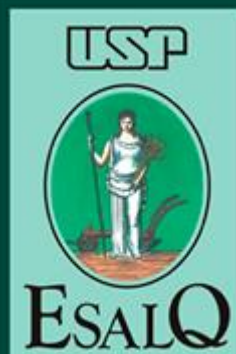


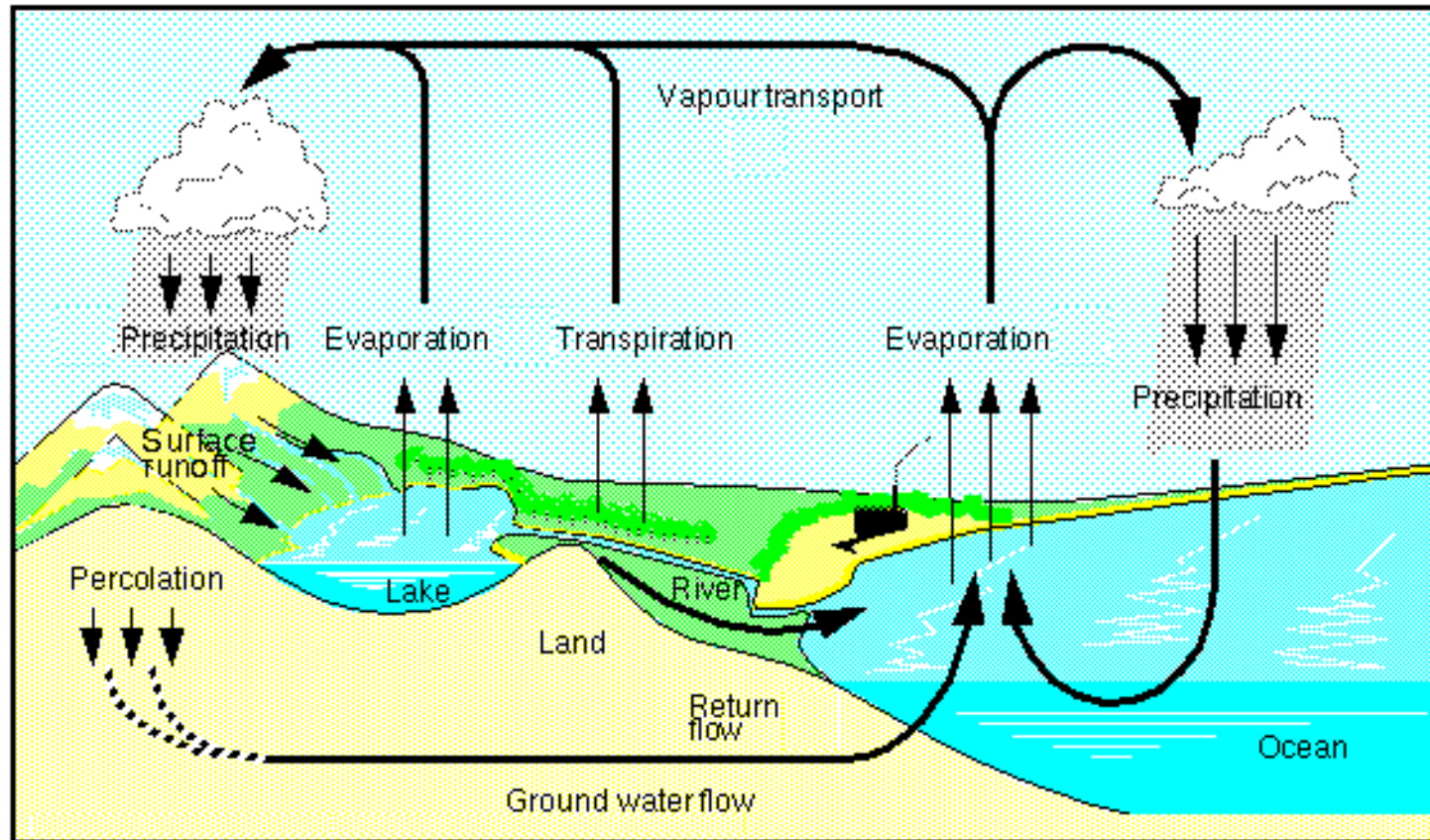
Aula 6- Chuva

Prof. Fábio Marin

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
Departamento de Engenharia de Biosistemas
LEB 306 – Meteorologia Agrícola



Ciclo Hidrológico



Courtesy Erich Roeckner, Max Planck Institute for Meteorology

Condensação na atmosfera

- Resfriamento e saturação da massa de ar
GRADIENTE ADIABÁTICO (Γ):

$$\Gamma_{\text{ar seco}} = - 0,98^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$$

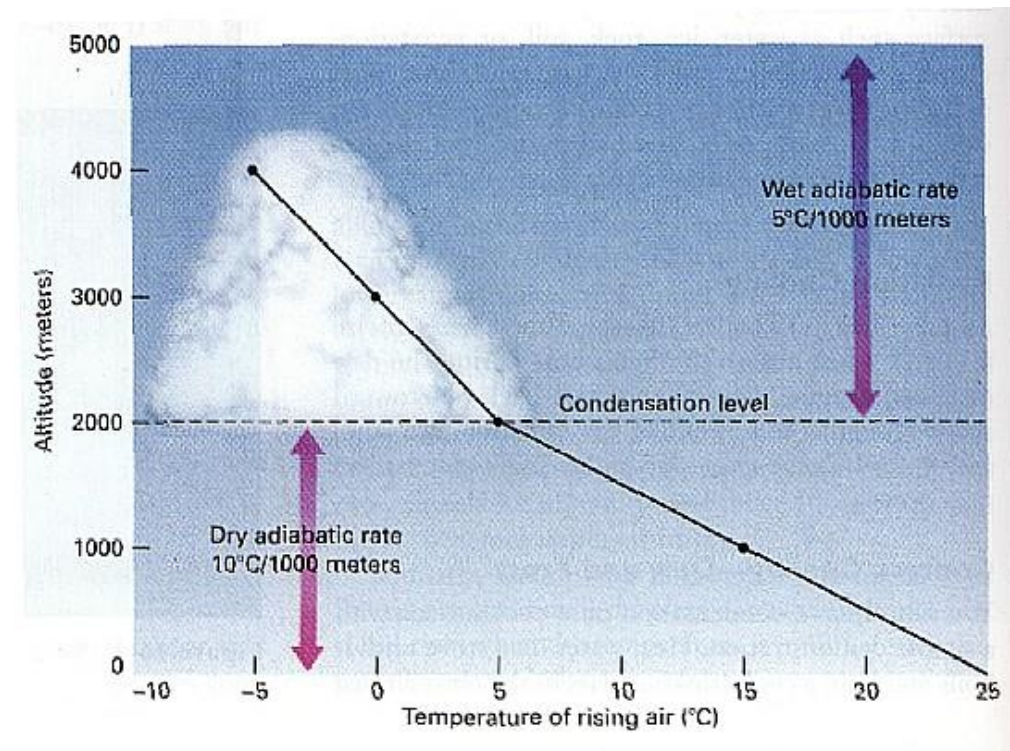
$$\Gamma_{\text{ar saturado}} = - 0,4^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$$

$$\Gamma_{\text{ar úmido}} = - 0,6^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$$

- Presença de núcleos de condensação
 - NaCl
 - 2-metiltreitol - floresta amazônica (RG+isopreno)

Conceito de Gradiente Adiabático

- O gradiente adiabático é a variação de temperatura que ocorre nas massas de ar em movimento vertical. Se a condensação de vapor de água não ocorrer, este gradiente é denominado seco e é de aproximadamente $-9,8^{\circ}\text{C}$ a cada 1000 m de elevação. Quando ocorre condensação de vapor de água, o gradiente é denominado saturado e é de -4°C para cada 1000 m.





Tipos de Chuvas: Convectivas

- **Distribuição:** localizada, com grande variabilidade espacial
- **Intensidade:** moderada a forte, dependendo do desenvolvimento vertical da nuvem
- **Predominância:** no período da tarde/início da noite
- **Duração:** curta a média (minutos a horas)

Tipos de Chuvas: Orográficas

- Santos – P = 2153 mm/ano
- Cubatão – P = 2530 mm/ano
- Serra a 350m – P = 3151mm/ano
- Serra a 500m – P = 3387 mm/ano
- Serra a 850m – P = 3874 mm/ano
- S.C. do Sul – P = 1289 mm/ano

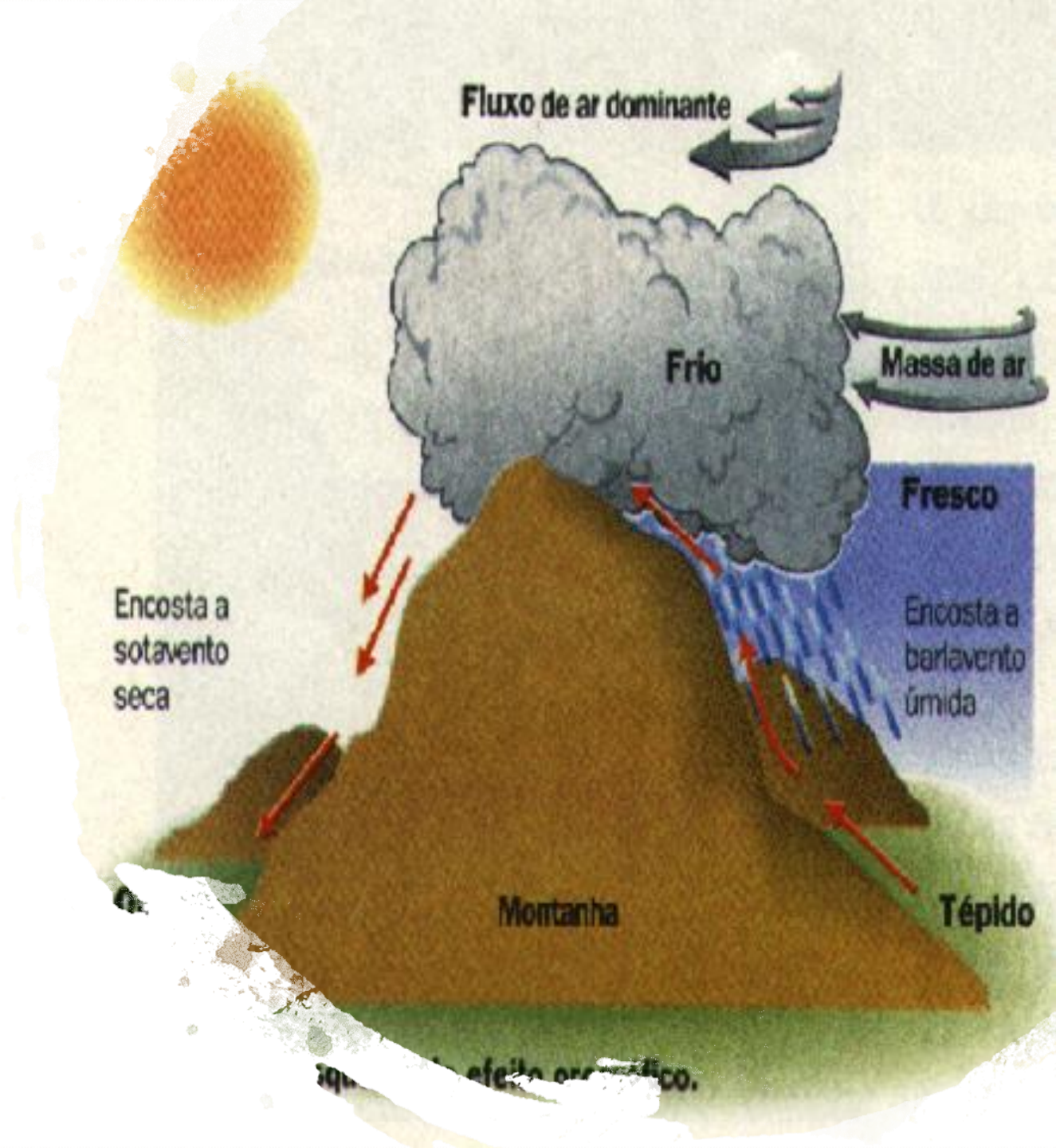


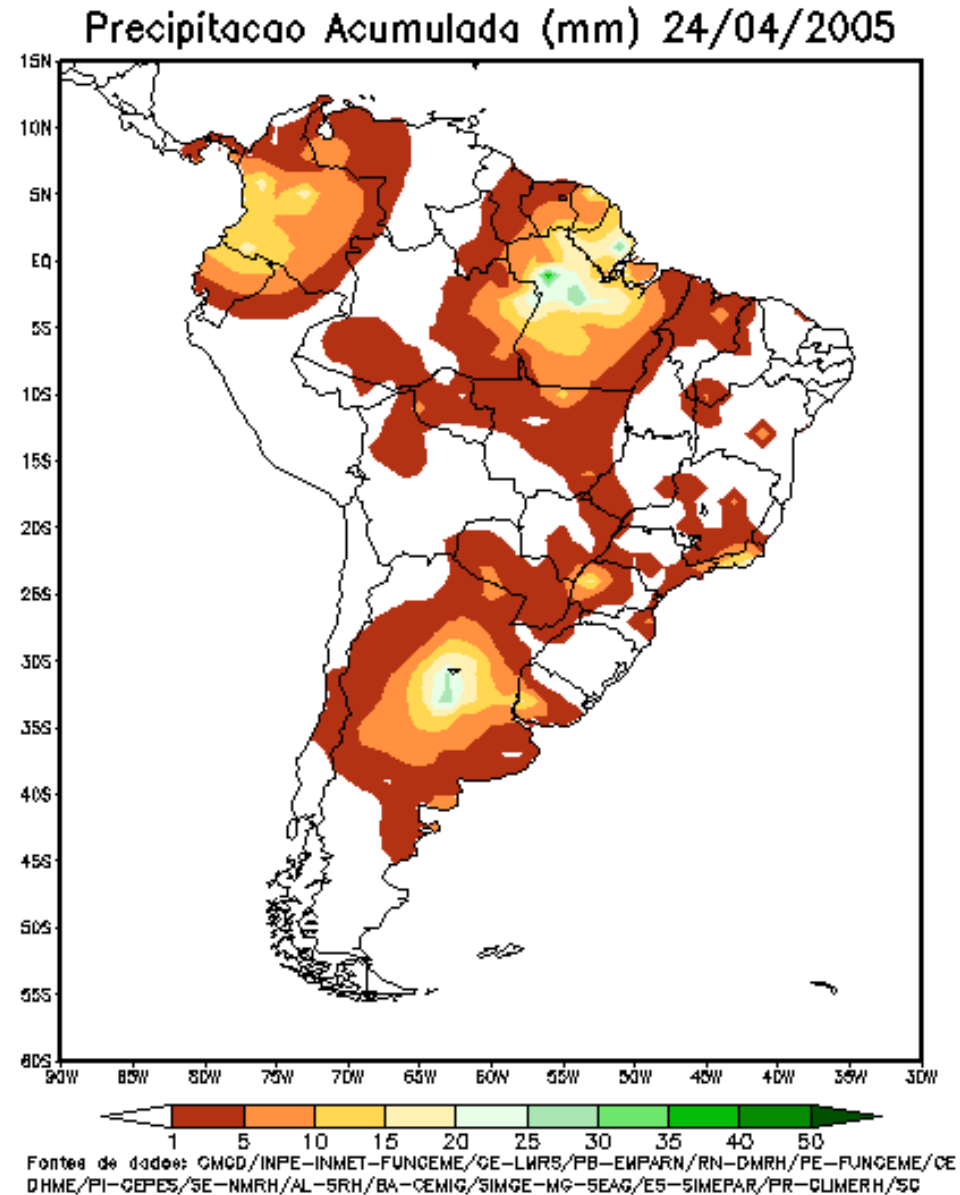
Imagem de Satélite de 03/12/2004 - 11:45Z



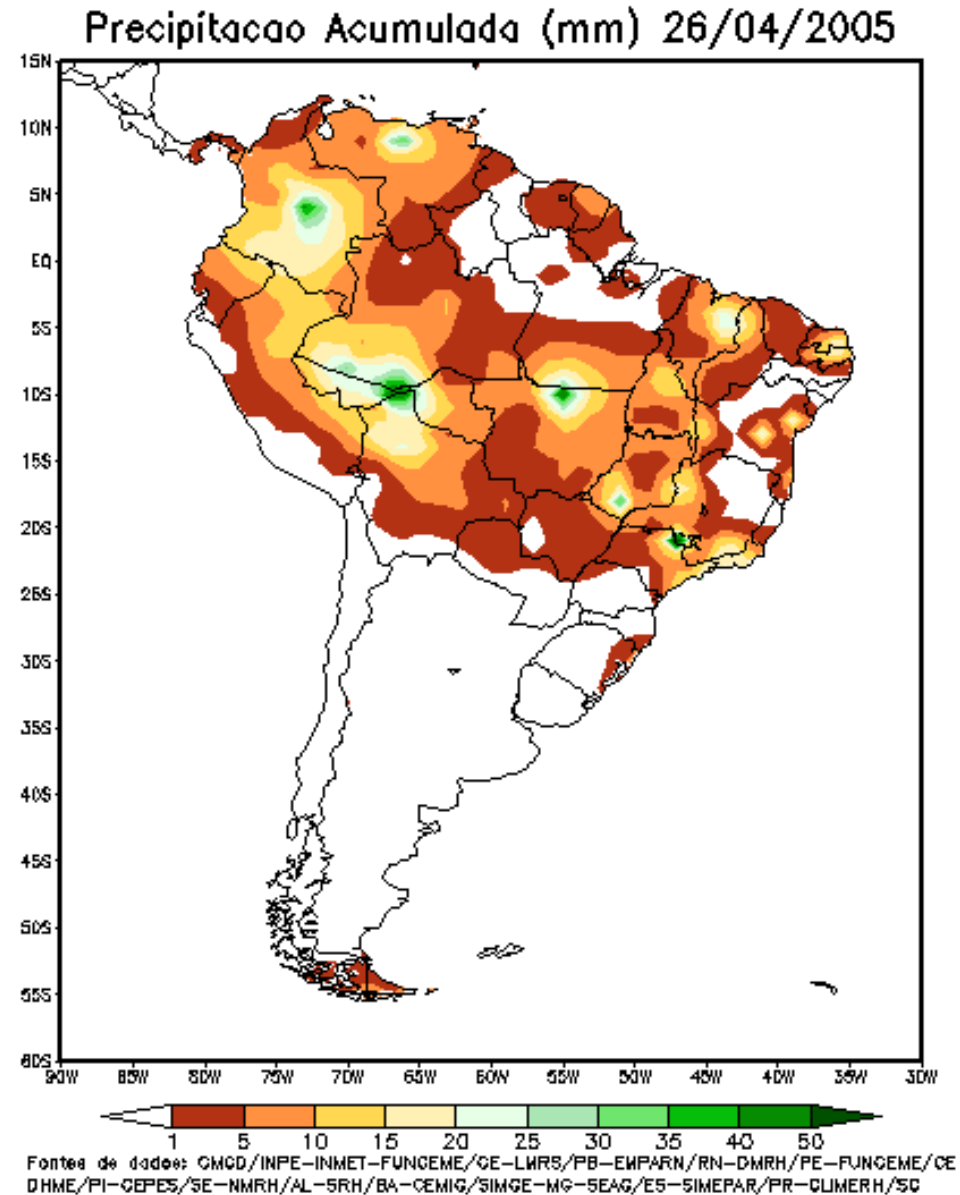
Chuvas Frontais

- **Distribuição:** generalizada na região
- **Intensidade:** fraca a moderada, dependendo do tipo de frente
- **Predominância:** sem horário predominante
- **Duração:** média a longa (horas a dias), dependendo da velocidade de deslocamento da frente.

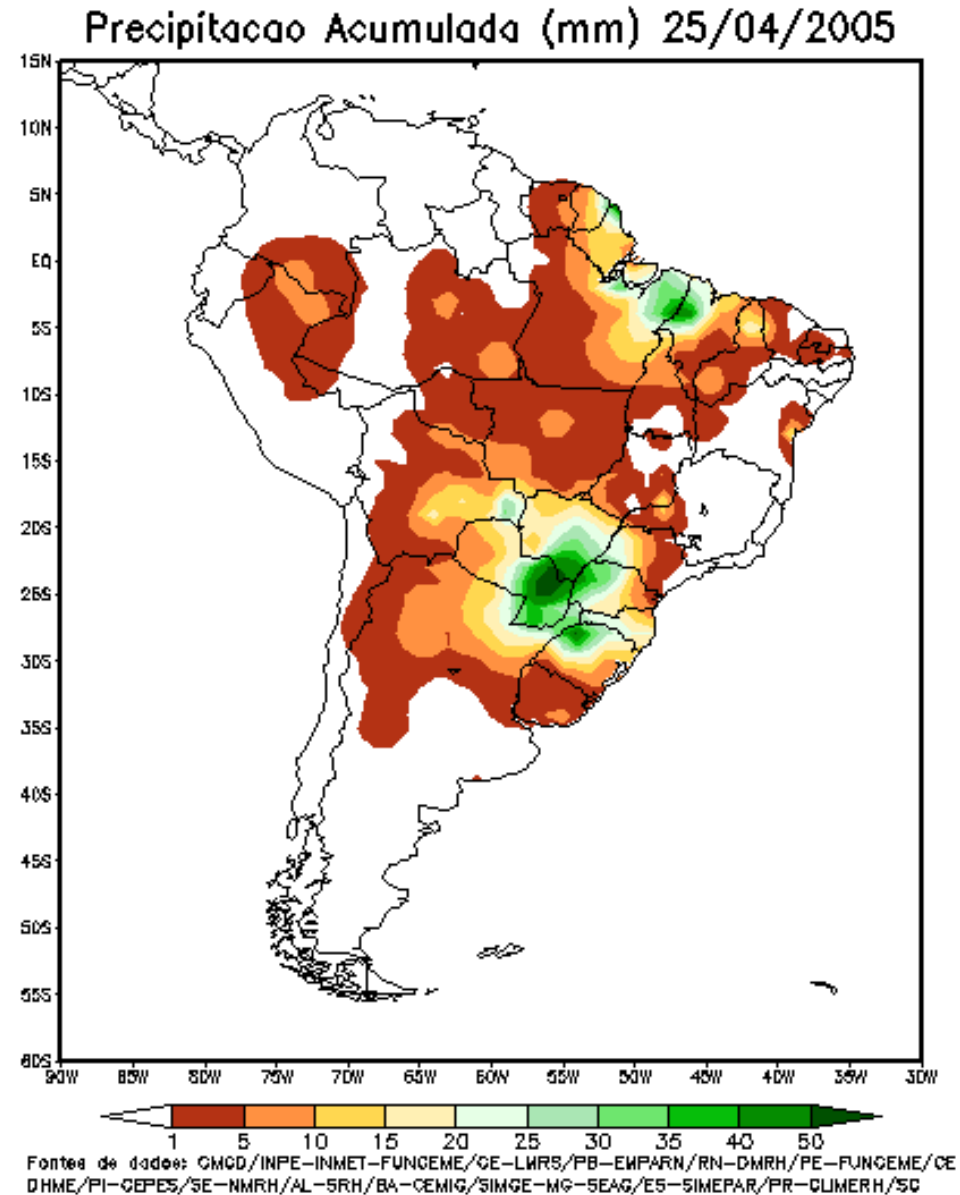
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal



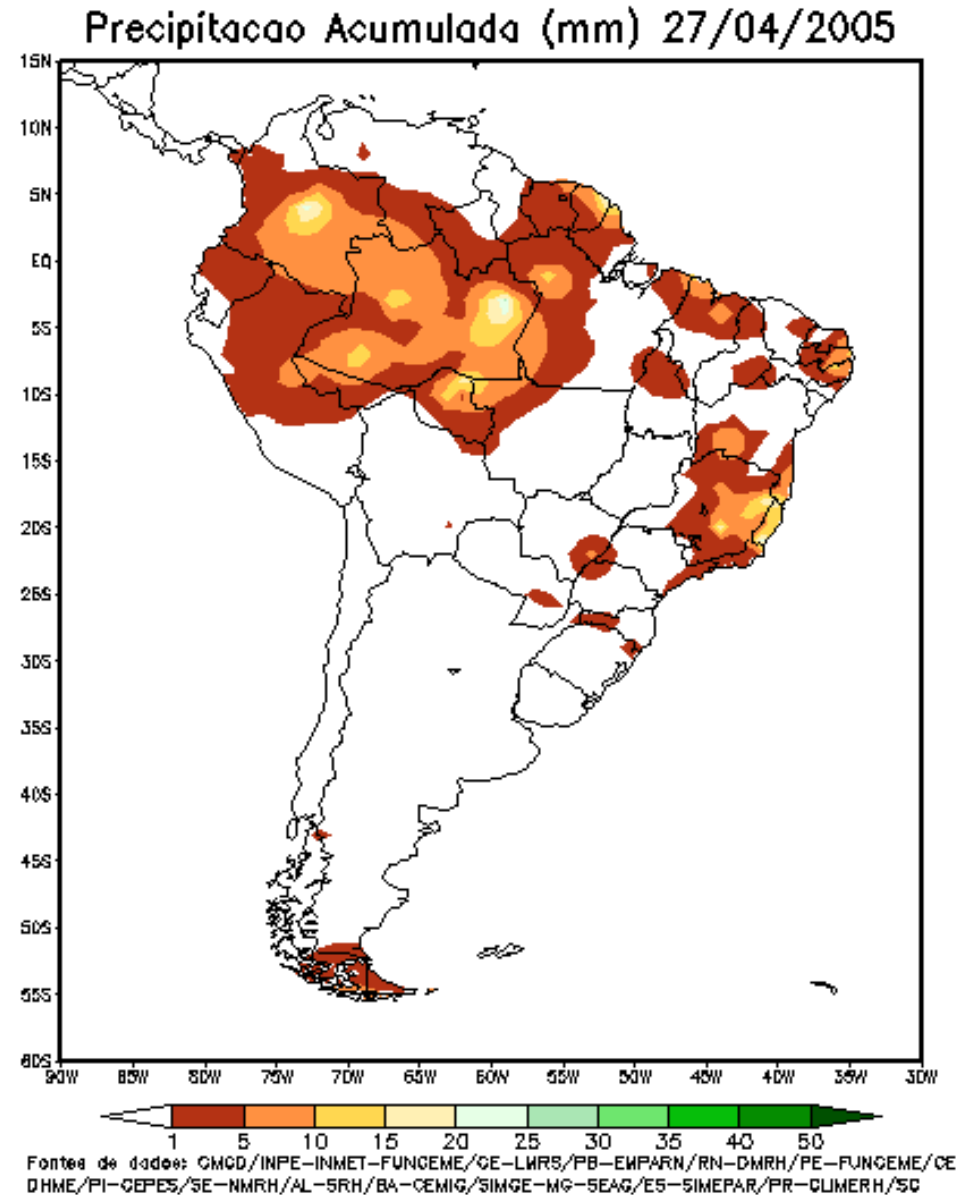
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal



Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

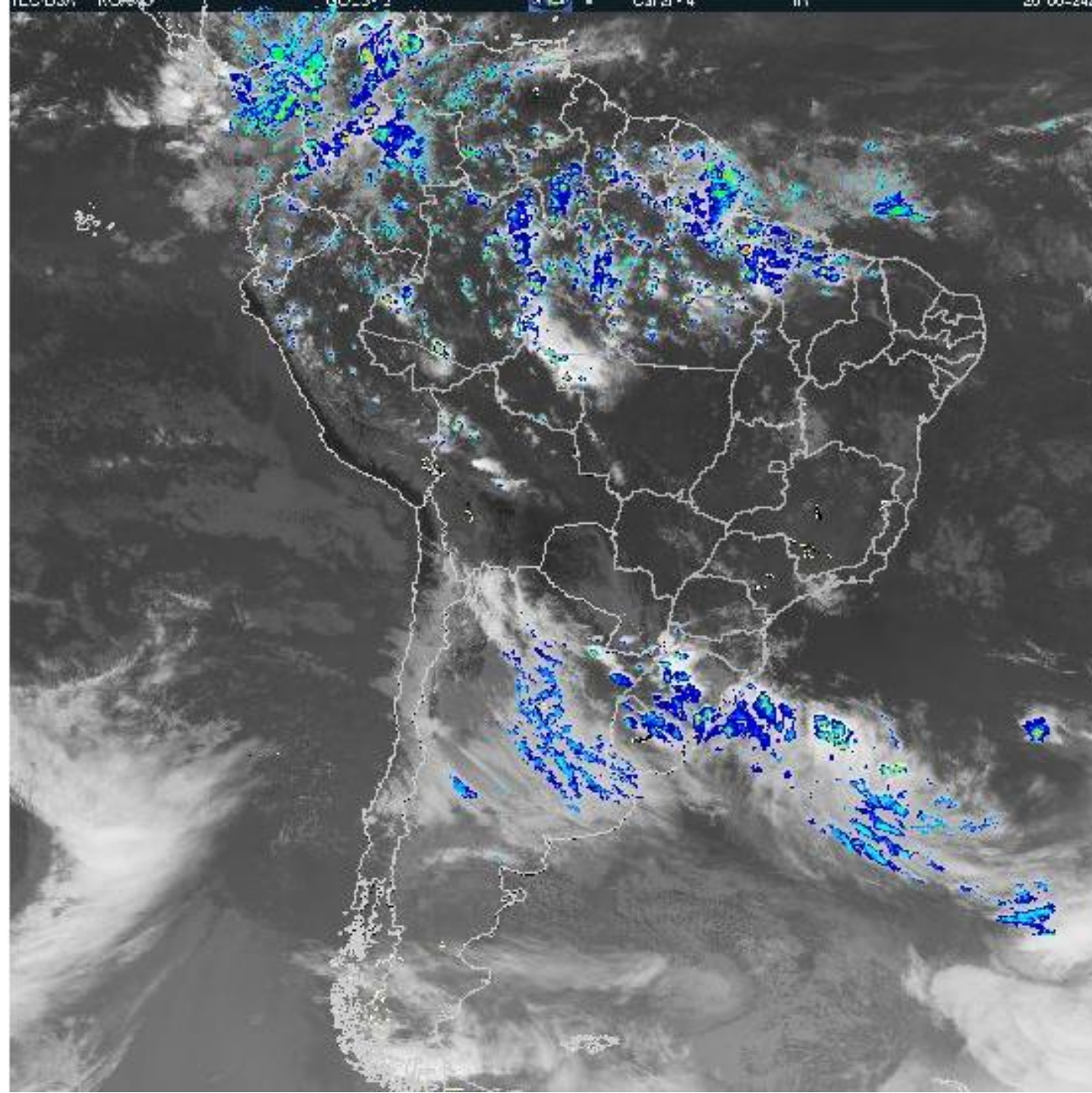


Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal



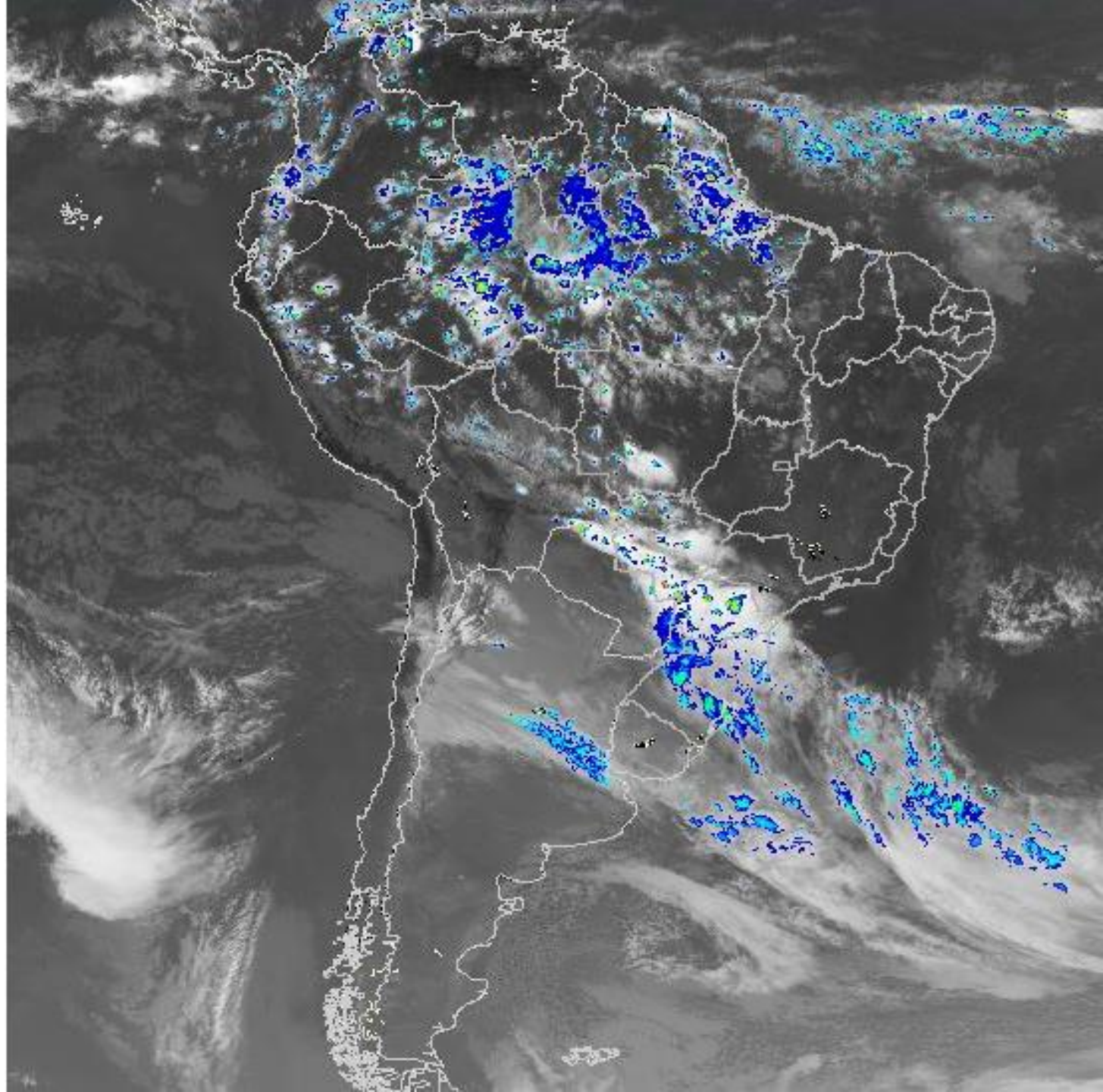
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



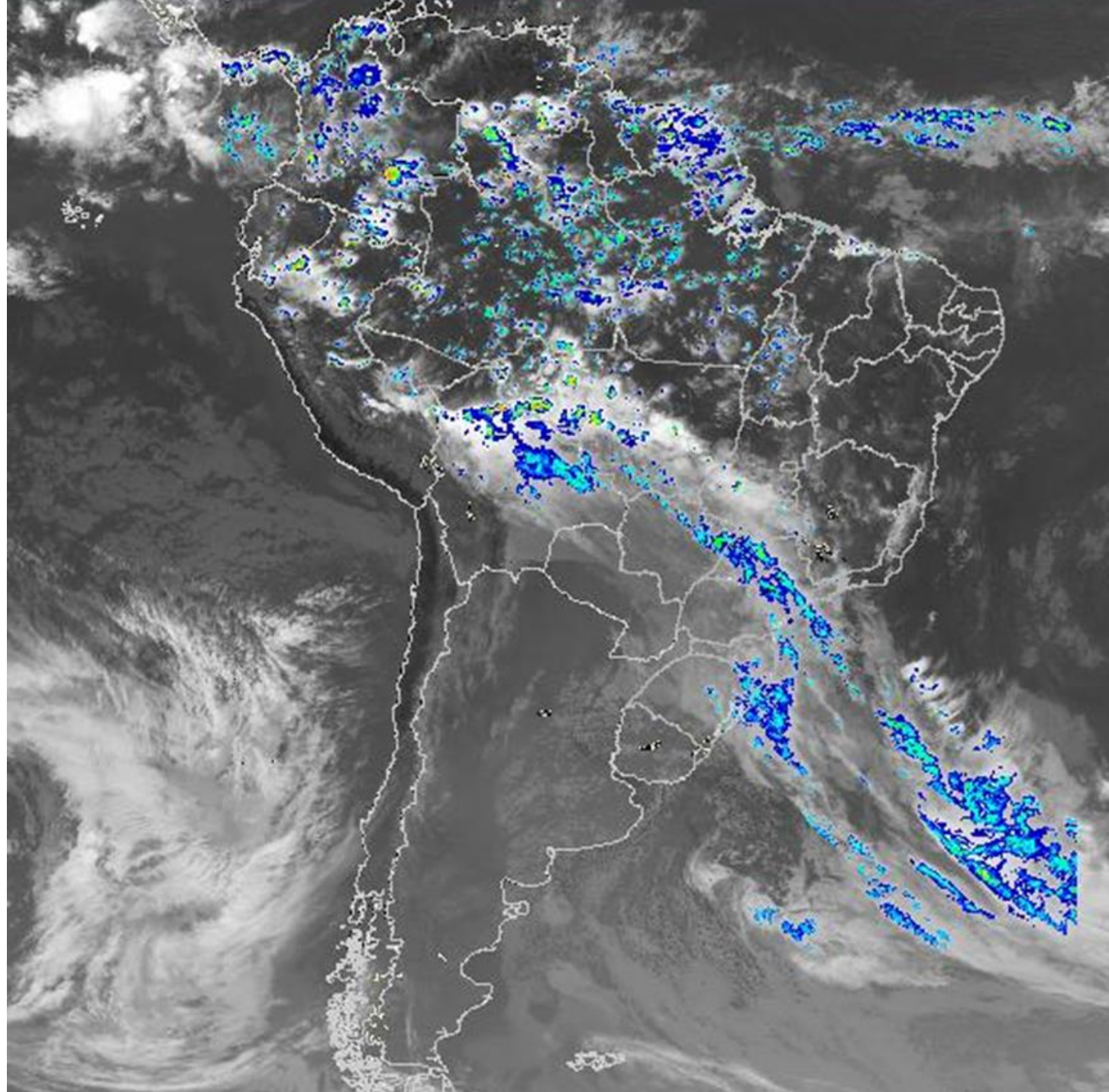
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



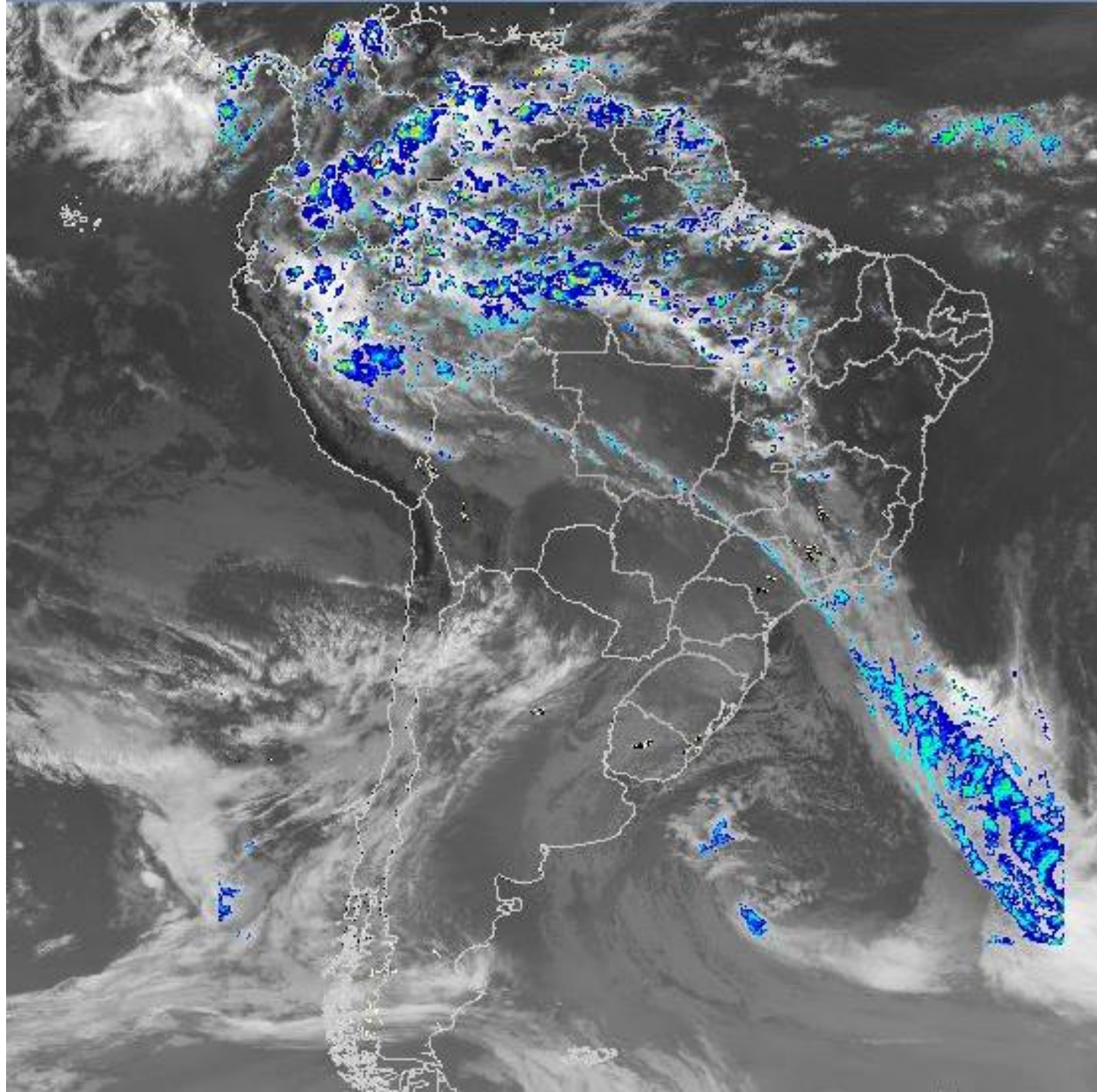
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



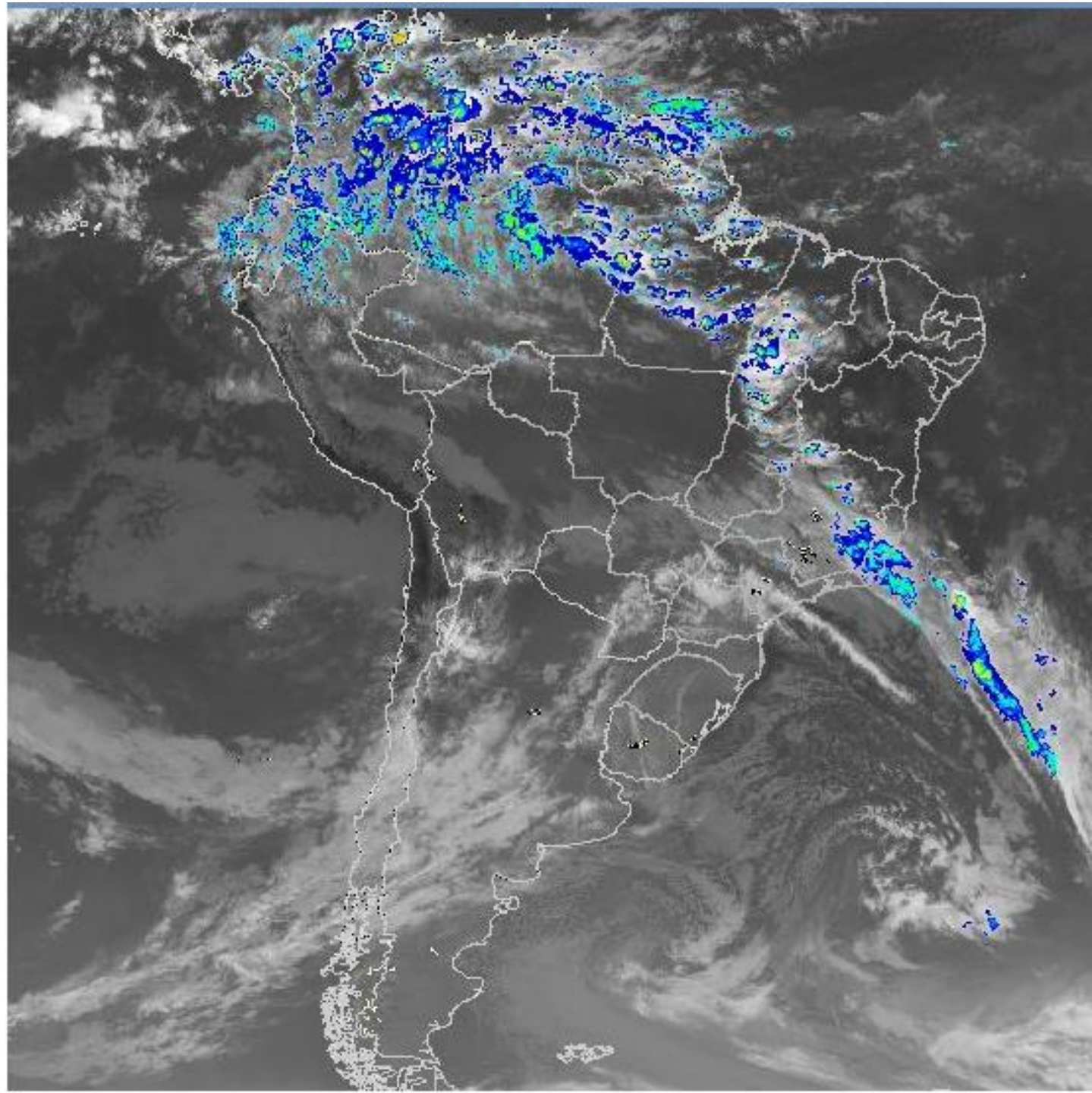
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



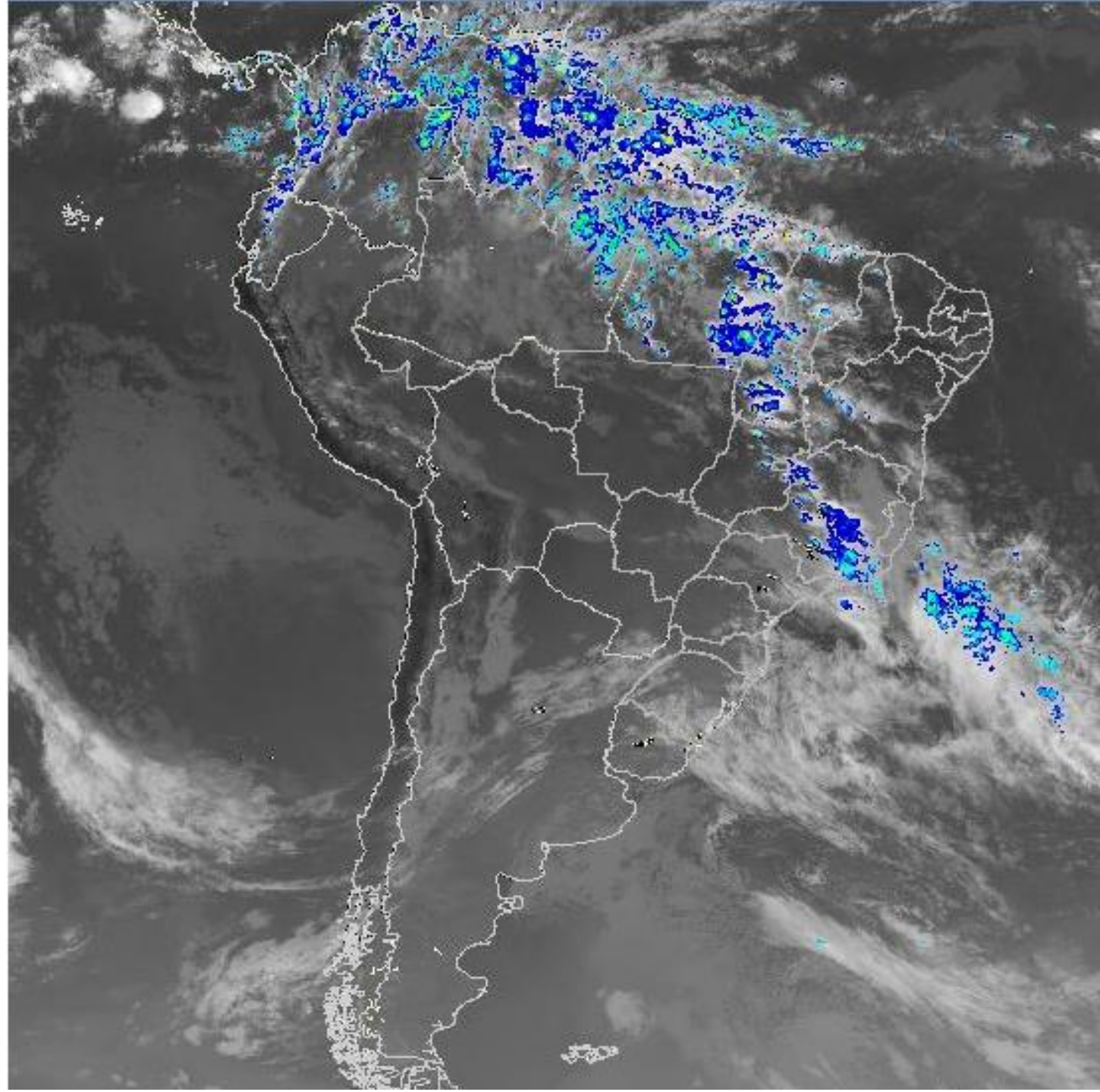
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



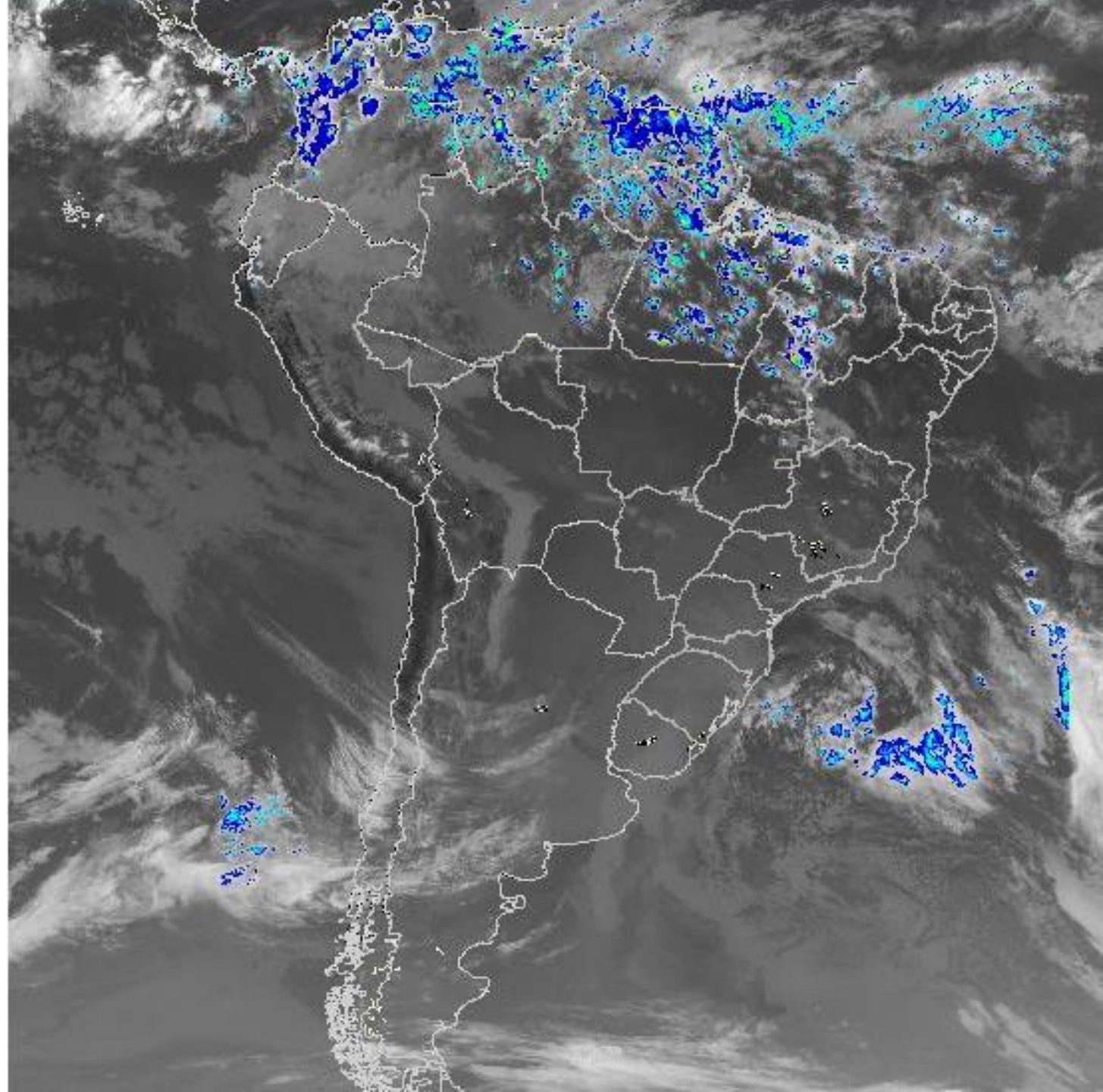
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



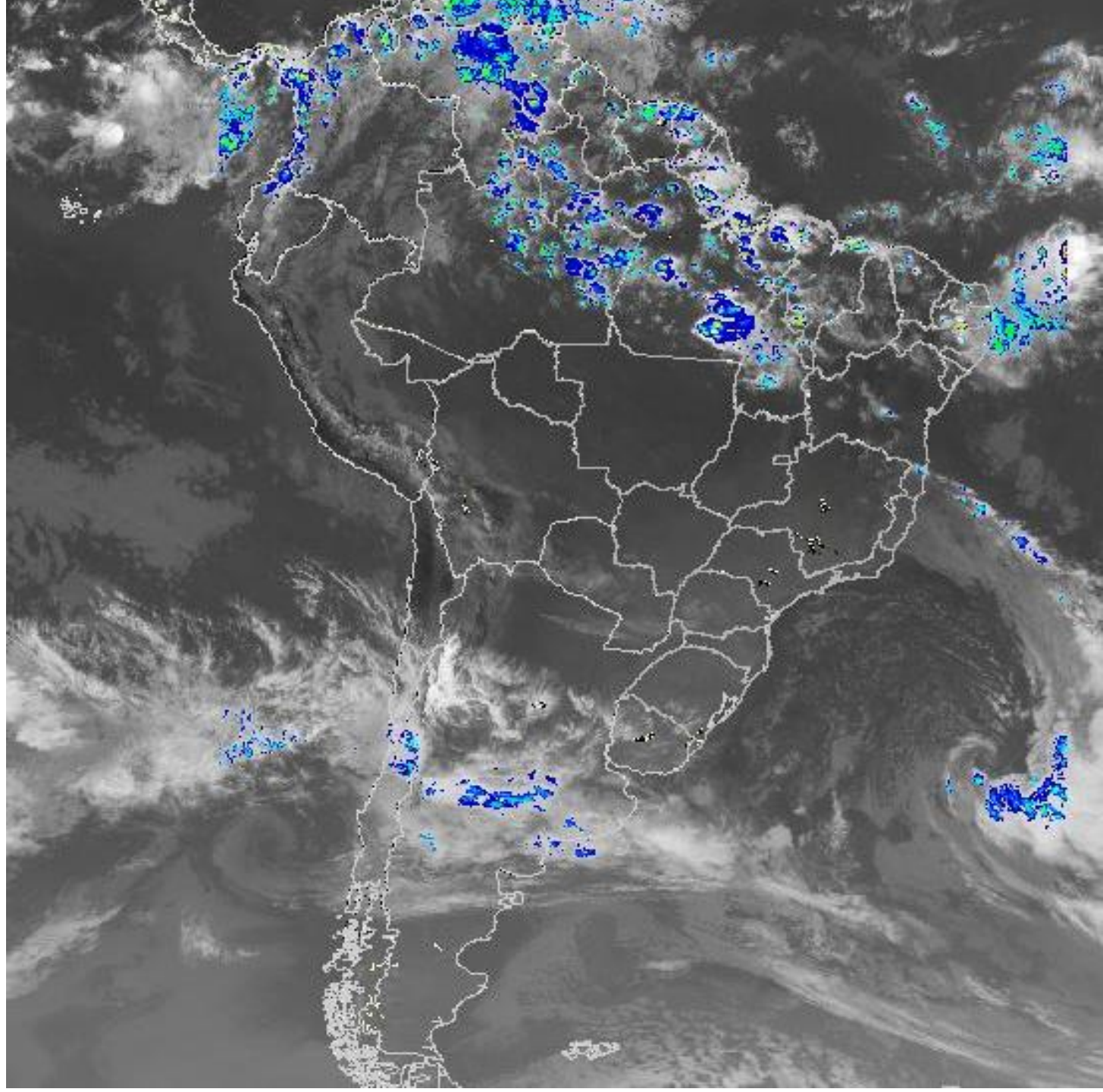
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE



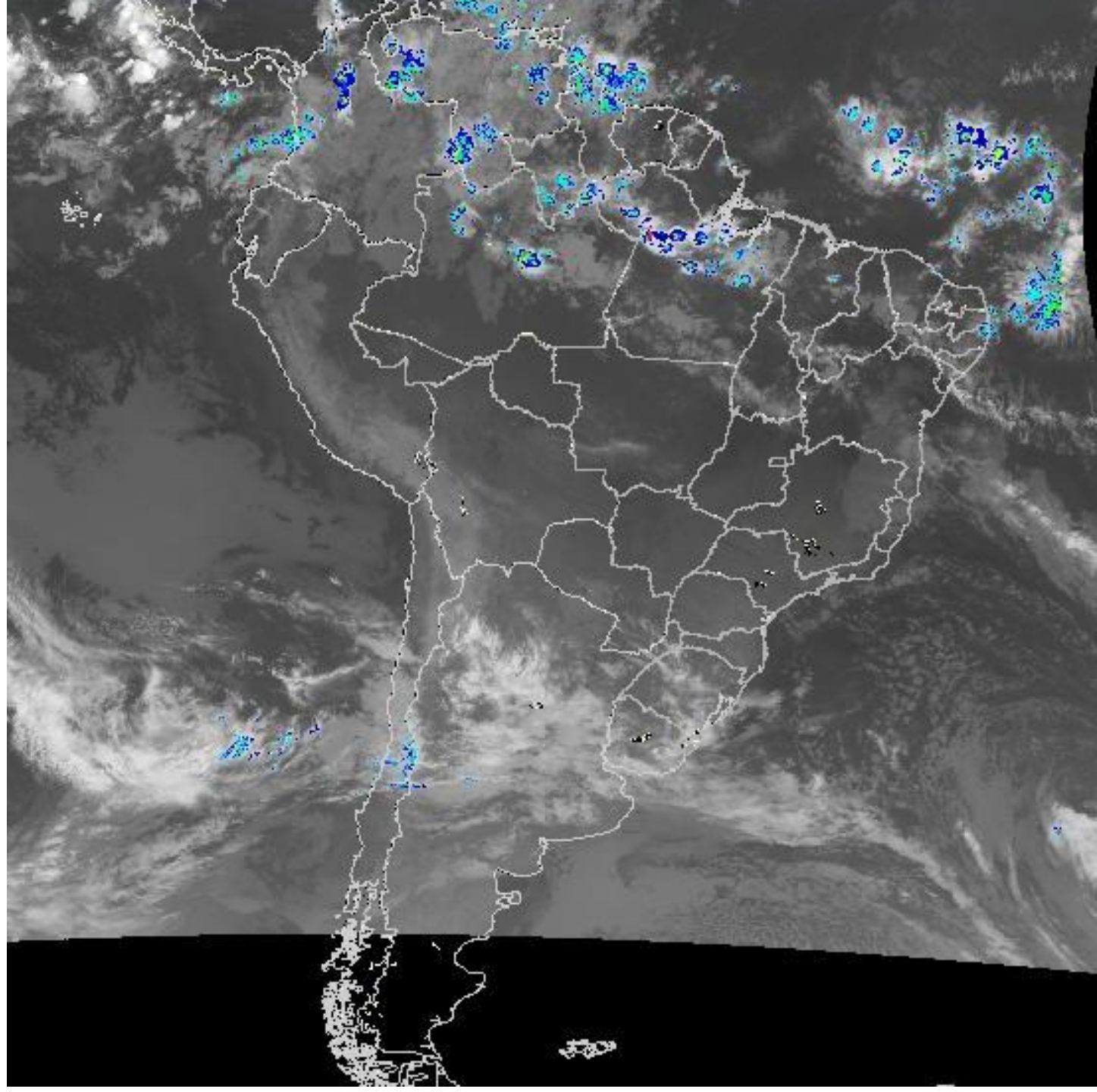
Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE

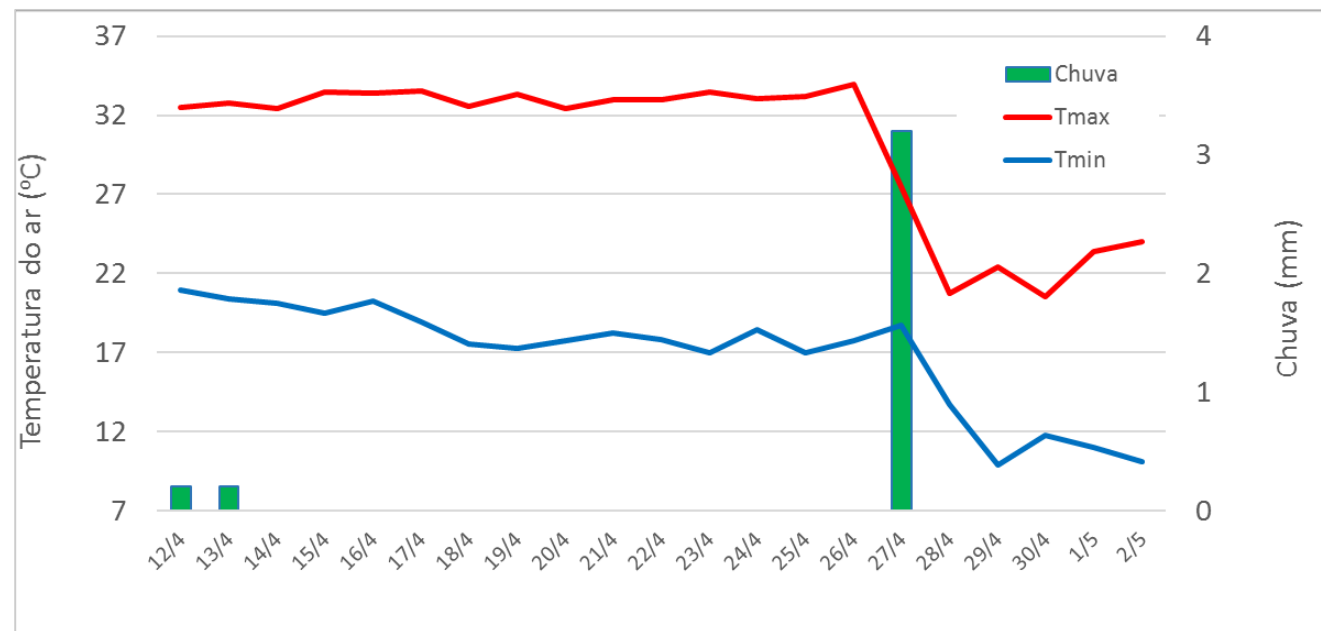


Variabilidade espaço-temporal da chuva frontal

Imagem GOES 13 - INPE

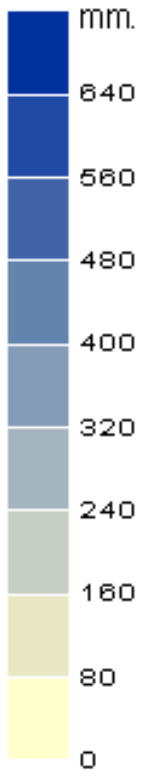
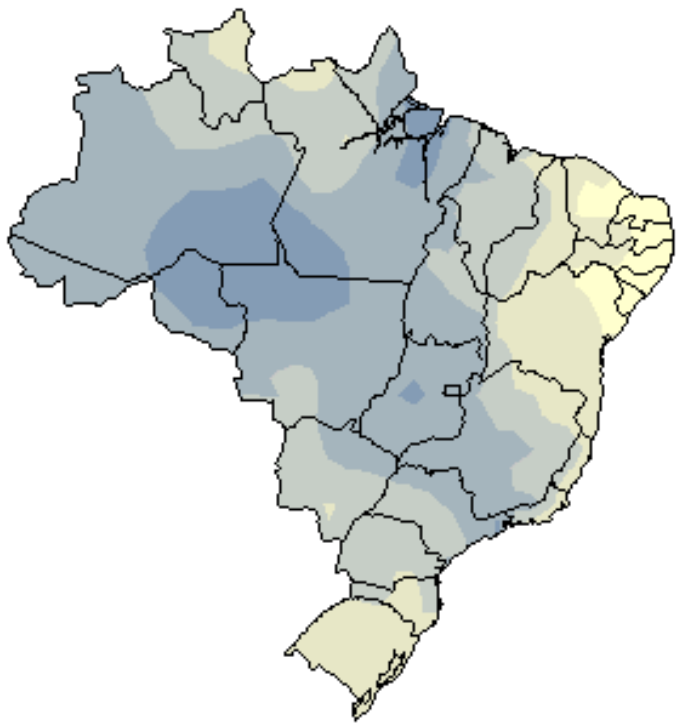


Relação entre Chuva e Temperatura no Centro Sul do Brasil



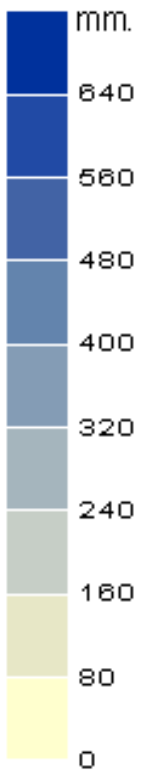
- Dados do Posto Meteorológico da ESALQ entre 12/4/2016 e 2/5/2016 www.leb.esalq.usp.br/posto

PRECIPITAÇÃO - JANEIRO



Fonte: INMET 1931/1990

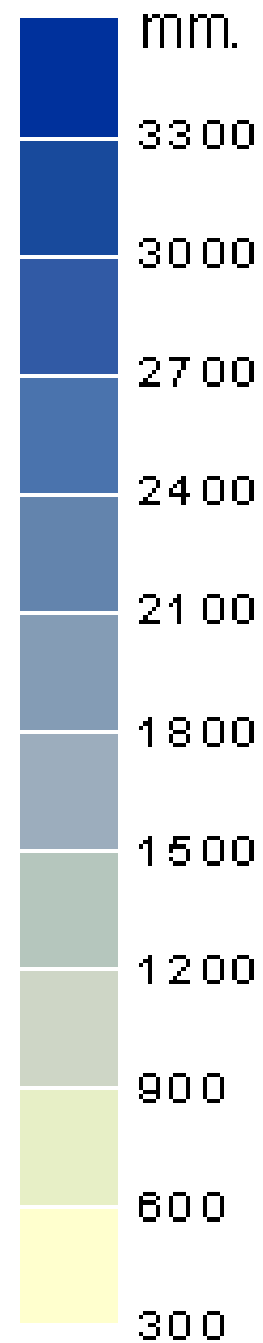
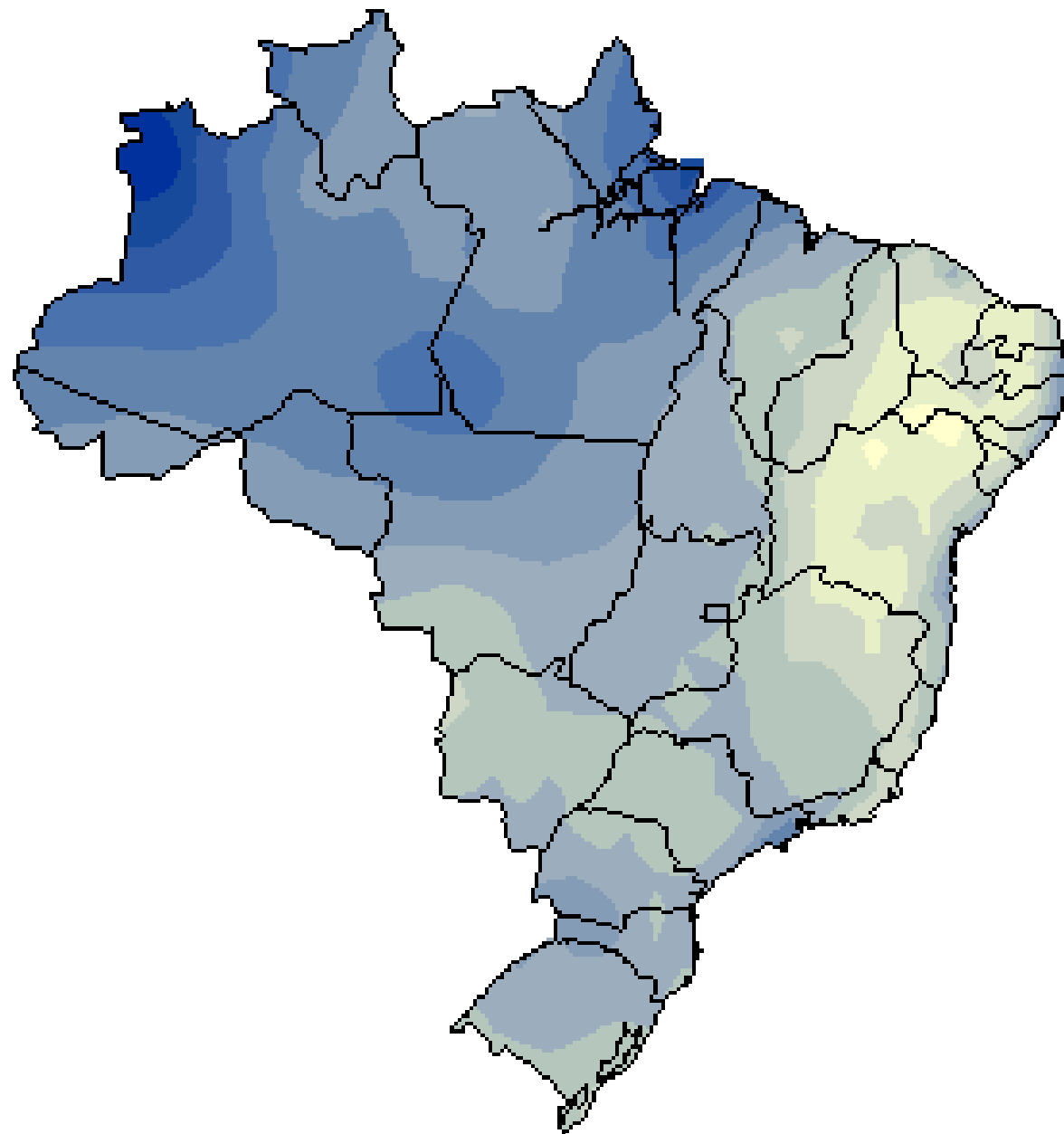
PRECIPITAÇÃO - AGOSTO



Fonte: INMET 1931/1990

Variabilidade espaço-temporal da chuva

PRECIPITAÇÃO ANUAL



Variabilidade
espaço-
temporal da
chuva



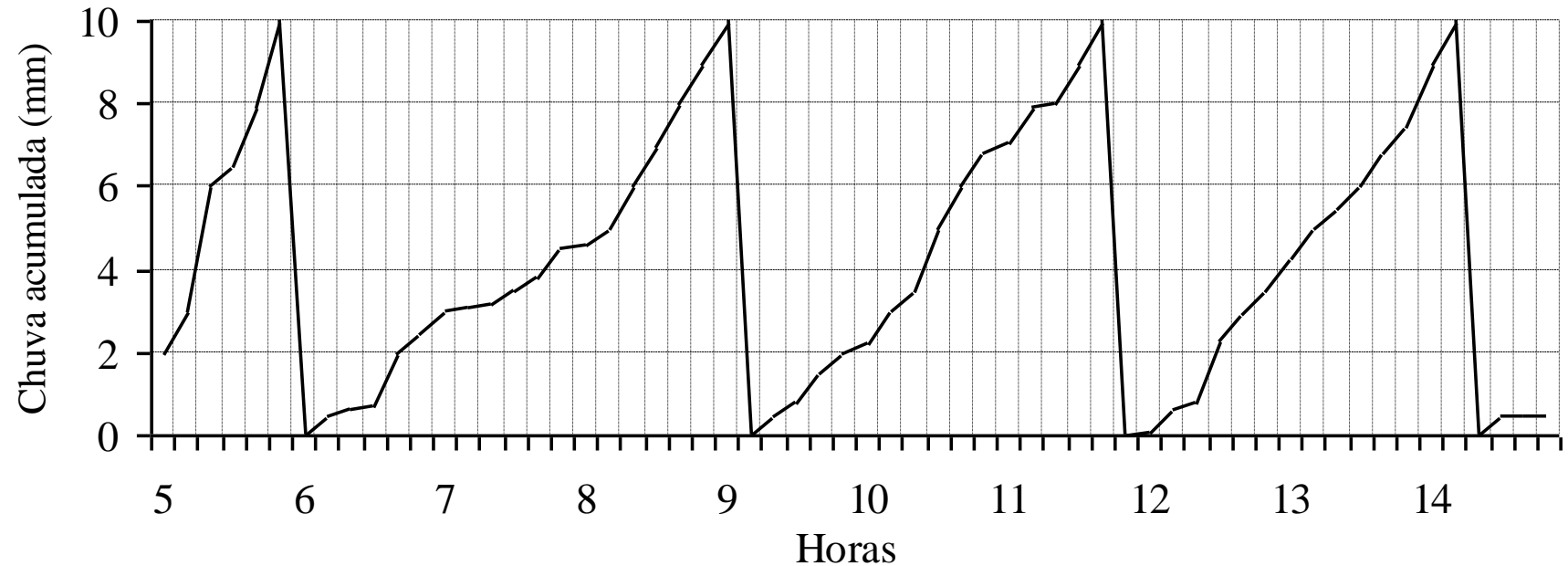
Medida da Chuva

- $h = \text{volume precipitado} / \text{área de captação}$
- $h = 1\text{L} / 1\text{m}^2 = 1.000 \text{ cm}^3 / 10.000 \text{ cm}^2 = 0,1 \text{ cm} = 1\text{mm}$

Intensidade da Chuva

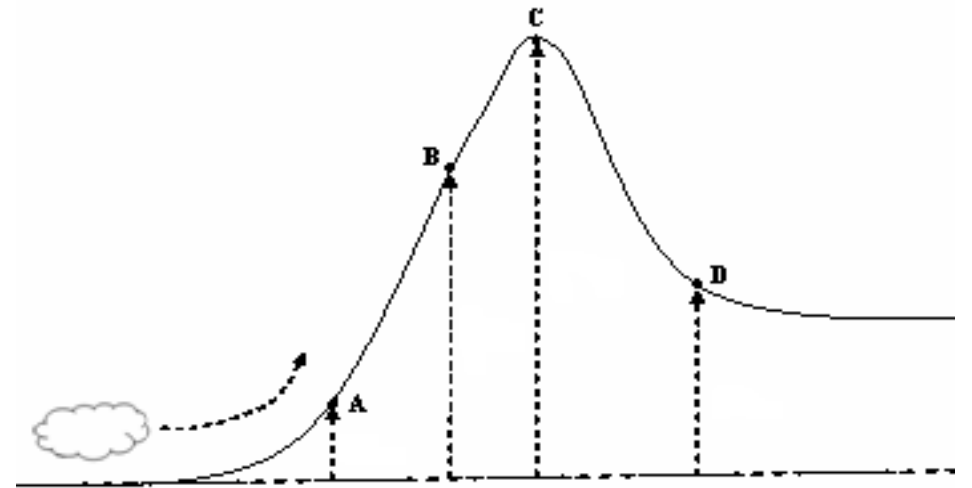
$$I = \frac{h \text{ (vol. precipitado / \acute{a}rea de capta\c{c}\~{a}o)}}{t \text{ (tempo)}}$$

$$I = \frac{h \text{ (L / m}^2\text{)}}{t \text{ (hora)}} \longrightarrow I = \frac{h \text{ (mm)}}{t \text{ (hora)}}$$



Exercício Gradiente Adiabático - 1

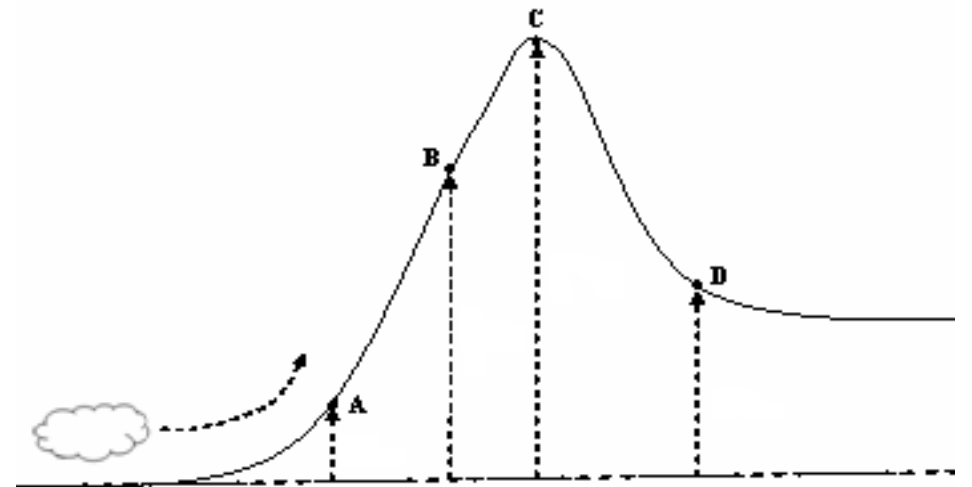
- Observe a figura abaixo e calcule a temperatura no ponto D. Admita que praticamente todo vapor foi dissipado na forma de precipitação durante a ascensão da massa de ar. No ponto A (120m), a parcela de ar em ascensão tinha temperatura de 25,1°C e umidade relativa de 61%. O ponto C tem altitude de 1830m e D tem 250m. Assuma o gradiente adiabático úmido ($GA_{Umido} = 6,5^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$), gradiente adiabático seco igual a ($GA_{Seco} = 9,8^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$) e gradiente adiabático saturado ($GA_{Sat} = 4,0^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$).



Resposta: a temperatura no ponto D é de 30,65°C

Exercício Gradiente Adiabático - 2

- Observe a figura abaixo e calcule a altitude no ponto D. Admita que praticamente todo vapor foi dissipado na forma de precipitação durante a ascensão da massa de ar. No ponto A (10m), a parcela de ar em ascensão tinha temperatura de 28,4°C e umidade relativa de 48%. O ponto C tem altitude de 2280m e D tem temperatura de 33,8°C. Assuma o gradiente adiabático úmido ($GA_{\text{Úmido}} = 6,5^\circ\text{C}/1000\text{m}$), gradiente adiabático seco igual a ($GA_{\text{Seco}} = 9,8^\circ\text{C}/1000\text{m}$) e gradiente adiabático saturado ($GA_{\text{Sat}} = 4,0^\circ\text{C}/1000\text{m}$).



Resposta: a altura do ponto D é de 328,8m

Leitura

Obrigatória:

Pereira, Angelocci, Sentelhas. Meteorologia Agrícola. Apostila. ESALQ. 2007.
Cap 8.

Disponível em

http://www.ler.esalq.usp.br/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf