

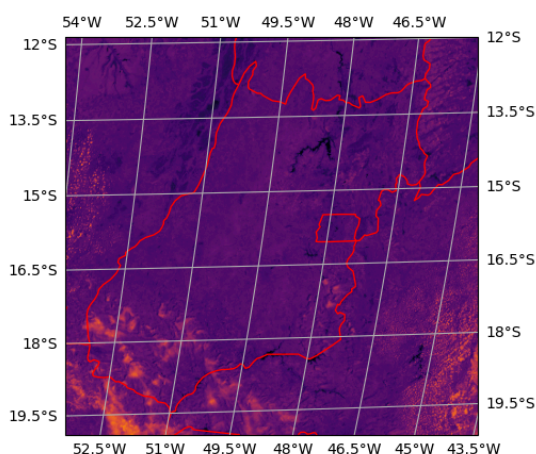
Justificativa da Seleção das Bandas do GOES-19 para Detecção de Incêndios (versão 1)

Juliana do N. Rocha

A seleção das bandas espectrais 7, 15, 14, 8, 3, 6 e 5 do satélite GOES-19 para o monitoramento de incêndios é fundamentada na física da interação da radiação eletromagnética com os alvos na superfície e na atmosfera, otimizando a detecção, a análise do comportamento e o monitoramento dos impactos dos focos de calor. Esta combinação abrange desde o visível até o infravermelho termal, fornecendo uma abordagem multidimensional e complementar. As demais bandas do GOES-19 foram excluídas por serem menos sensíveis às assinaturas espectrais específicas dos incêndios.

- Banda 3 (0.86 μm – Canal do Infravermelho Próximo - NIR):

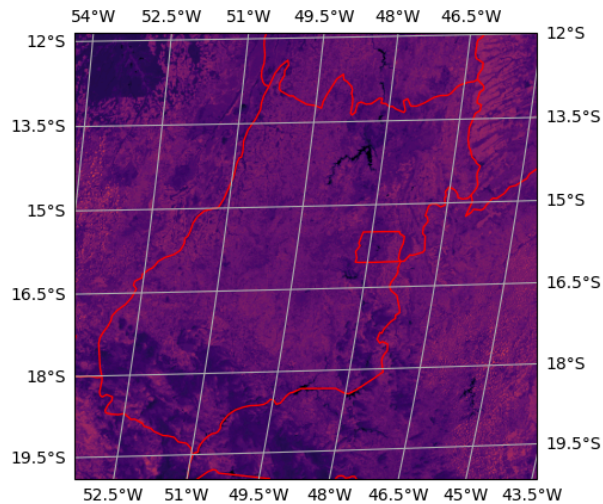
Figura 1 - Banda 3



Propósito: Detecção de queimadas e cicatrizes de incêndio (burn scars). A vegetação saudável reflete fortemente no infravermelho próximo. Após um incêndio, a área carbonizada (cicatriz) apresenta uma reflexão muito baixa neste comprimento de onda, criando um alto contraste com a vegetação intacta. Esta banda é crucial para mapear a extensão territorial afetada.

- Banda 5 (1.61 μm – Infravermelho de Onda Curta - SWIR):

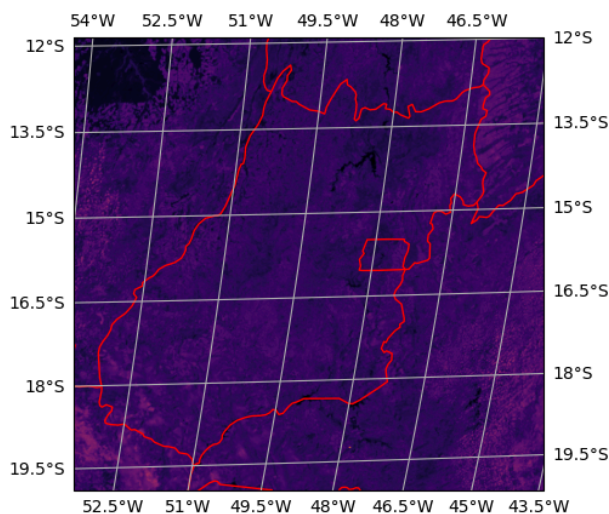
Figura 2 - Banda 5



Propósito: Detecção de focos ativos e discriminação entre nuvens (de gelo/água) e solo. A radiação emitida por chamas e brasas ativas é intensa nesta região do SWIR. Além disso, as nuvens de gelo (cirrus) possuem alta reflectância no visível, mas baixa no SWIR de 1.61 μm , permitindo diferenciar nuvens frias de alto nível de possíveis falsos alarmes de calor.

- Banda 6 (2.26 μm – Infravermelho de Onda Curta - SWIR):

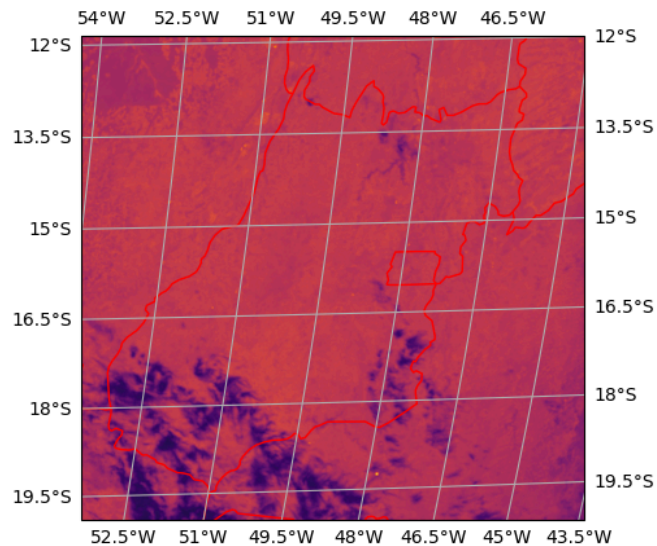
Figura 3 - Banda 6



Propósito: Sensibilidade aprimorada a incêndios de baixa intensidade e subpixel. Esta banda está ainda mais deslocada para o infravermelho médio, sendo extremamente sensível a fontes de calor relativamente pequenas ou fracas que podem não ser detectadas em bandas termais mais longas. É uma das bandas mais importantes para a detecção precoce.

- Banda 7 (3.90 μm – Infravermelho Médio / Termal):

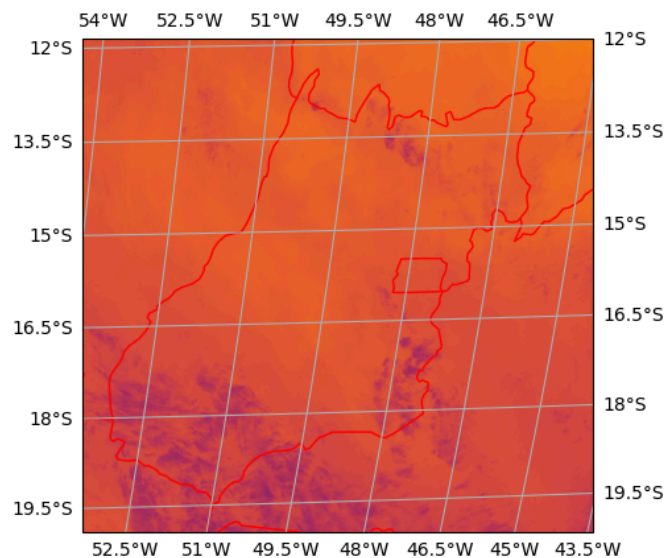
Figura 4 - Banda 7



Propósito: Banda principal para detecção de focos de calor (Hot Spot Detection). Os incêndios emitem uma quantidade enorme de energia nesta região espectral. A banda 7 possui uma alta relação sinal-ruído para fontes de alta temperatura, permitindo identificar pontos quentes mesmo que ocupem apenas uma fração do pixel (incêndios subpixel). É a banda mais utilizada em algoritmos operacionais de detecção de fogo.

- Banda 8 (6.19 µm – Infravermelho Termal / Vapor de Água de Nível Superior):

Figura 5 - Banda 8



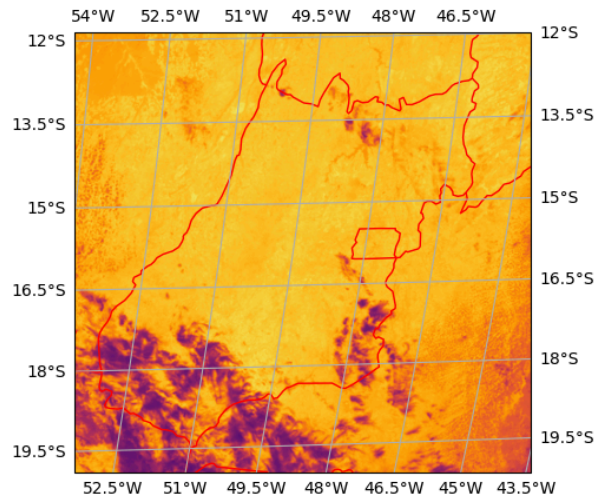
Propósito: Correção atmosférica e monitoramento do ambiente de vento. Esta banda absorve fortemente o vapor de água na média e alta troposfera. Ela é usada para:

Corrigir a atenuação do sinal das bandas de fogo (como a 7) causada pela umidade atmosférica.

Analisar os padrões de vento em altitude, que influenciam a direção e a dispersão da fumaça.

- Banda 14 (11.2 μm – Infravermelho Termal "Limpo"):

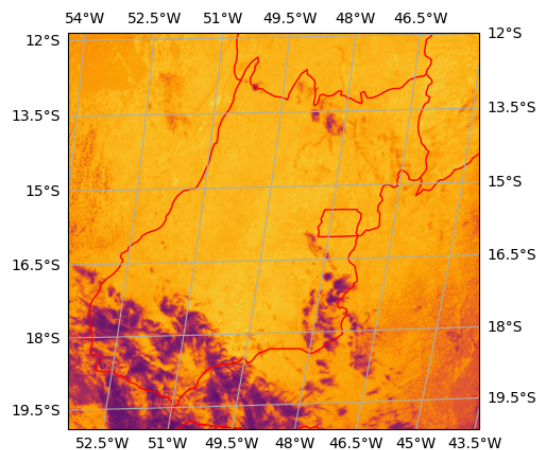
Figura 6 - Banda 14



Propósito: Medição da temperatura da superfície (Terra/nuvens) e detecção de incêndios muito grandes. Esta banda está em uma "janela atmosférica" com baixa absorção por gases, fornecendo a temperatura real da superfície (LST - Land Surface Temperature) ou do topo das nuvens. Para incêndios de grande magnitude, que aquecem uma área extensa, o aumento da temperatura de brilho nesta banda é mensurável. Também serve como linha de base para contrastar com a banda 7 no algoritmo de detecção (ex.: diferença 3.9 μm - 11 μm).

- Banda 15 (12.3 μm – Infravermelho Termal / CO₂):

Figura 7 - Banda 15



Propósito: Correção atmosférica aprimorada e discriminação de nuvens. Similar à banda 14, mas com alguma absorção pelo CO₂, é usada em conjunto com a banda 14 para:

Realizar uma correção atmosférica mais precisa para os canais termais.

Auxiliar na detecção de nuvens cirrus finas (usando a diferença de temperatura de brilho entre 11.2 μm e 12.3 μm), que podem obscurecer a visão da superfície e mascarar incêndios.

Por que outras bandas foram excluídas?

Bandas 1 e 2 (Visível - Azul e Vermelho): Fornecem informações diurnas sobre fumaça e cinzas, mas são inúteis à noite. Sua informação para a detecção direta do fogo é inferior às bandas do infravermelho. A fumaça pode ser monitorada, mas o foco principal da detecção ativa está nas bandas de calor.

Banda 4 (Verde - 0.51 μm): Útil para observação de aerossóis (fumaça) sobre o oceano, mas pouco sensível ao calor ou à cicatriz de queimada em comparação com as bandas selecionadas.

Bandas 9 a 13 (Infravermelho Termal - Vapor de Água e CO_2 de diferentes níveis): São projetadas principalmente para sondagem vertical da atmosfera (perfis de umidade e temperatura). Embora úteis para análises meteorológicas que contextualizam o risco de incêndio (ex.: secura do ar), sua resolução espacial é mais grossa e sua resposta direta ao calor do fogo é muito inferior à das bandas 7, 6 e 5. São mais usadas para corrigir os efeitos da atmosfera nas bandas de superfície.

Conclusão

A combinação selecionada forma um sistema sinérgico:

Detecção Ativa e Sensível: Bandas 7, 6 e 5 são as sentinelas do calor, captando a emissão direta das chamas.

Contexto da Superfície: A banda 3 mostra o dano causado (cicatriz), e a banda 14 fornece a temperatura de fundo.

Correção Atmosférica e Ambiente: As bandas 8 e 15 removem os efeitos de atenuação da umidade e do CO_2 , garantindo que o sinal do fogo seja real e não um artefato atmosférico, além de informar sobre os ventos em altitude.

Portanto, este conjunto específico de bandas maximiza a confiabilidade da detecção (minimizando falsos alarmes por nuvens quentes ou reflexos solares), permite a identificação de incêndios pequenos e grandes, e fornece informações complementares essenciais para o monitoramento integral do evento de queimada.

Figura 8 - True Color (Bandas 1, 2 e 3)

