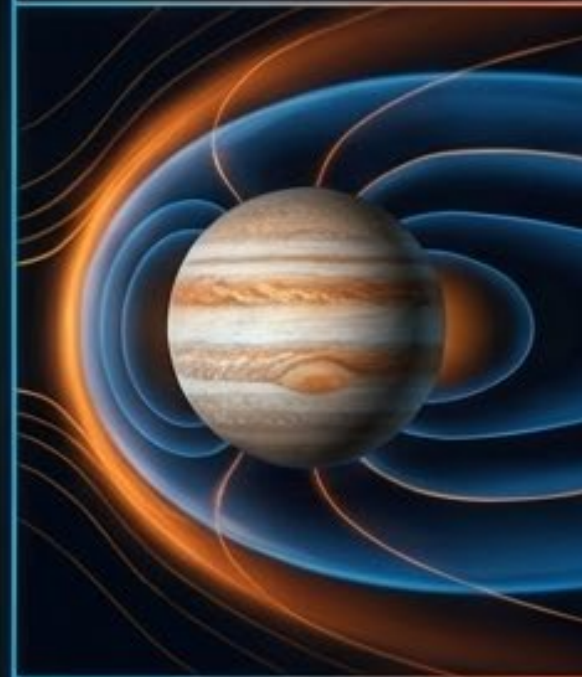
Sem proteção alguma. O bombardeio direto causa drásticas mudanças químicas em suas superfícies.

## MARTE



A colisão direta com a tênue atmosfera cria uma camada de partículas eletrificadas (ionopausa).

## JÚPITER



Seu escudo magnético gigantesco funciona como uma bolha implacável, desviando a radiação facilmente.

## A LUA



O impacto direto na atmosfera quase inexistente espalha íngreds magnéticos e deposita elementos que podem formar água.

# O Primeiro Escudo: A Magnetosfera

## O Ponto de Vulnerabilidade

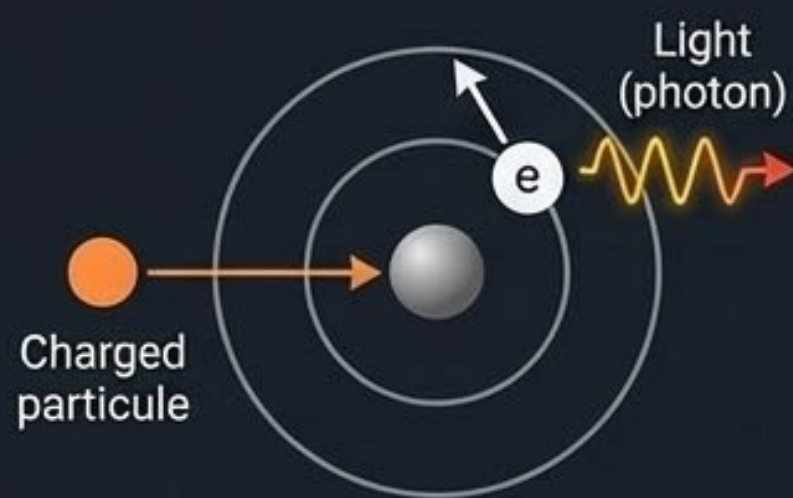
O escudo não é totalmente impenetrável. Linhas de campo magnético direcionam uma fração dessa energia que vaza em direção aos polos norte e sul magnéticos da Terra, onde a atmosfera precisará lidar diretamente com ela.

## O Desvio Frontal

A vida complexa na Terra só é possível devido à nossa bolha magnética. Ela age como a proa de um navio, dividindo e refletindo a corrente mortífera de prótons e elétrons do vento solar.



# A Única Manifestação Visível do Clima Espacial



## A Mecânica "Neon"

O vento solar choca-se com moléculas na alta atmosfera. Elas são "excitadas" (ganham energia). Ao relaxarem para seu estado normal, "cospem" essa energia como fótons de luz.

## A Assinatura das Cores



Oxigênio ( $O_2$ ): Gera luz Verde e Vermelha.



Nitrogênio ( $N_2$ ): Gera luz Violeta e Vermelha.

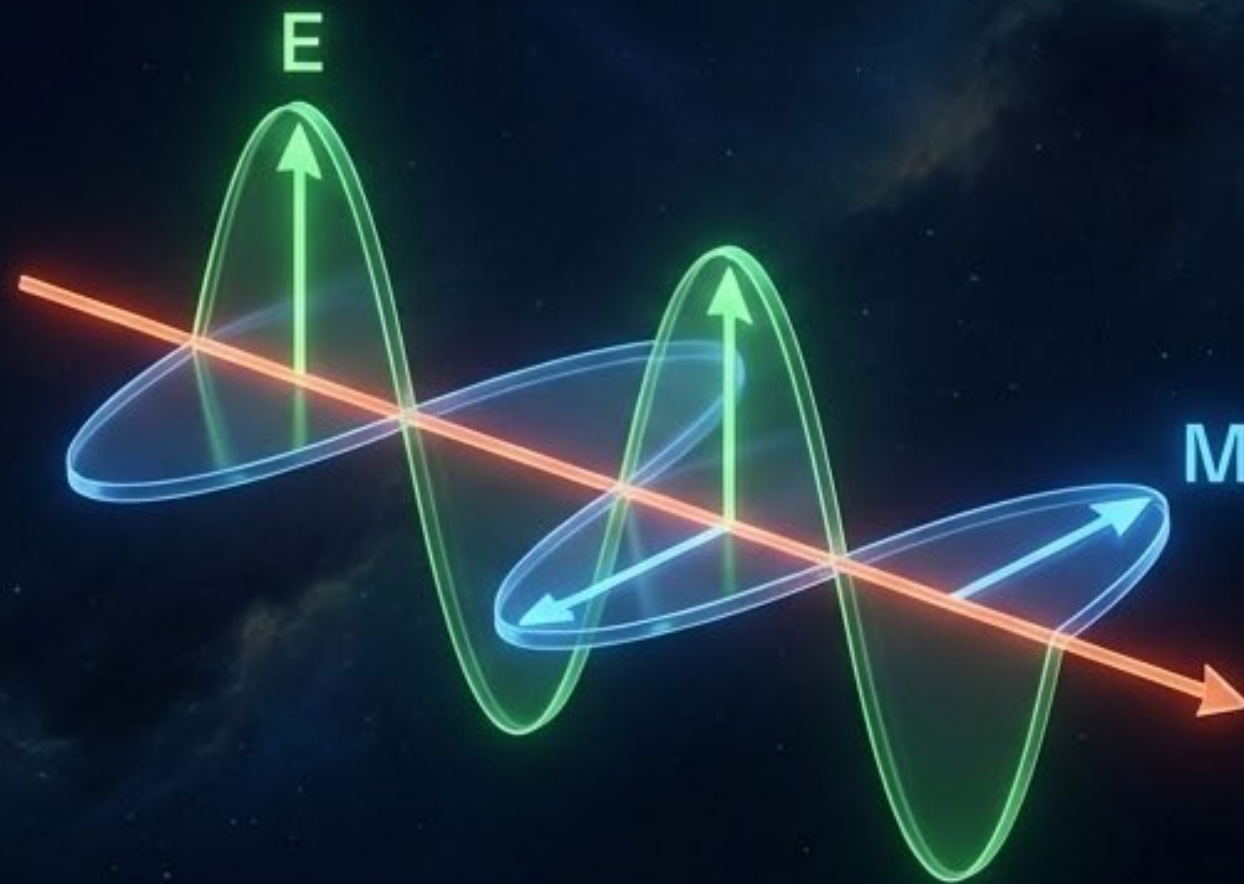
## Insight

A aurora forma ovais ao redor dos polos que se expandem em direção ao equador durante grandes tempestades. Durante o "Mínimo Solar", a termosfera se resfria significativamente.

# O Que Exatamente Viaja no Espaço?

## A Anatomia do Mensageiro

Campos elétricos (E) e magnéticos (M) oscilando perpendicularmente, propagando-se em todas as direções em linha reta, mesmo no vácuo absoluto.



## A Constante Universal

Toda radiação eletromagnética viaja cravada na Velocidade da Luz (c):  
~ 300.000 km/s.

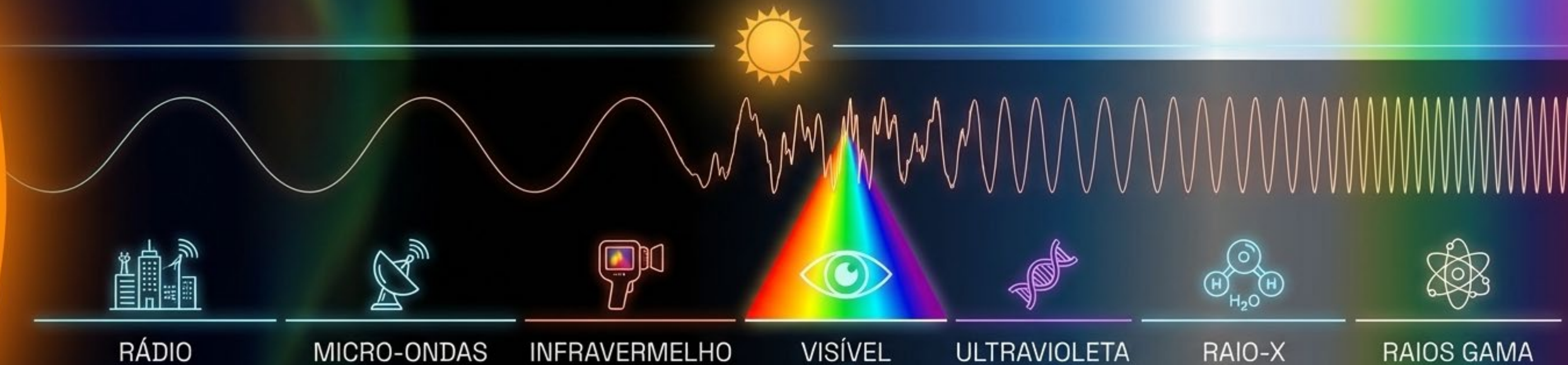
# A Regra Inviolável do Universo

$$\lambda \cdot \nu = c$$



**A Dança Inversa:** Como  $c$  nunca muda, as variáveis precisam compensar uma à outra. Quanto mais alta a frequência, maior a energia destrutiva da radiação.

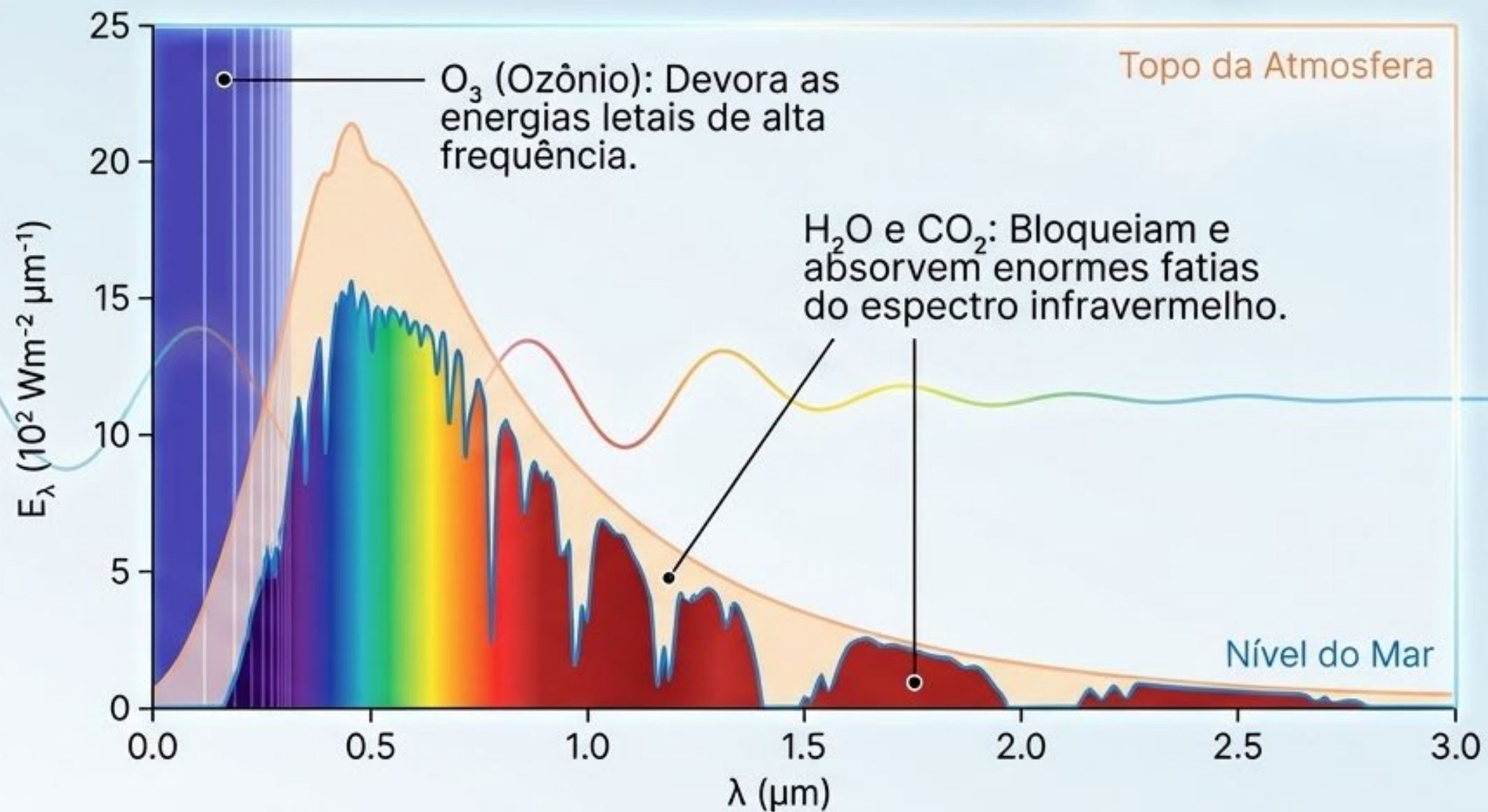
# ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



## O FOCO SOLAR

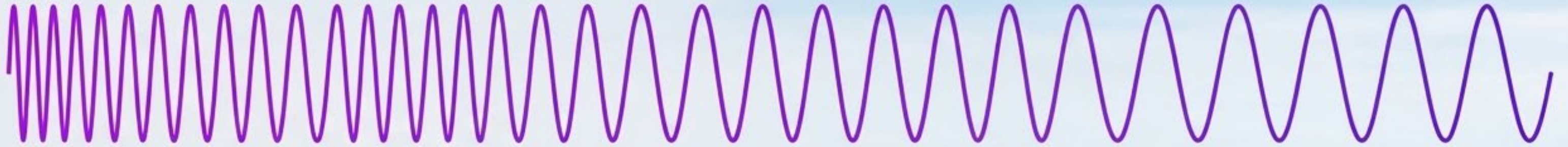
O Sol emite em múltiplas faixas deste espectro, mas o pico absoluto de sua emissão de energia ocorre exatamente nesta minúscula janela da luz Visível (e bandas adjacentes de UV e IR).

# O Filtro Atmosférico em Ação



A diferença entre o que o Sol dispara e o que chega ao solo é o trabalho contínuo dos nossos gases atmosféricos.

# Matriz de Triagem: A Banda Ultravioleta



## UV-C

0.1 a 0.28  $\mu\text{m}$  - Nível Letal

### 100% retido

Altamente energético. Fica na mesosfera e estratosfera superior. Usado na dissociação do  $\text{O}_2$  (criando oxigênio atômico).

## UV-B

0.28 a 0.32  $\mu\text{m}$  - Dano Celular

### 99% absorvido

Fótons energéticos que danificam o DNA e causam câncer. Barrado com sucesso pela camada de Ozônio ( $\text{O}_3$ ).

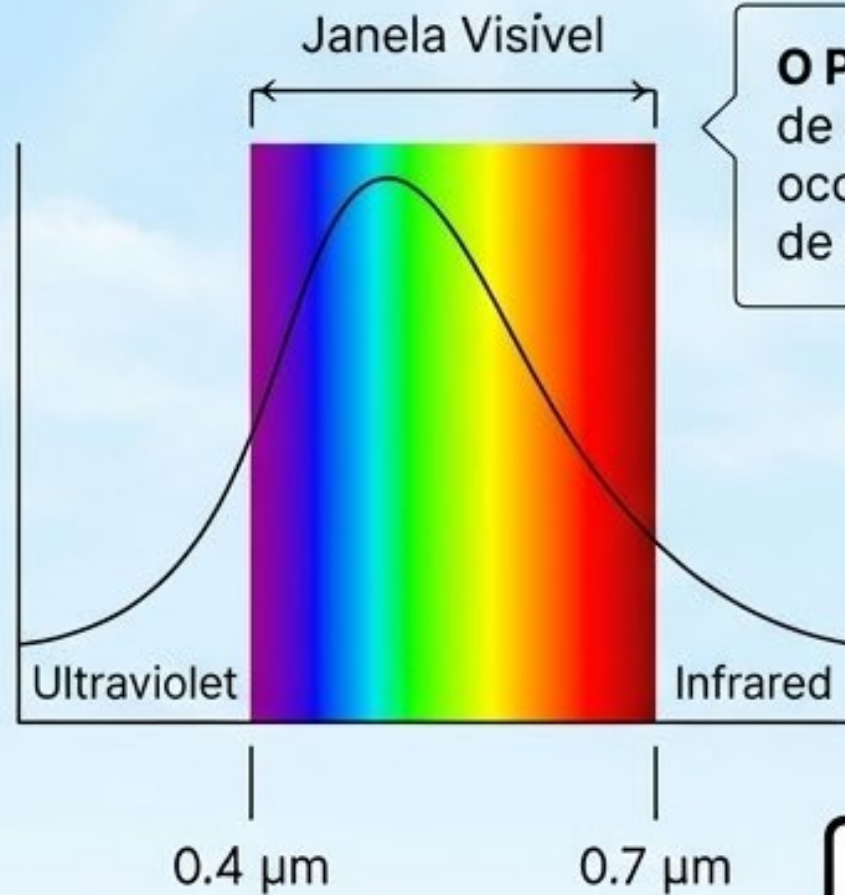
## UV-A

0.32 a 0.4  $\mu\text{m}$  - Nível Seguro

### 99% chega à superfície

A passagem livre. É invisível aos olhos, mas estimula a fluorescência em certos materiais terrestres.

# A Janela Visível e o Aquecimento de Baixo para Cima



**O Pico da Fonte:** A banda de 0.4 a 0.7 μm é onde ocorre a emissão máxima de radiação pelo Sol.

**O Passe Livre:** Para a luz visível, uma atmosfera sem nuvens é quase um vidro perfeitamente transparente. O ar não a absorve.

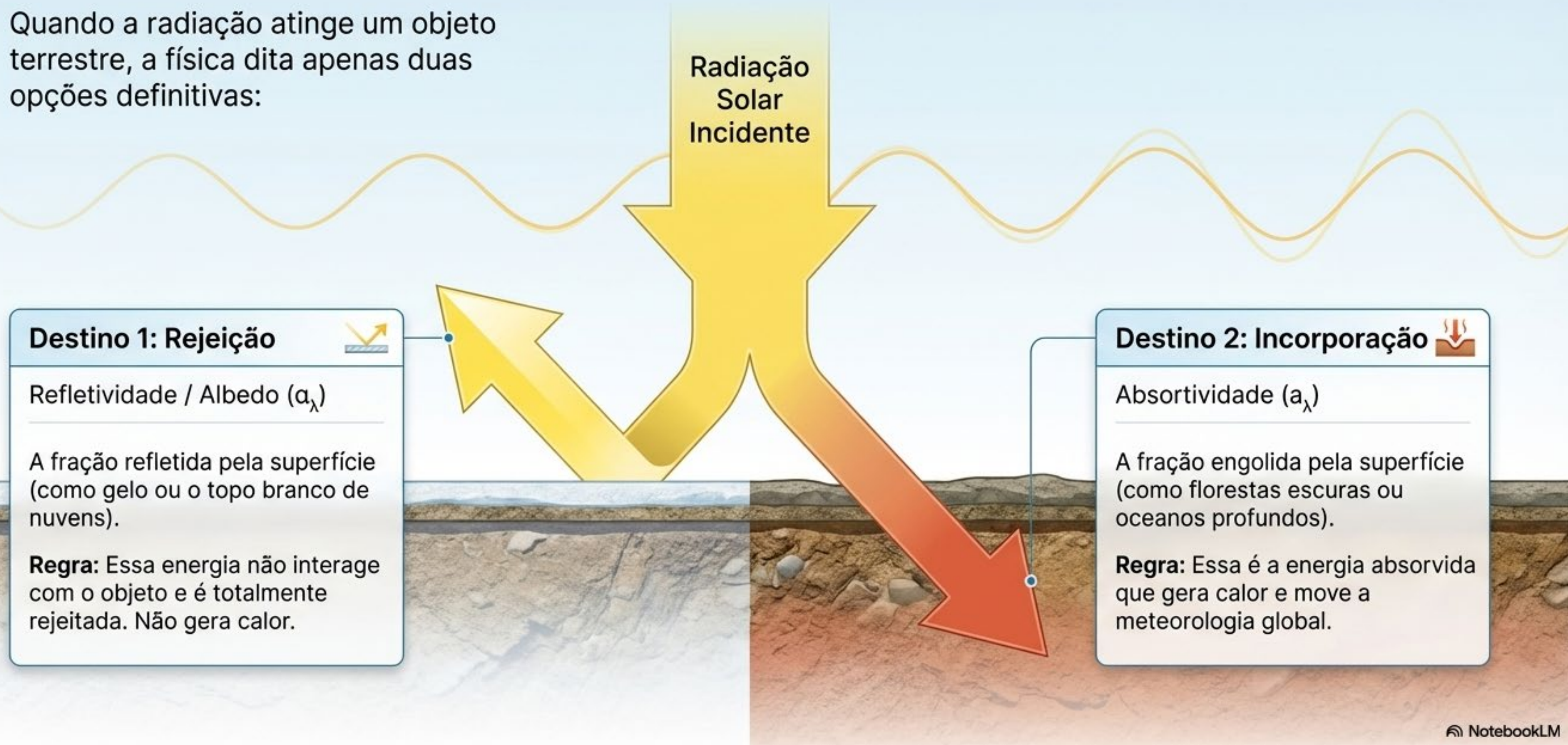
Ar Limpo Invisível

Superfície

**O Motor Térmico:** Como a atmosfera não absorve o visível, essa luz atinge o chão. A superfície da Terra absorve a energia, aquece, e só então transmite calor para o ar. A atmosfera terrestre é aquecida a partir de baixo.

# Os Destinos da Radiação na Superfície

Quando a radiação atinge um objeto terrestre, a física dita apenas duas opções definitivas:



## Destino 1: Rejeição



Refletividade / Albedo ( $\alpha_\lambda$ )

A fração refletida pela superfície (como gelo ou o topo branco de nuvens).

**Regra:** Essa energia não interage com o objeto e é totalmente rejeitada. Não gera calor.

## Destino 2: Incorporação



Absortividade ( $a_\lambda$ )

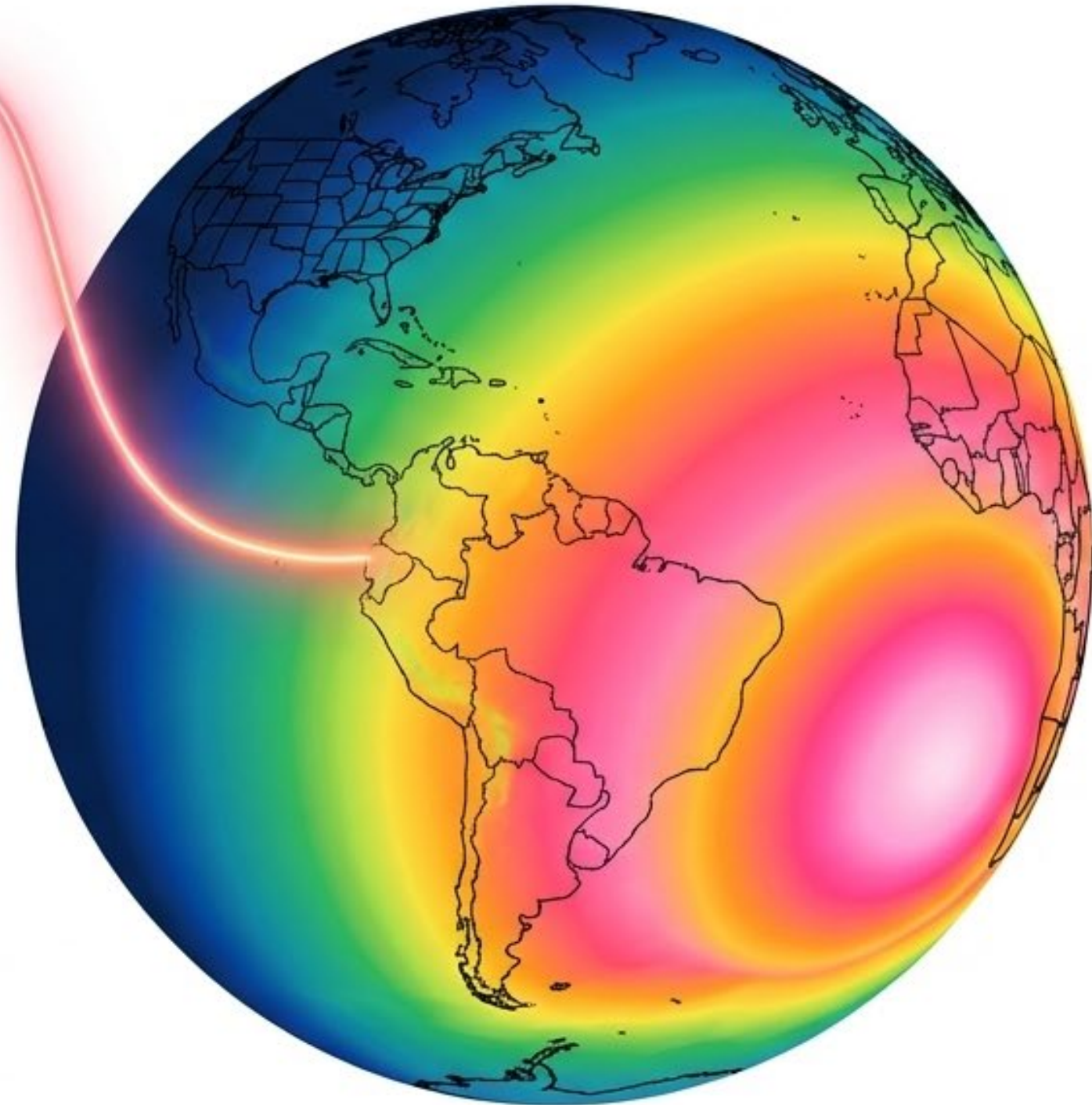
A fração engolida pela superfície (como florestas escuras ou oceanos profundos).

**Regra:** Essa é a energia absorvida que gera calor e move a meteorologia global.

# A Jornada Concluída: O Ponto Final da Insolação Global

## A Distribuição Global

A radiação incidente de ondas curtas não é uniforme. Variações drásticas de estação, nuvens, gases, aerossóis e o ciclo diurno criam gigantescos desníveis de energia na superfície.



## A Engrenagem Final

A tentativa da Terra de redistribuir esse colossal desnível térmico é o que cria os ventos, as frentes frias, as tempestades e a vida. A jornada da luz espacial é o coração pulsante da meteorologia terrestre.