

Tecnologia Espacial na Previsão do Tempo e Clima

XXIV Curso do Uso Escolar de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente

02 Dezembro 2021, 16:00-17:30

Simone M. Sievert Coelho
simone.sievert@inpe.br

Ester Regina Kazuko Ito
ester.ito@inpe.br

DISSM – Divisão de Satélites e Sensores Meteorológicos
CGCT – Coordenação Geral de Ciências da Terra
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Caminho para a previsão de tempo/clima



Como as condições da atmosfera podem influenciar nossa vida?

Exemplos da aplicação de observações e dados de modelo em algumas ocorrências meteorológicas interessantes



OMM: Nuvem de poeira chegou ao Caribe em 17/06/2020

Fonte: Nações Unidas, <https://news.un.org/pt/story/2020/06/1718282>,
acesso em 26/11/2021

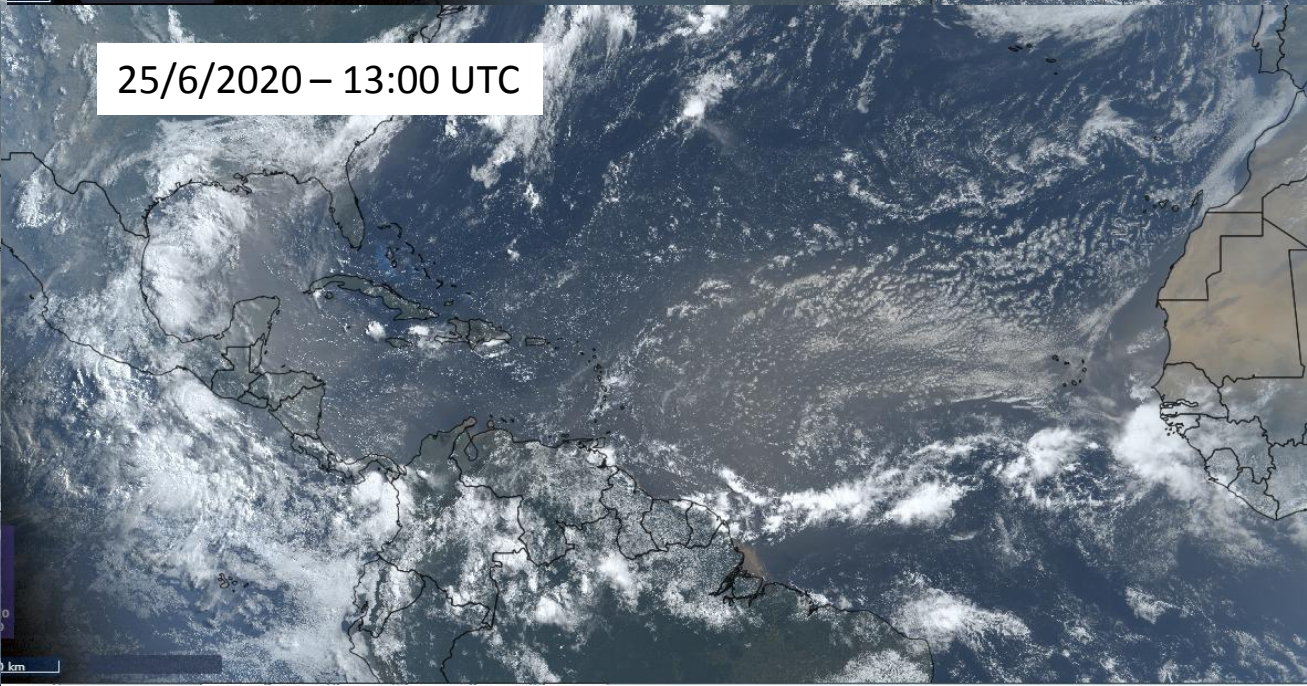
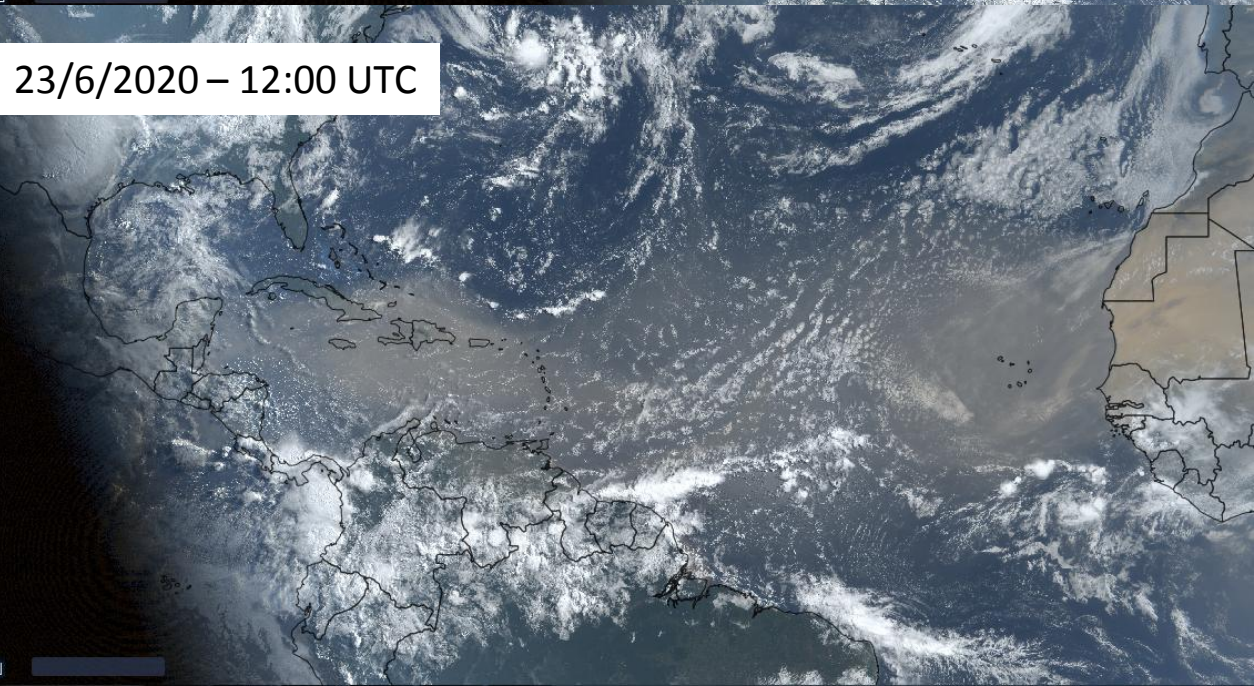
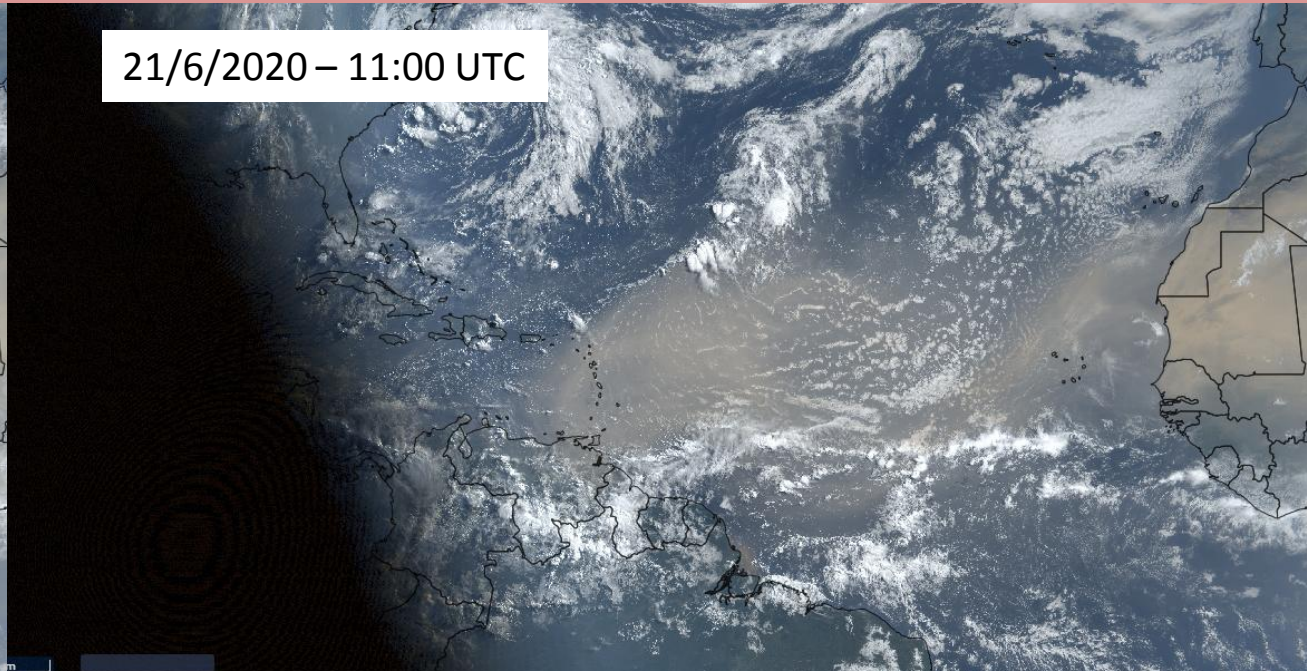
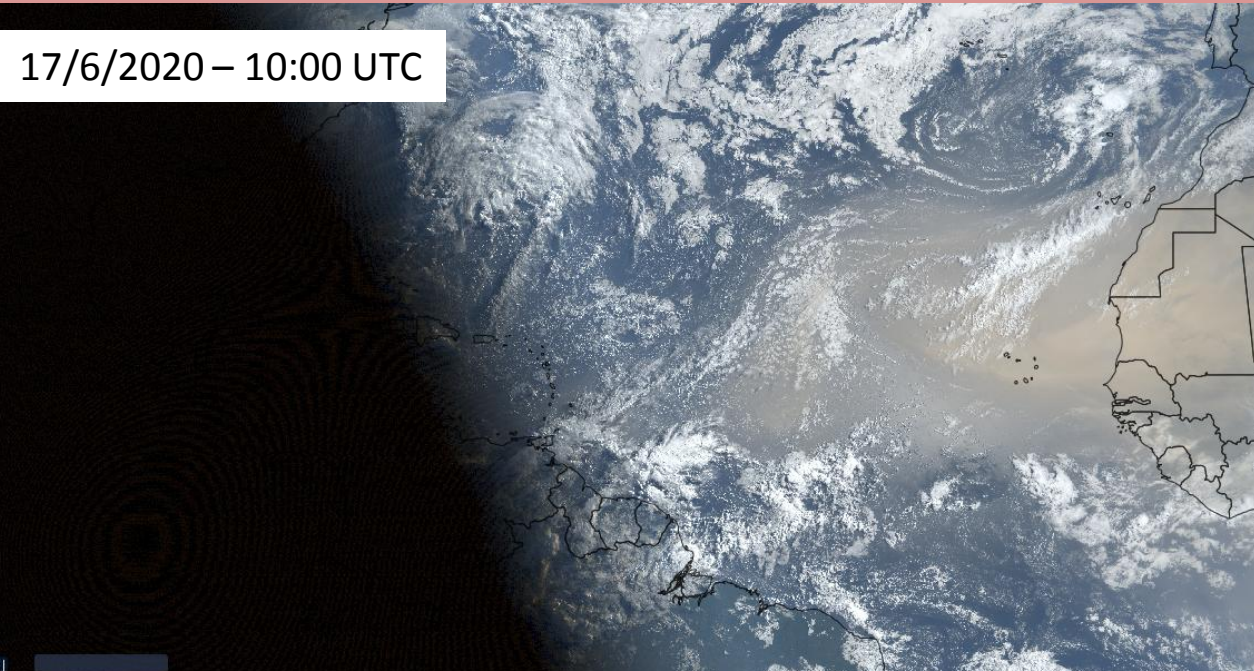


Astronaut Doug Hurley saw the 2020 Saharan dust plume from the International Space Station. He snapped and tweeted this picture, noting it was “amazing how large an area it covers!”, Credits: NASA/Doug Hurley

Fonte: https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/spinoff/Saharan_Dust_Forecasts_Minimize_Health_Risks_in_the_Caribbean, acesso em 26/11/2021

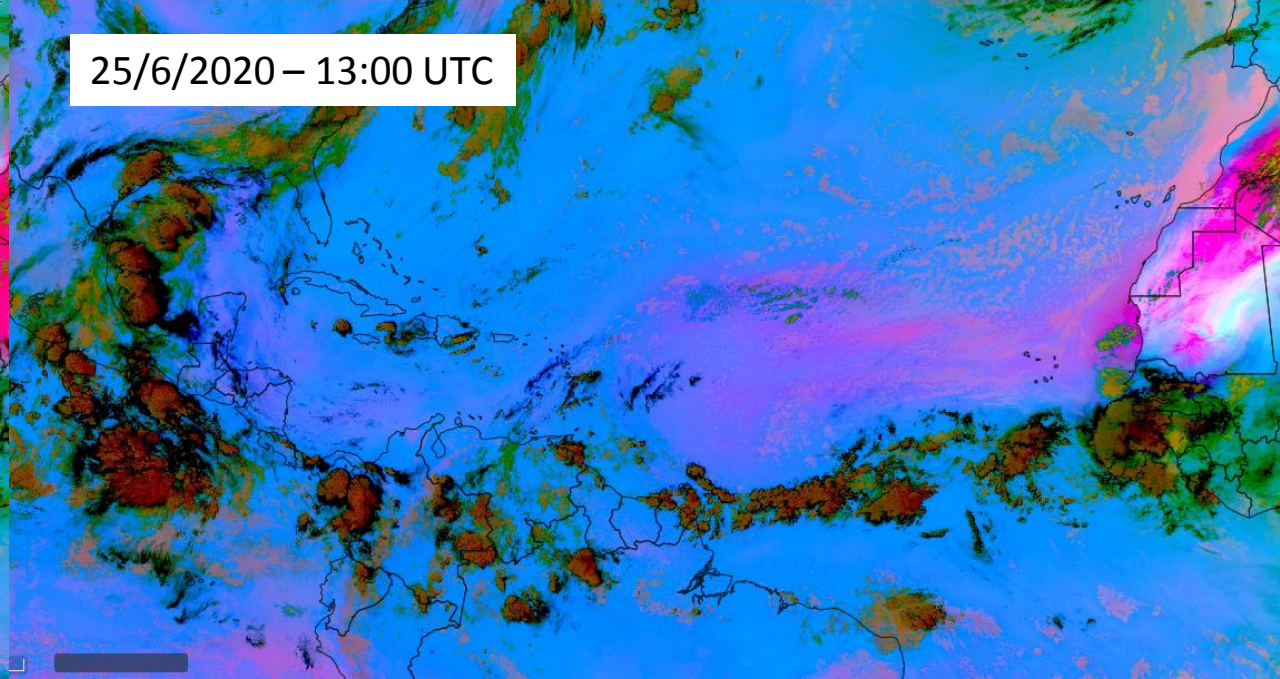
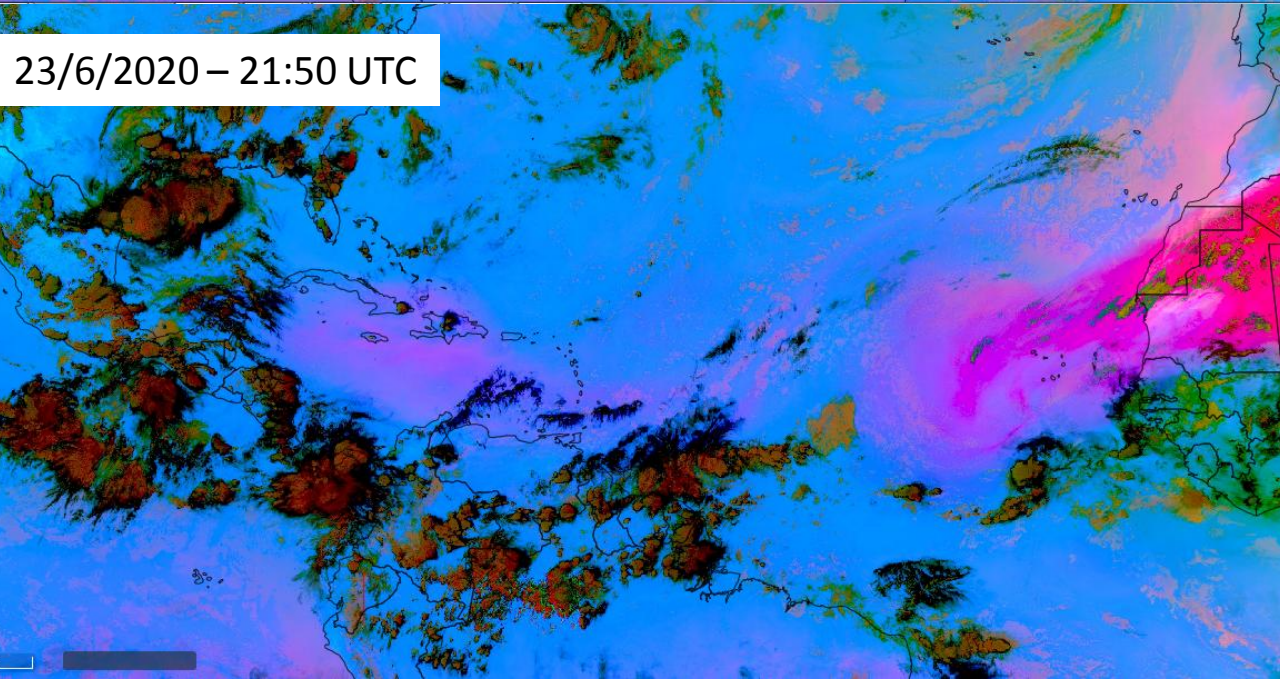
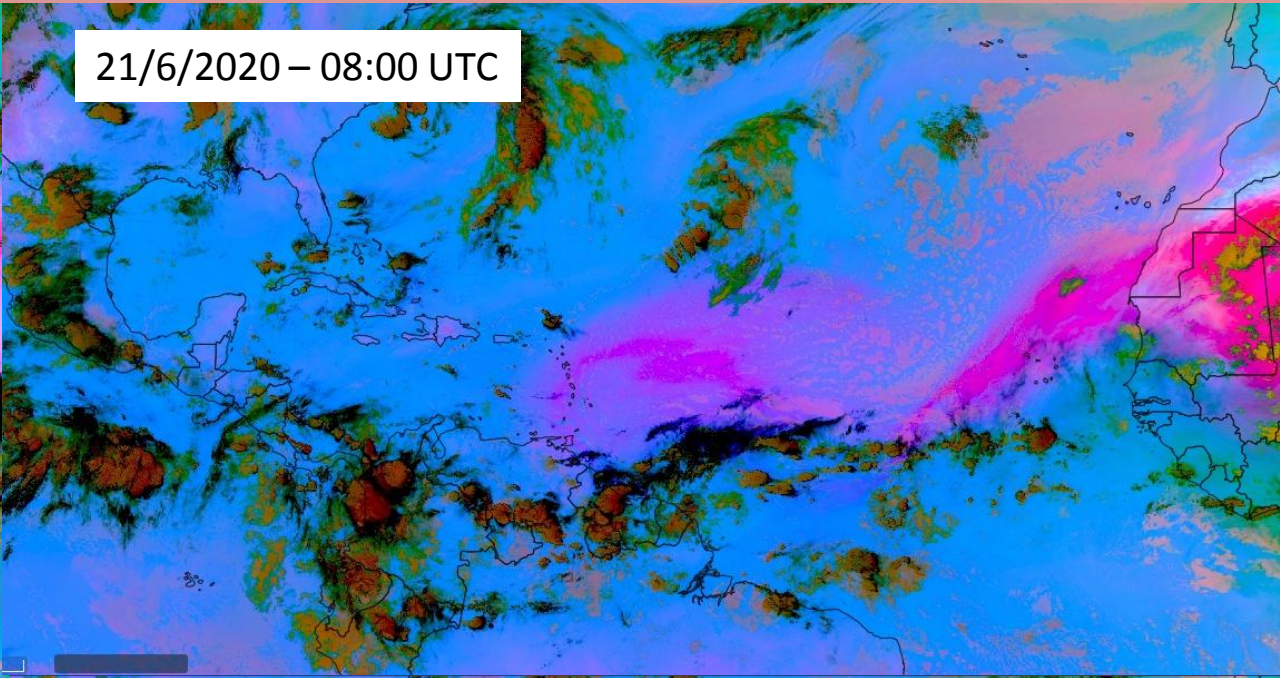
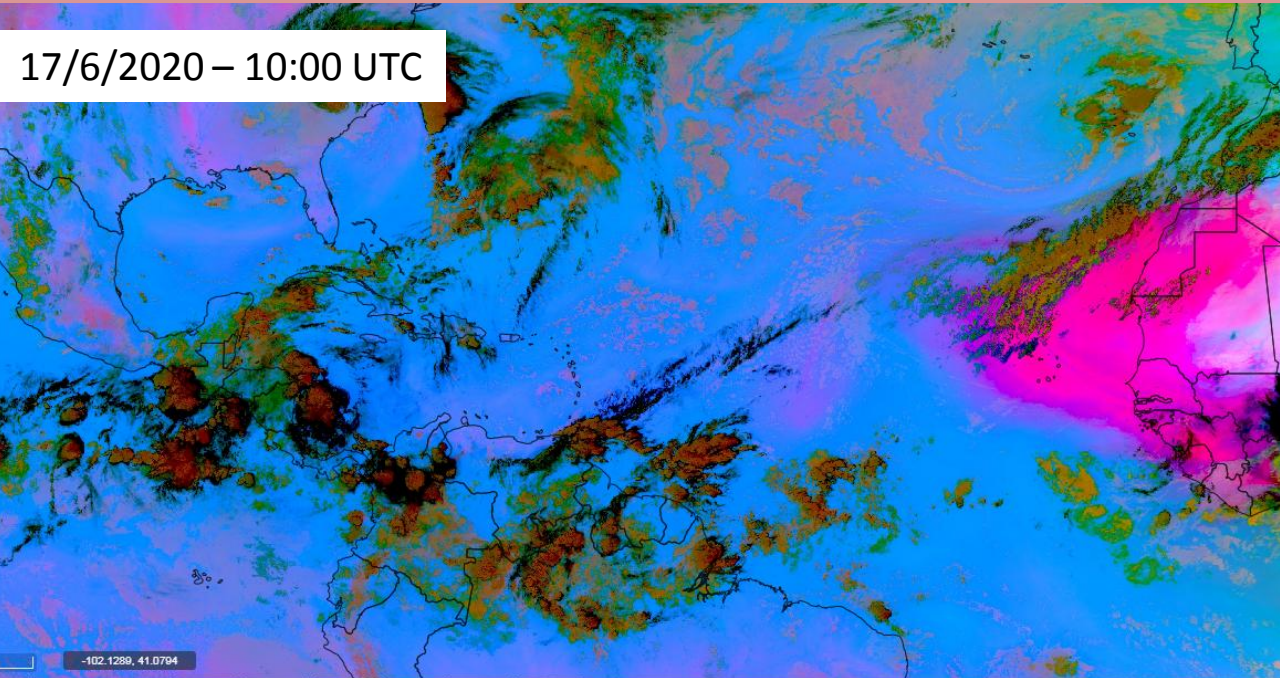
Goes 16 - RGB Natural Color True

Extraído de <http://sigma.cptec.inpe.br/>




Goes 16 - RGB Dust

Extraído de <http://sigma.cptec.inpe.br/>



Previsões numéricas de Material Particulado e Vento na atmosfera

Data | Wind + Particulate Matter < 2.5 μm @ Surface
Date | 2020-06-25 13:00 UTC \rightleftarrows Local
Source | CAMS / Copernicus / European Commission + ECMWF
Scale | 
Control | Now      Grid  HD 
Mode | Air Ocean Chem **Particulates** Space Bio
Animate | **Wind** Currents Waves
Overlay | DUex PM₁ **PM_{2.5}** PM₁₀ SO₄ex
Projection | A CE E **O** P S WB W3
about     switch to classic Português 

earth

NOTA TÉCNICA

Poeira do Saara atravessa o Atlântico norte e atinge as Américas:

Durante a segunda quinzena de junho, foi possível observar a propagação de plumas de poeira do Saara ao longo da faixa tropical do Oceano Atlântico norte. O primeiro intenso pulso começou a viagem no dia 17/06/2020 a partir do leste do Atlântico (região da Camada de Ar do Saara - CAS) em direção ao oeste, conforme representado pela área em tom amarronzado na imagem RGB Natural Color True da Figura 1. Trata-se de uma composição que utiliza canais no visível e infravermelho próximo, bandas nos quais onde melhor detecta-se a presença de aerossol em suspensão na atmosfera, tal como a poeira fina do Saara.



Figura 1 – RGB Natural Color True do satélite Goes-Leste para o dia 17/06/2020 à 10:00UTC

Em 21/06/2020 a pluma de poeira atingiu a América Central insular e o extremo norte da América do Sul (conforme mostra a Figura 2), seguindo para região de Cuba e Península de Yucatán no dia 23, Golfo do México no dia 24, e sul dos Estados Unidos no dia 25 (Figura 3). Ainda no dia 21 (Figura 2), um segundo pulso de poeira começava a viagem saindo da região da CAS em direção ao oeste, até atingir a região do Caribe e extremo norte da América do Sul após cinco dias.



Figura 2 – RGB Natural Color True do satélite Goes-Leste para o dia 21/06/2020 à 11:00UTC



Figura 3 – RGB Natural Color True do satélite Goes-Leste para o dia 25/06/2020 à 13:00UTC

Outro produto derivado da combinação de canais de satélite onde também é possível identificar a presença de poeira na atmosfera é o RGB Dust, o qual utiliza uma diferenciação de canais no infravermelho termal que distingue poeira transportada no ar das nuvens. A figura 4 mostra este produto para o dia 21, onde as duas plumas de poeira aparecem em tons de pink ou magenta, a primeira chegando à América Central insular e a Venezuela, e a segunda pluma próximo à costa africana (região do CAS).

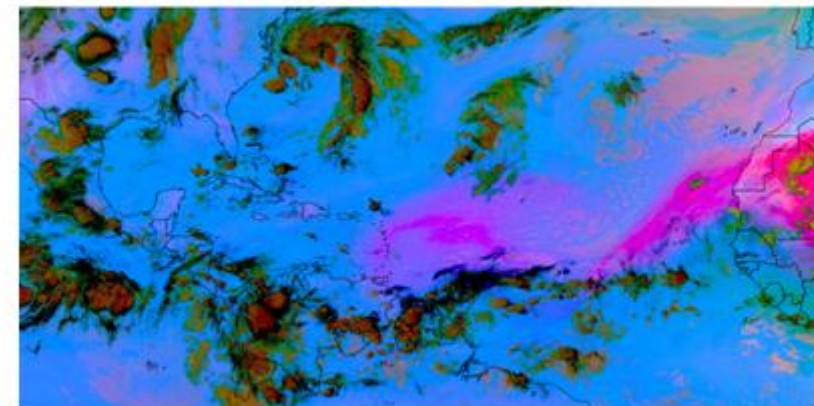


Figura 4 – RGB Dust do satélite Goes-Leste para o dia 21/06/2020 à 11:00UTC

A emissão de poeira do Saara na CAS é um evento comum e ocorre o ano todo. Já o transporte da pluma para oeste ocorre em função dos ventos alísios de leste em superfície. A camada de poeira pode estender-se até uma altura em torno de 3 a 4 km (ou até os níveis de 700hPa a 600hPa da atmosfera), onde localiza-se o núcleo do Jato Africano de Leste (região de maior velocidade), que portanto, também contribui para a propagação da pluma para oeste e ao longo do Oceano Atlântico tropical norte. Eventualmente a pluma de poeira pode atravessar o oceano até atingir as Américas, e isto ocorre, sobretudo, no verão do hemisfério norte, quando a Alta Subtropical do Atlântico Norte desloca-se para norte e os ventos alísios ficam mais intensos.

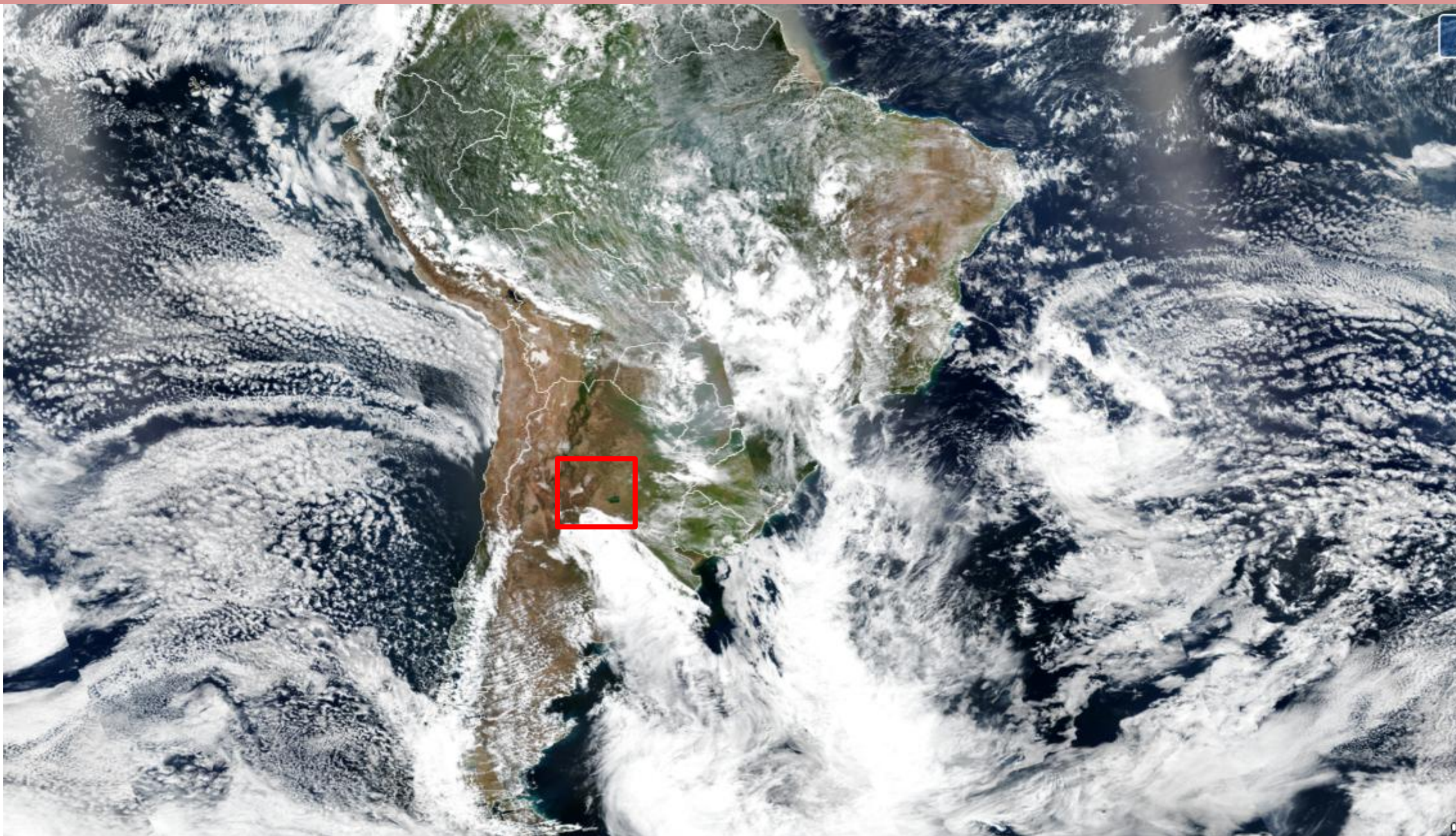
Composta por partículas com tamanho menor que 10 a 2,5 micra chegando até a ordem de 1 micron (1 micron equivale a 1×10^{-6} metro ou a milésima parte do milímetro), a pluma de poeira reduz a visibilidade na camada mais baixa da troposfera até a superfície, e pode trazer desconforto às pessoas mais sensíveis ou com redução da capacidade respiratória. Por outro lado, o transporte de material particulado da poeira do Saara tem papel importante no processo de formação das precipitações na região Amazônica, bem como sedimentação de nutrientes no solo.

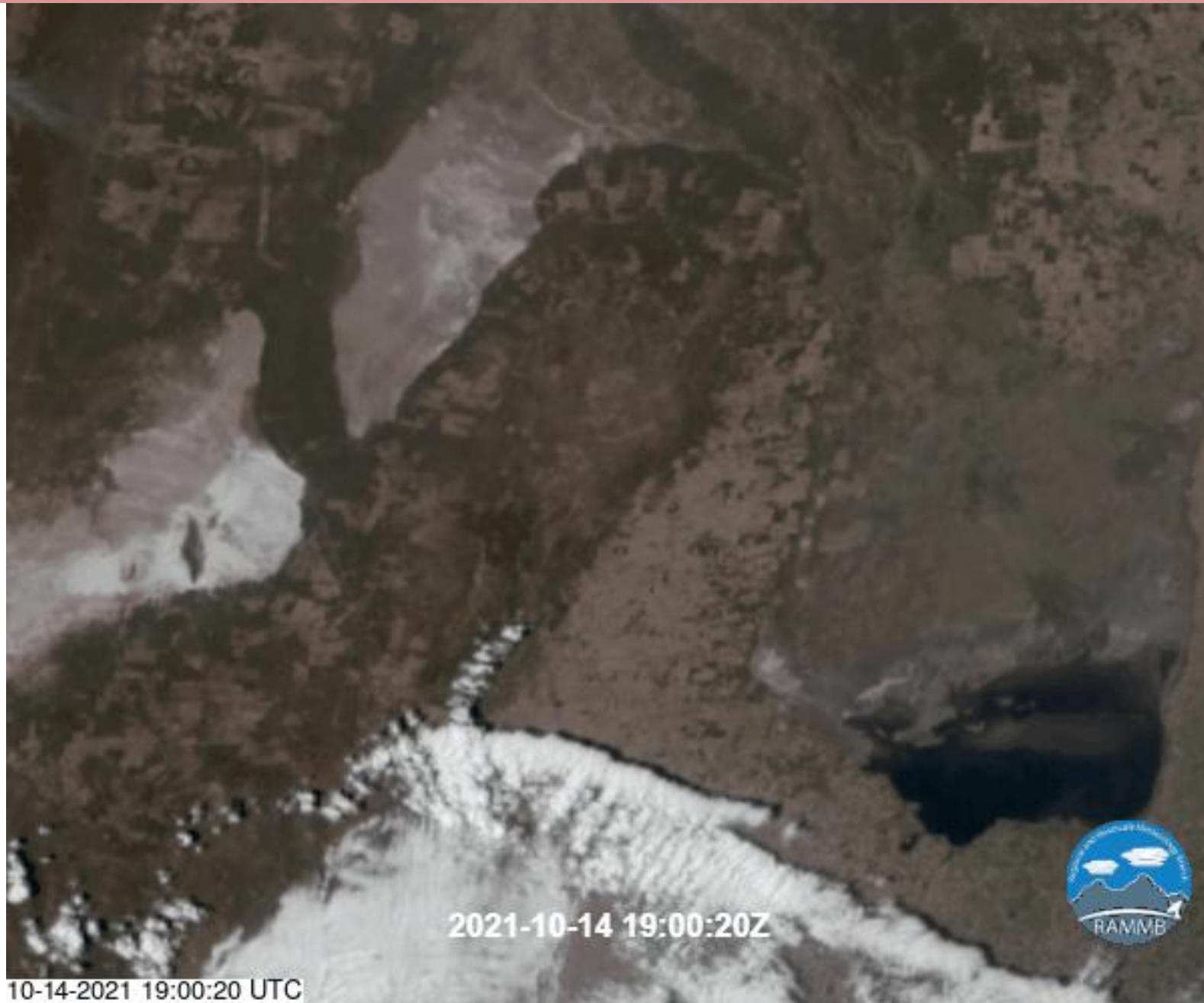
Publicado em 29/06/2020

DIDSA/CPTEC/INPE

Recentemente em Córdoba / Argentina

14/10/2021





2021-10-14 19:00:20Z



10-14-2021 19:00:20 UTC

Aeroporto de CORDOBA/Argentina – 14/10/2021 às 17:00-23:00 UTC

14/10/2021 17:00 METAR COR SACO 141700Z 06015KT 020V080 9999 FEW030 FEW045CB 28/12 Q1003 NOSIG RMK CB OBS TO S=
14/10/2021 18:00 METAR SACO 141800Z 09012KT 040V140 8000 SCT030 FEW045CB 28/11 Q1004 BECMG 18030G40KT 5000 **BLDU**
BKN030 FEW040CB=
14/10/2021 18:00 SPECI SACO 141802Z 16022**G47KT** 120V190 2000 **DS DU** FEW048 22/09 Q1006 NOSIG=
14/10/2021 18:00 SPECI COR SACO 141802Z 16022**G47KT** 190V120 2000 **DS DU** FEW048 22/09 Q1006 NOSIG=
14/10/2021 18:00 SPECI SACO 141811Z 19041**G55KT** 2000 **BLDU** BKN030 FEW045CB 17/09 Q1007 NOSIG=
14/10/2021 18:00 SPECI COR SACO 141811Z 19041**G55KT** 2000 **BLDU** BKN030 FEW045CB 17/09 Q1007 NOSIG=
14/10/2021 18:00 SPECI SACO 141841Z 19038**G50KT** 5000 **BLDU** OVC023 FEW050CB 15/08 Q1009 NOSIG=
14/10/2021 19:00 METAR COR SACO 141900Z 19036**G47KT** 5000 **BLDU** OVC023 FEW050CB 14/08 Q1010 NOSIG=
14/10/2021 20:00 METAR SACO 142000Z 18024**G36KT** 5000 **BLDU** OVC022 12/07 Q1012 NOSIG=
14/10/2021 20:00 SPECI SACO 142027Z 18023KT 9999 OVC020 12/07 Q1012 NOSIG=
14/10/2021 21:00 METAR SACO 142100Z 18025KT 9999 OVC018 11/07 Q1013 NOSIG=
14/10/2021 22:00 METAR SACO 142200Z 19024KT 9999 FEW018 BKN048 10/04 Q1014 NOSIG=
14/10/2021 23:00 METAR SACO 142300Z 20019KT CAVOK 10/02 Q1016 BECMG 6000 **-TSRA** BKN015 FEW040CB OVC050=
14/10/2021 23:00 SPECI SACO 142348Z 21012KT 9000 **-RA** BKN048 FEW050CB 11/03 Q1018 NOSIG RMK CB OBS TO NW=
14/10/2021 23:00 SPECI COR SACO 142348Z 21012KT 9000 **-RA** BKN048 FEW050CB 11/03 Q1018 NOSIG RMK CB OBS TO NW=
14/10/2021 23:00 SPECI COR SACO 142348Z 21012KT 9000 **-RA** BKN048 FEW050CB 11/03 Q1018 NOSIG=
14/10/2021 23:00 SPECI SACO 142353Z 22012KT 9000 **-TSRA** BKN048 FEW050CB 10/03 Q1018 NOSIG=
14/10/2021 23:00 SPECI COR SACO 142353Z 22012KT 9000 **-TSRA** BKN048 FEW050CB

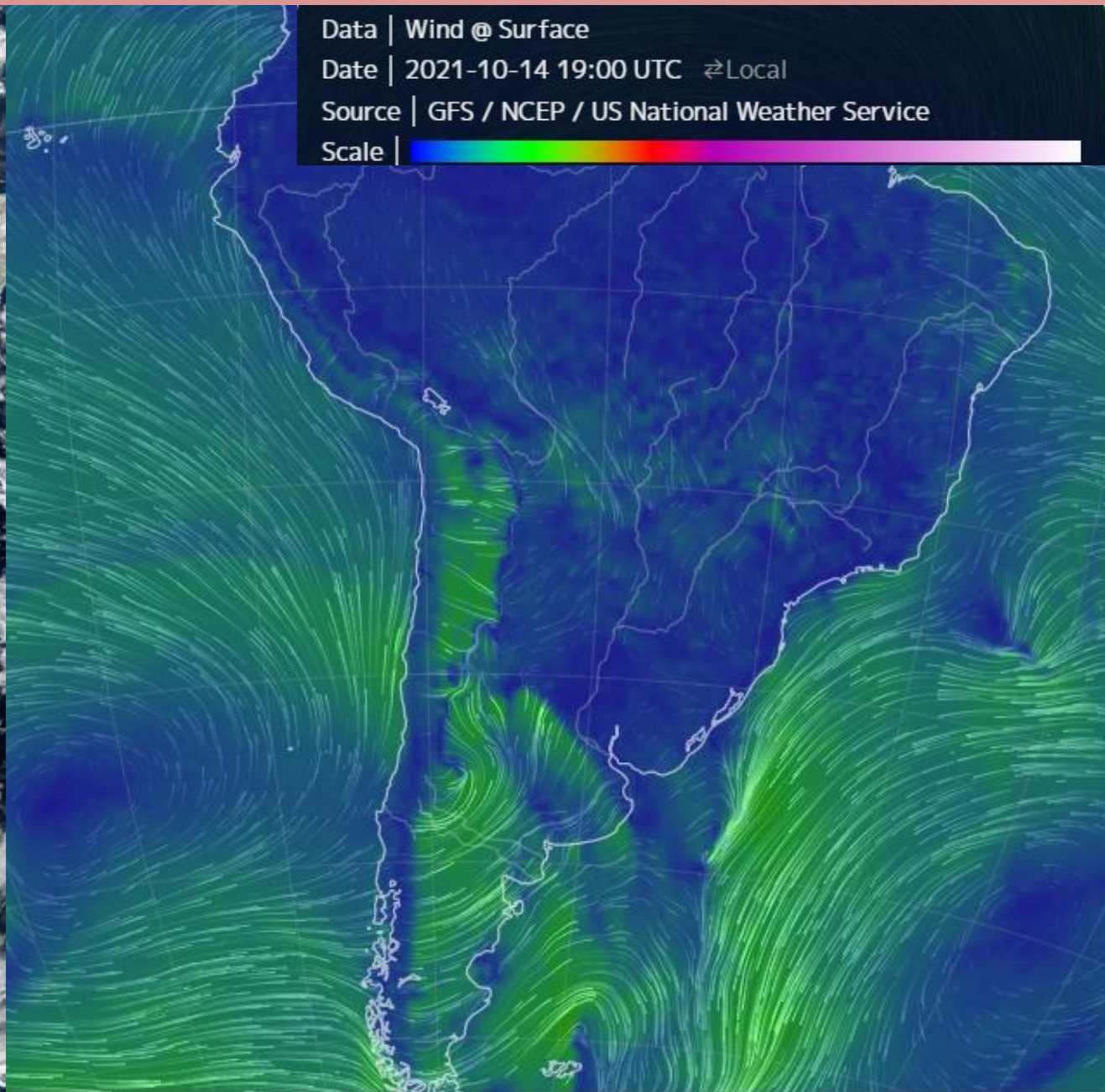


100 Km/h
TS.poeira

Suomi NPP/JPSS RGB True Color + focos de calor – 14/10/2021



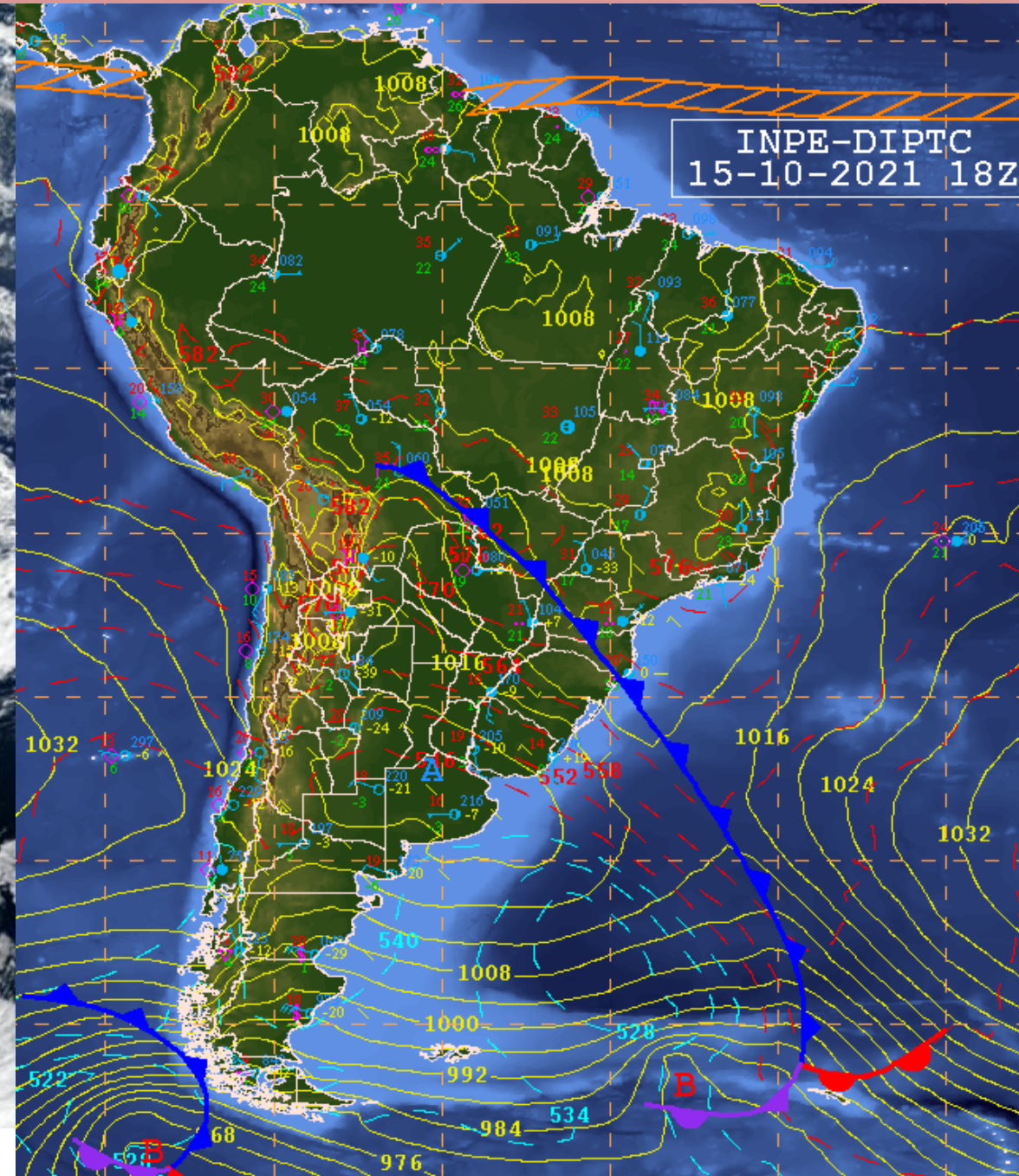
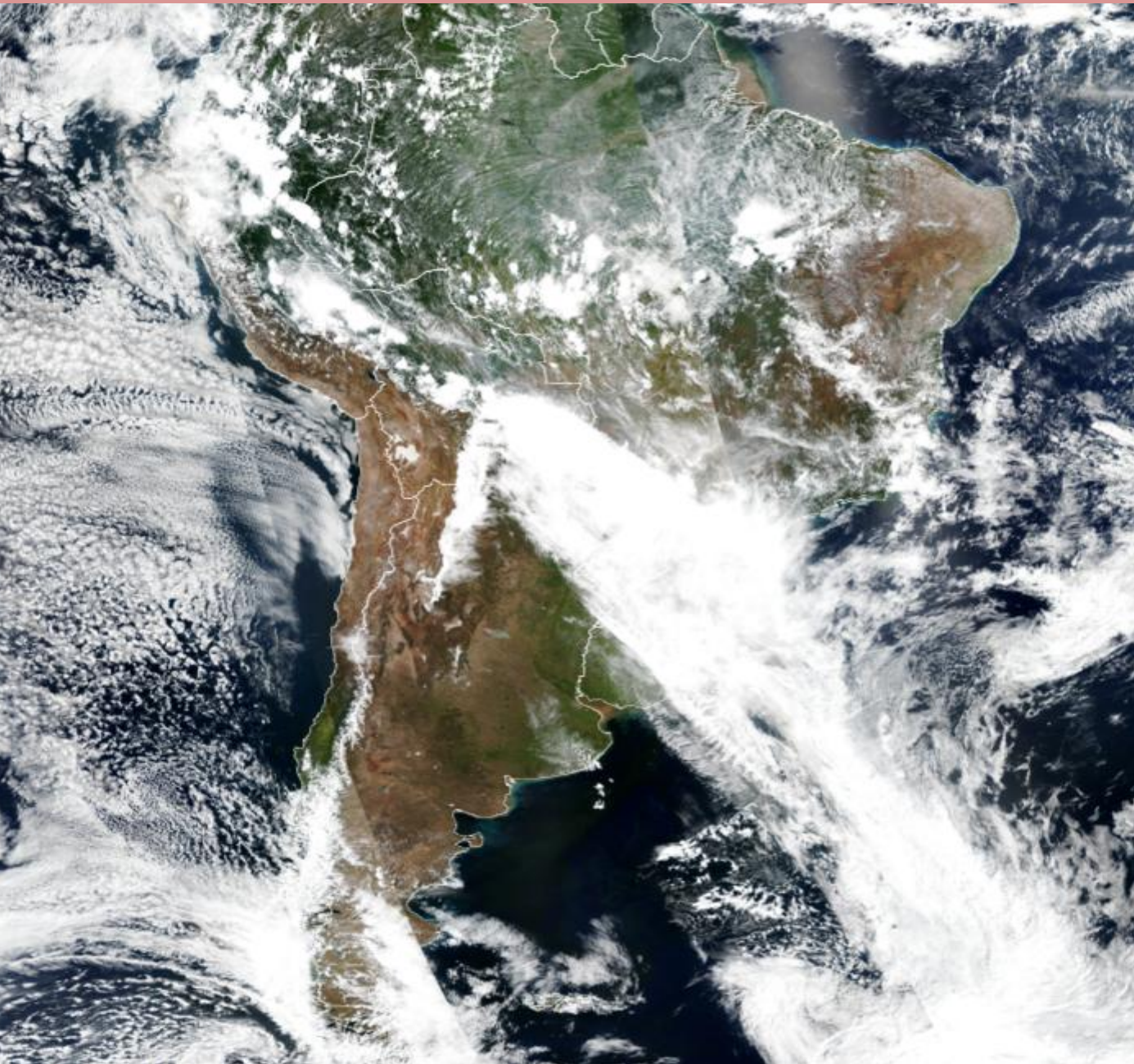
Suomi NPP/JPSS RGB True Color /focos de calor + Modelo Meteorológico – 14/10/2021



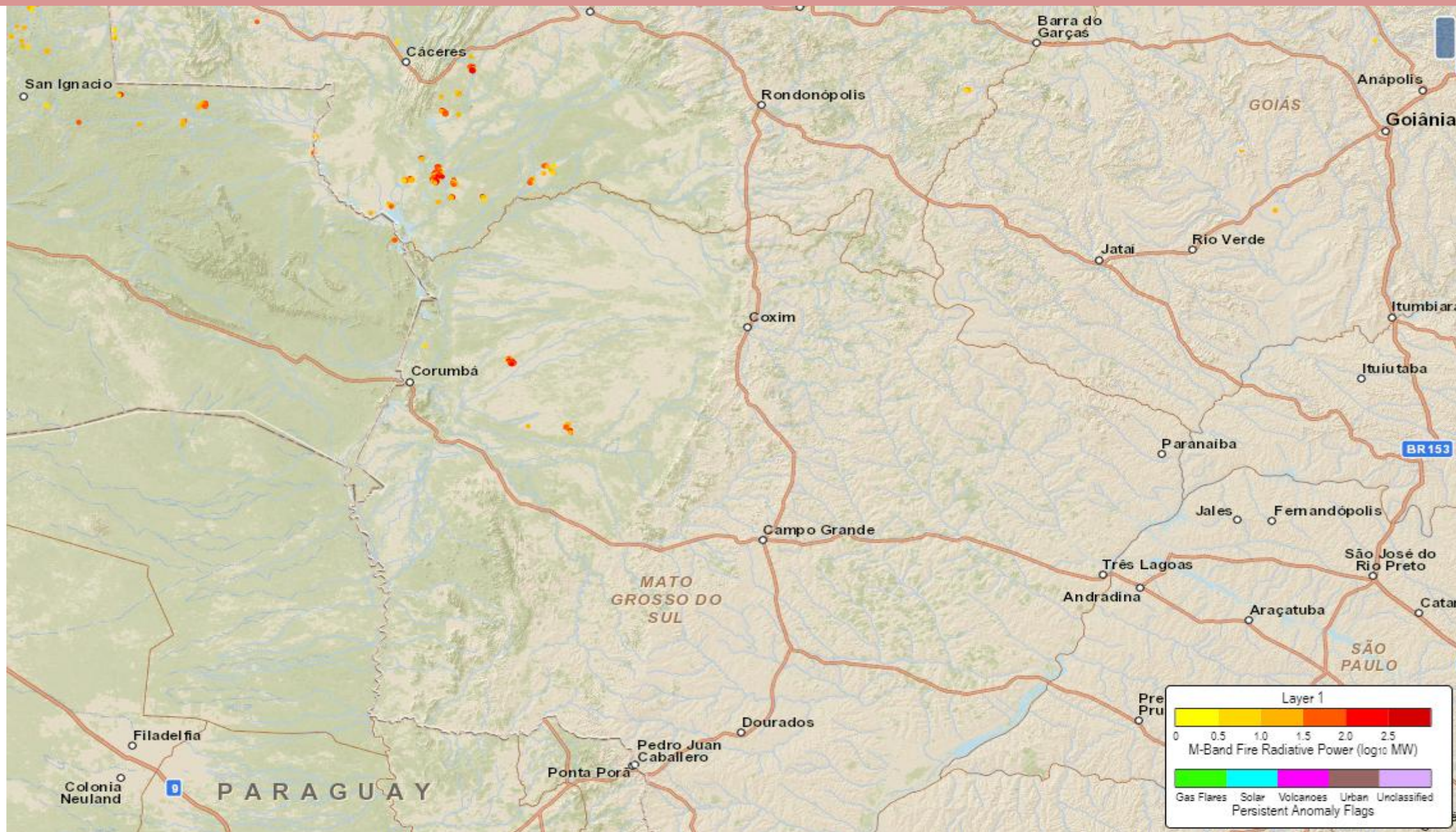
Data | Wind @ Surface
Date | 2021-10-14 19:00 UTC ⇌ Local
Source | GFS / NCEP / US National Weather Service
Scale | 

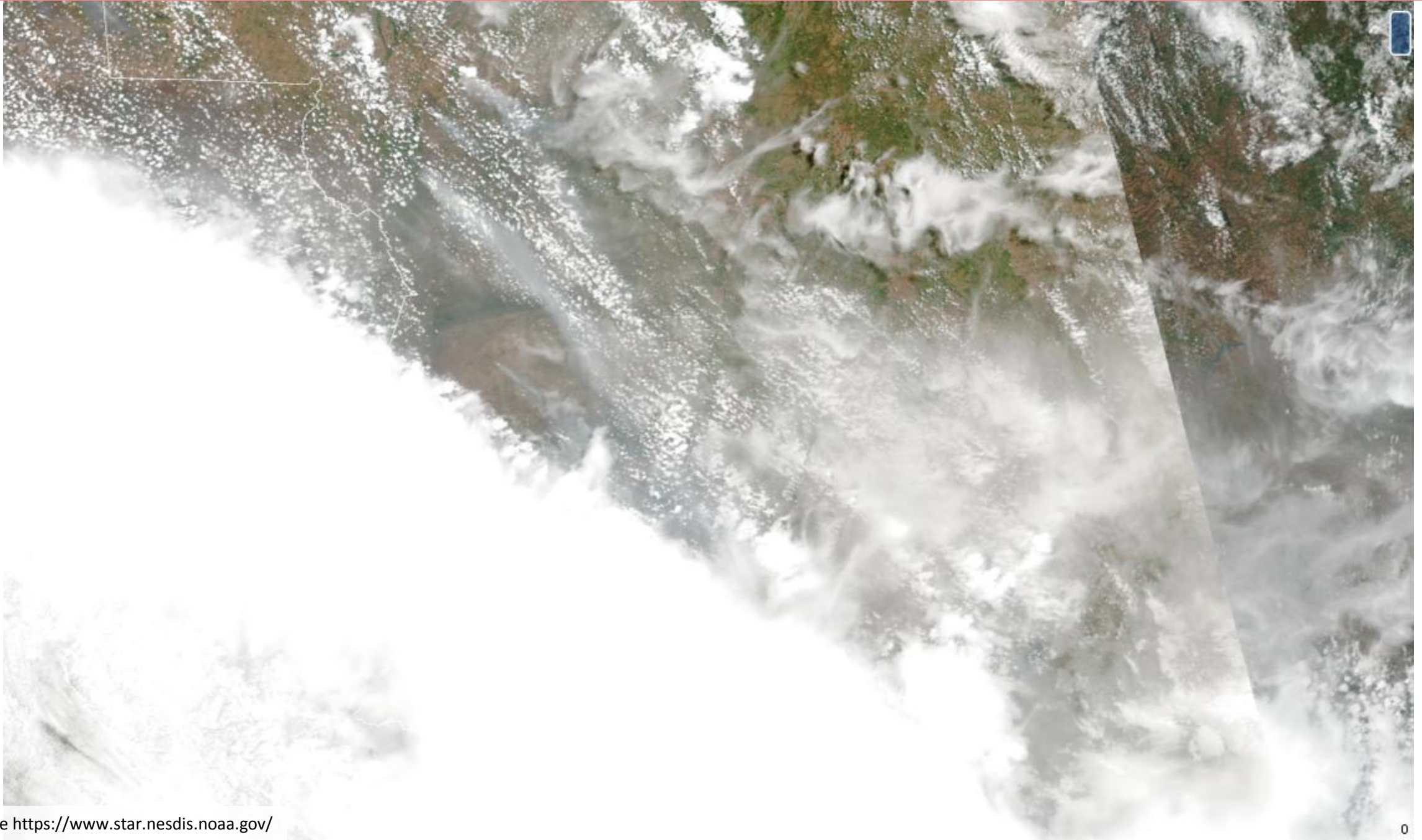
No dia seguinte, no Mato Grosso do Sul

Suomi NPP/JPSS RGB True Color + Dados de superfície – 15/10/2021

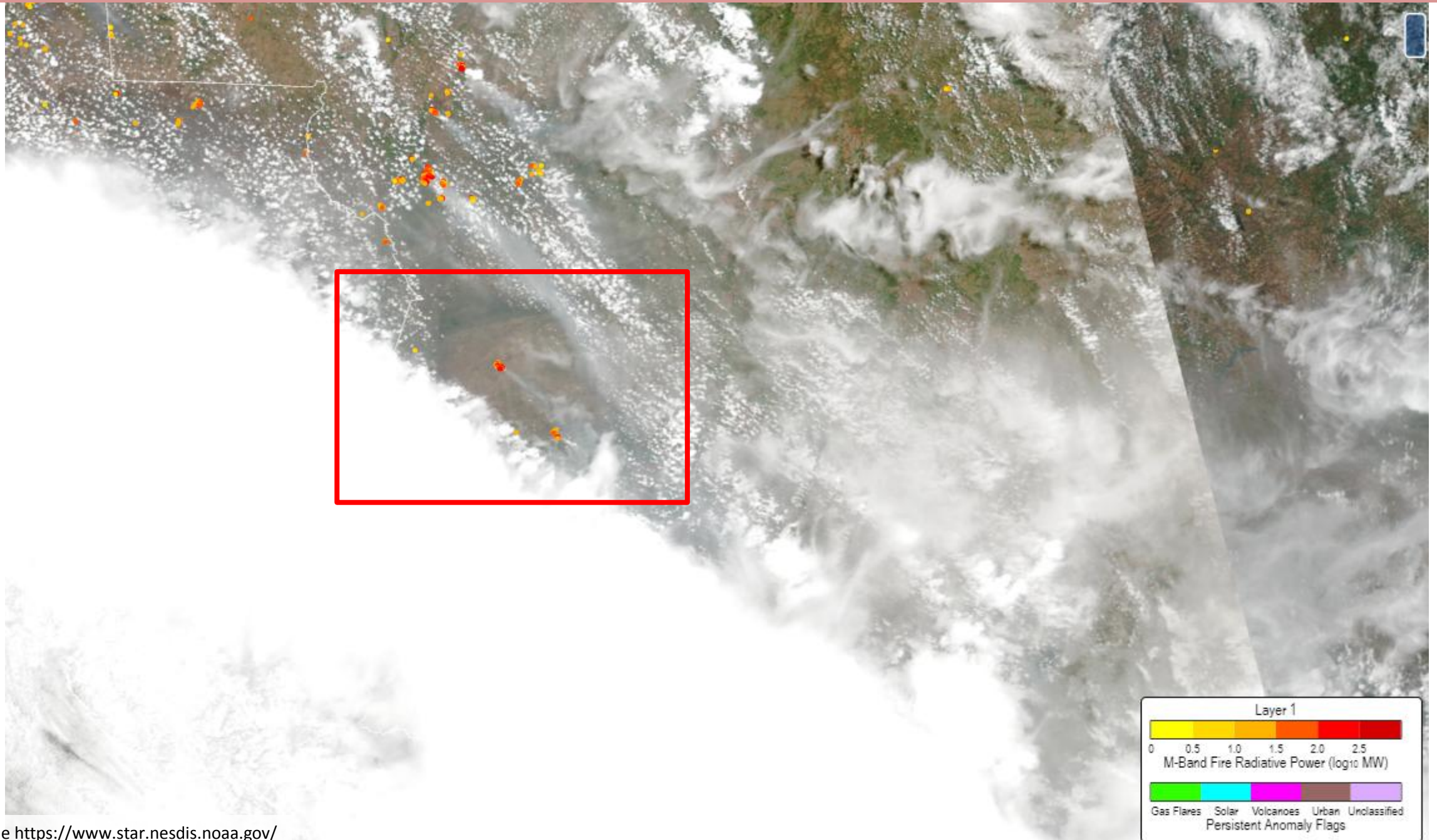


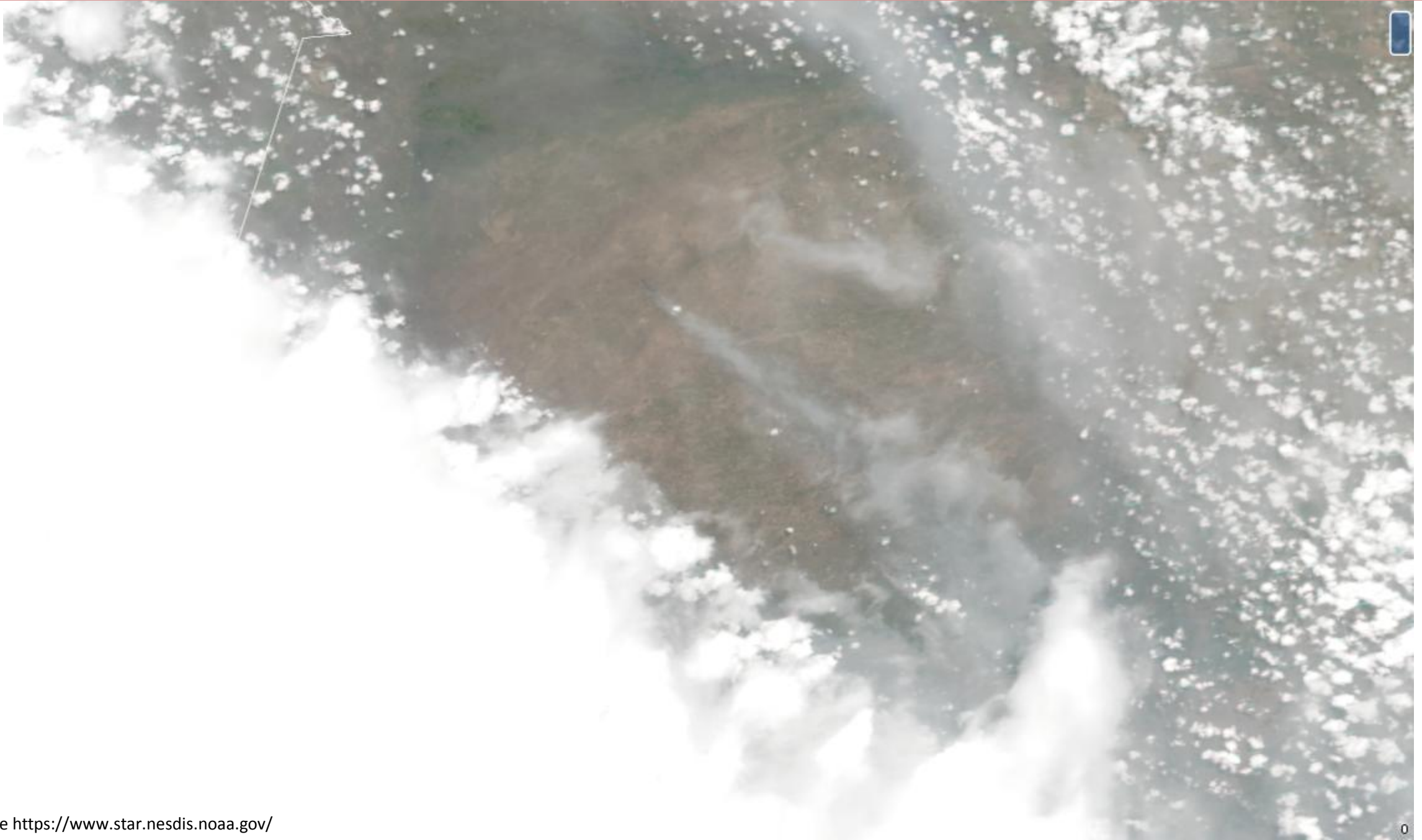
Mapa Mato Grosso do Sul e região + Focos de Calor Suomi NPP/JPSS – 15/10/2021



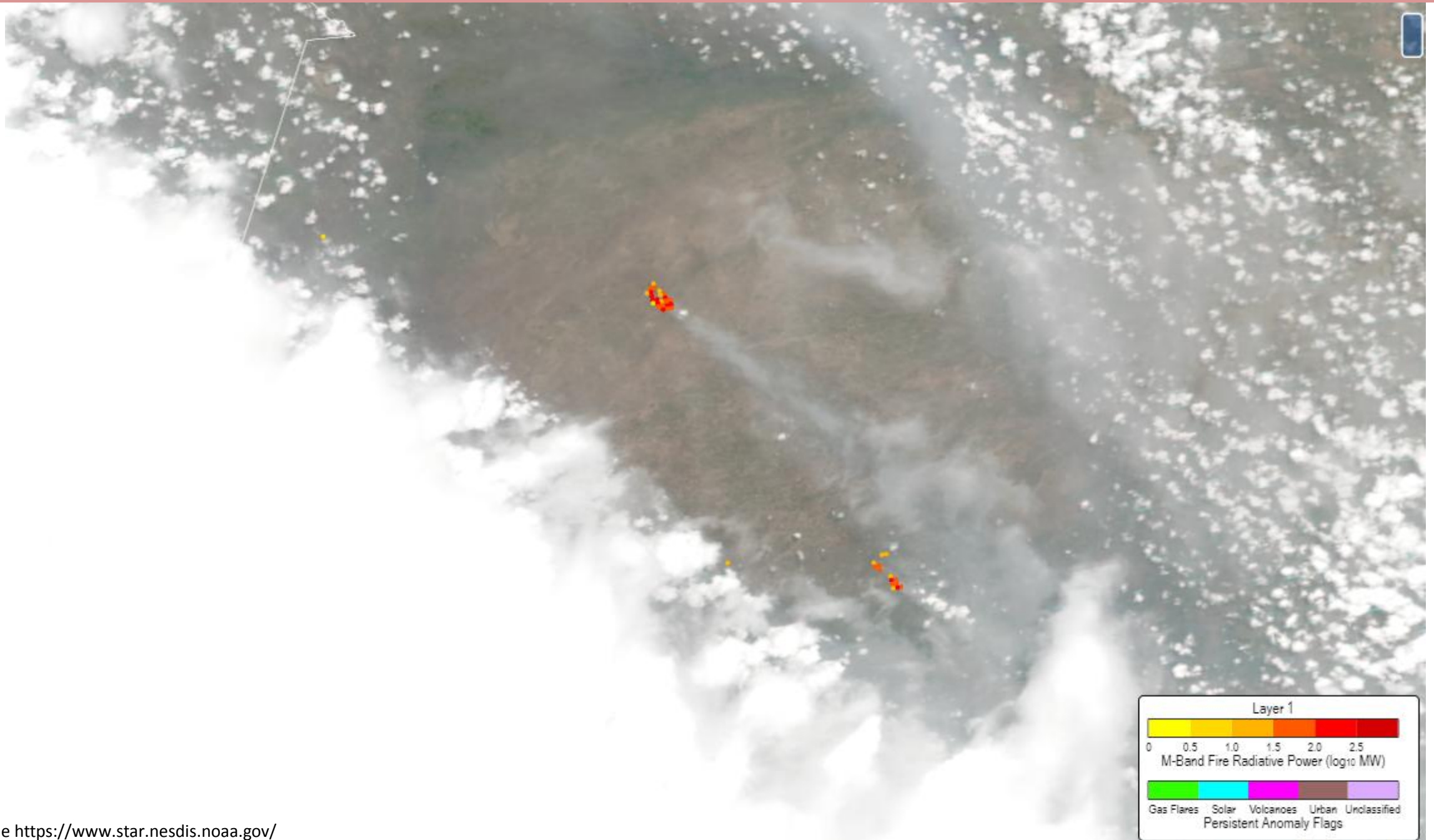


Suomi NPP/JPSS RGB True Color + Focos de Calor – 15/10/2021





Suomi NPP/JPSS RGB True Color + Focos de Calor – 15/10/2021



Aeroportos de CORUMBÁ e CAMPO GRANDE/MS – 15/10/2021 às 11:00-22:00 UTC

CORUMBÁ/MS

15/10/2021 11:00 **METAR SBCR 151100Z 06003KT 350V130 5000 FU NSC 28/22 Q1007=**

15/10/2021 12:00 METAR SBCR 151200Z 35008KT 310V020 CAVOK 32/22 Q1008=

15/10/2021 13:00 **METAR SBCR 151300Z 33014G24KT 310V010 5000 FU NSC 34/21 Q1008=**

15/10/2021 14:00 **METAR SBCR 151400Z 31014KT 280V340 5000 FU NSC 35/21 Q1007=**

15/10/2021 15:00 METAR SBCR 151500Z 31014G24KT 270V350 7000 NSC 37/21 Q1007=

15/10/2021 17:00 SPECI SBCR 151746Z 23016G27KT 240V320 1000 TSRA SCT040 FEW045CB BKN080 34/21 Q1006=

15/10/2021 18:00 METAR SBCR 151800Z 20017G31KT 150V230 6000 -TSRA SCT035 FEW040CB BKN080 27/22 Q1005 RERA=

15/10/2021 18:00 SPECI SBCR 151832Z 20021G37KT 160V240 5000 -RA FEW015 FEW035TCU SCT060 BKN080 24/22 Q1006 RETS=

15/10/2021 18:00 SPECI SBCR 151846Z 21022G34KT 170V240 5000 -TSRA FEW010 FEW030CB BKN080 24/22 Q1007 RERA=

15/10/2021 19:00 METAR SBCR 151900Z 21024G37KT 5000 -TSRA FEW008 FEW030CB SCT055 BKN080 23/22 Q1007=

15/10/2021 20:00 METAR SBCR 152000Z 21020G33KT 5000 -TSRA FEW007 FEW030CB BKN070 23/21 Q1008=

15/10/2021 20:00 SPECI SBCR 152038Z 23019G30KT 5000 -TSRA BR BKN007 FEW030CB BKN080 23/21 Q1010=

15/10/2021 21:00 METAR SBCR 152100Z 23013G23KT 200V270 5000 -TSRA BR SCT008 FEW030CB OVC070 23/21 Q1010=



45 Km/h
Fumaça

CAMPO GRANDE/MS

15/10/2021 18:00 SPECI SBCG 151806Z 30015KT 270V330 7000 TS BKN045 FEW050CB 33/20 Q1008=

15/10/2021 18:00 **SPECI SBCG 151849Z 20029G46KT 170V260 0100 DU VV008 25/16 Q1011 RETS=**

15/10/2021 18:00 **SPECI COR SBCG 151849Z 20029G46KT 170V260 1000 DU VV008 25/16 Q1011 RETS=**

15/10/2021 19:00 **METAR COR SBCG 151900Z 18030G51KT 150V230 0800 R06/P2000N R24/P2000N DU VV008 22/16 Q1011 RETS=**

15/10/2021 19:00 SPECI SBCG 151920Z 17023G36KT 4000 TSRA BKN008 BKN020 FEW050CB 18/17 Q1013=

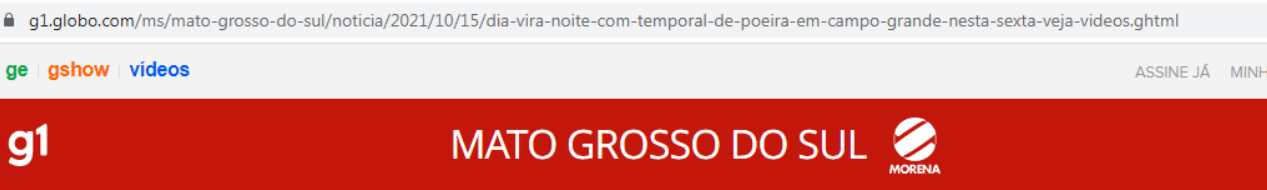
15/10/2021 20:00 METAR SBCG 152000Z 17020G30KT 9999 -TSRA BKN008 BKN011 FEW050CB 19/17 Q1012 RERA WS R24=

15/10/2021 21:00 METAR SBCG 152100Z 16016KT 120V180 9999 VCTS BKN011 SCT045 FEW050CB 19/17 Q1013 RETS WS R24=

15/10/2021 22:00 METAR SBCG 152200Z 14010KT 9000 -RA VCTS BKN013 BKN045 FEW050CB 19/17 Q1013=



95 Km/h
Poeira



Dia 'vira noite' com temporal de poeira que encobriu várias cidades em MS; veja vídeos e fotos

Outras cidades do estado também sofreram com a chuva e o vendaval. A poeira cobriu cidades e provocou acidentes de trânsito e destelhamentos nos municípios.

Por José Câmara, João Pedro Godoy, Débora Ricalde e Anderson Viegas, g1 MS

15/10/2021 16h25 · Atualizado há um mês



Fonte: G1 Morena



Fonte: Exame.



Foto: Instituto Homem Pantaneiro – IHP
Extraído do site BBC News, acesso em 26/11/2021

Tempestade de poeira e fumaça 15/10/2021

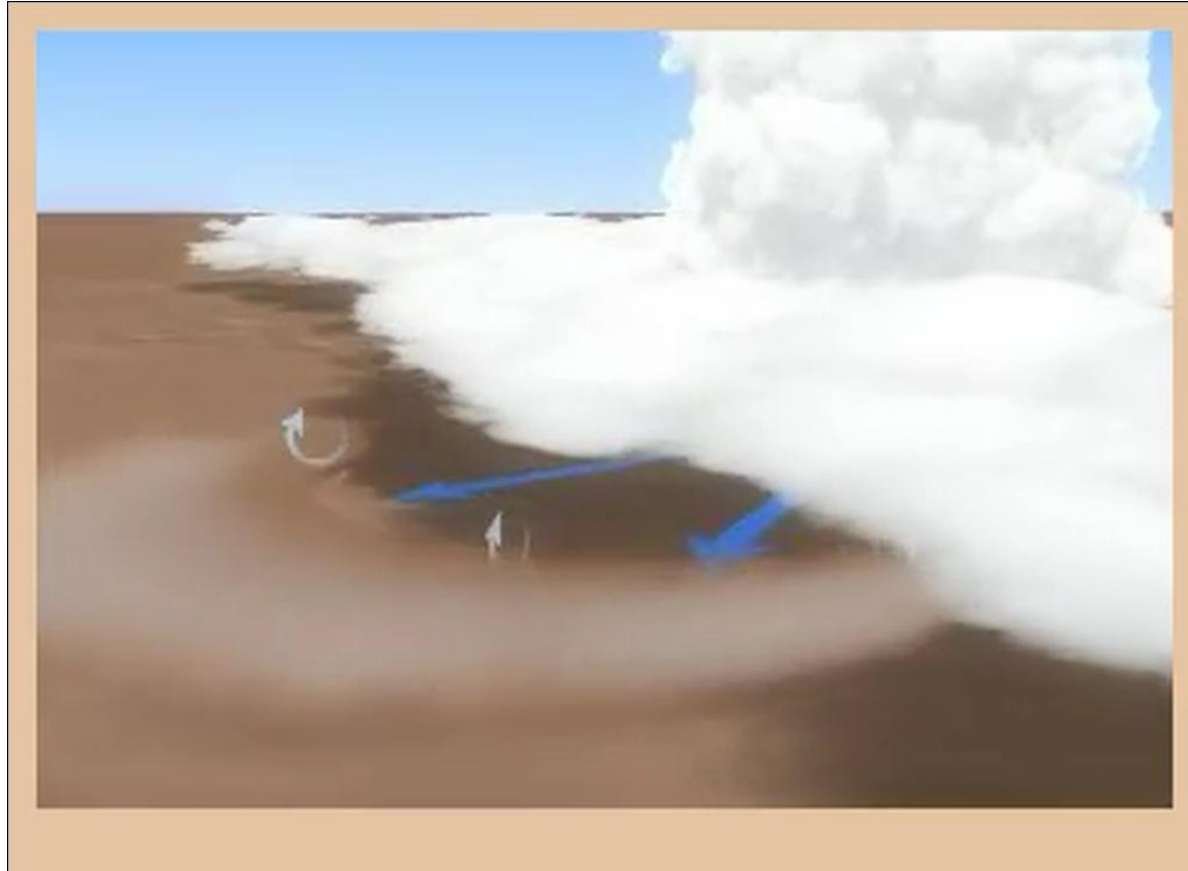


Campo Grande (Twitter/Divulgação)
Extraído do site Exame.com, acesso em 26/11/2021



Foto: Chico Ribeiro
<http://www.ms.gov.br/defesa-civil-faz-levantamento-de-estracos-causados-por-tempestade-de-poeira-e-vendaval-nos-municipios-de-ms/>
acesso em 26/11/2021

Como ocorre a tempestade de areia “haboob”?



Extraída de “Lesson: Tropical Severe Local Storms”
Comet MetEd / UCAR

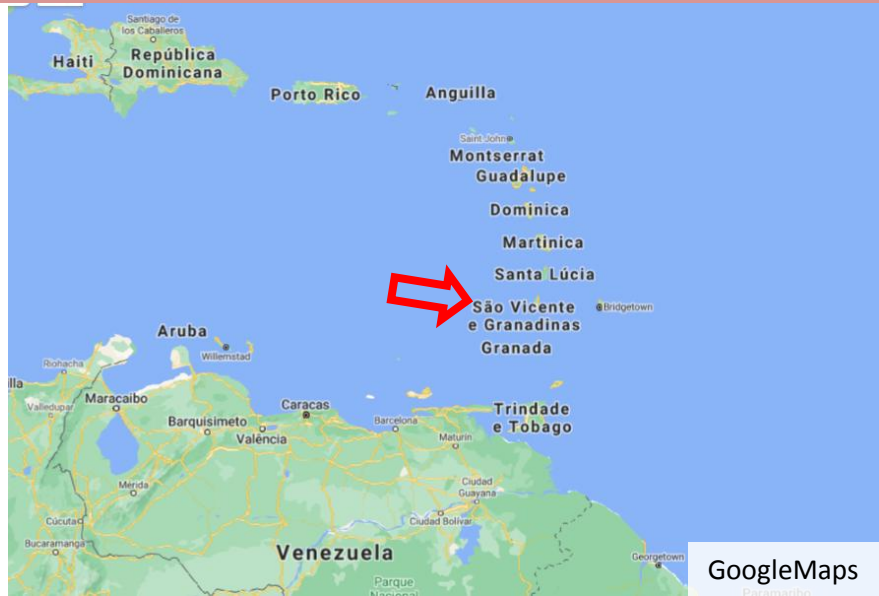
Modelo conceitual da formação de um “haboob” a partir de correntes descendentes de uma tempestade convectiva.

Peço que acessem o link

<https://app.sli.do/event/wxkik6xz>



Impacto da Erupção Vulcão La Soufrière no Caribe – 09/04/2021



PAHO



Pan American Health Organization



World Health Organization Americas

St. Vincent and the Grenadines

La Soufriere Volcano

Donor Alert #1
10 April 2021



Photo Credit: SVG TV



20,000+ People living in the volcano red zone
4,500 Evacuated¹
3,950 People w/o shelter accommodation

Highlights

- La Soufriere volcano, located in Saint Vincent and the Grenadines (VCT), has been active since 29 December, 2020. The volcanic activity started with effusive eruption, formation of a volcanic dome, as well as changes to crater lake and seismic events. The activity rapidly increased on 8 April 2021 at 3:00 am, local time.
- On 8 April 2021 at 4:00 pm, the Prime Minister issued an order to evacuate the volcano red zone (over 20,000 individuals) due to an imminent explosive eruption. On 9 April, evacuations of the orange zone started as the volcano entered in a phase of active explosive eruptions.
- The National Emergency Management Organization (NEMO) of VCT has rapidly activated a network of 76 emergency shelters. However, due to community spread

Health Sector Impact



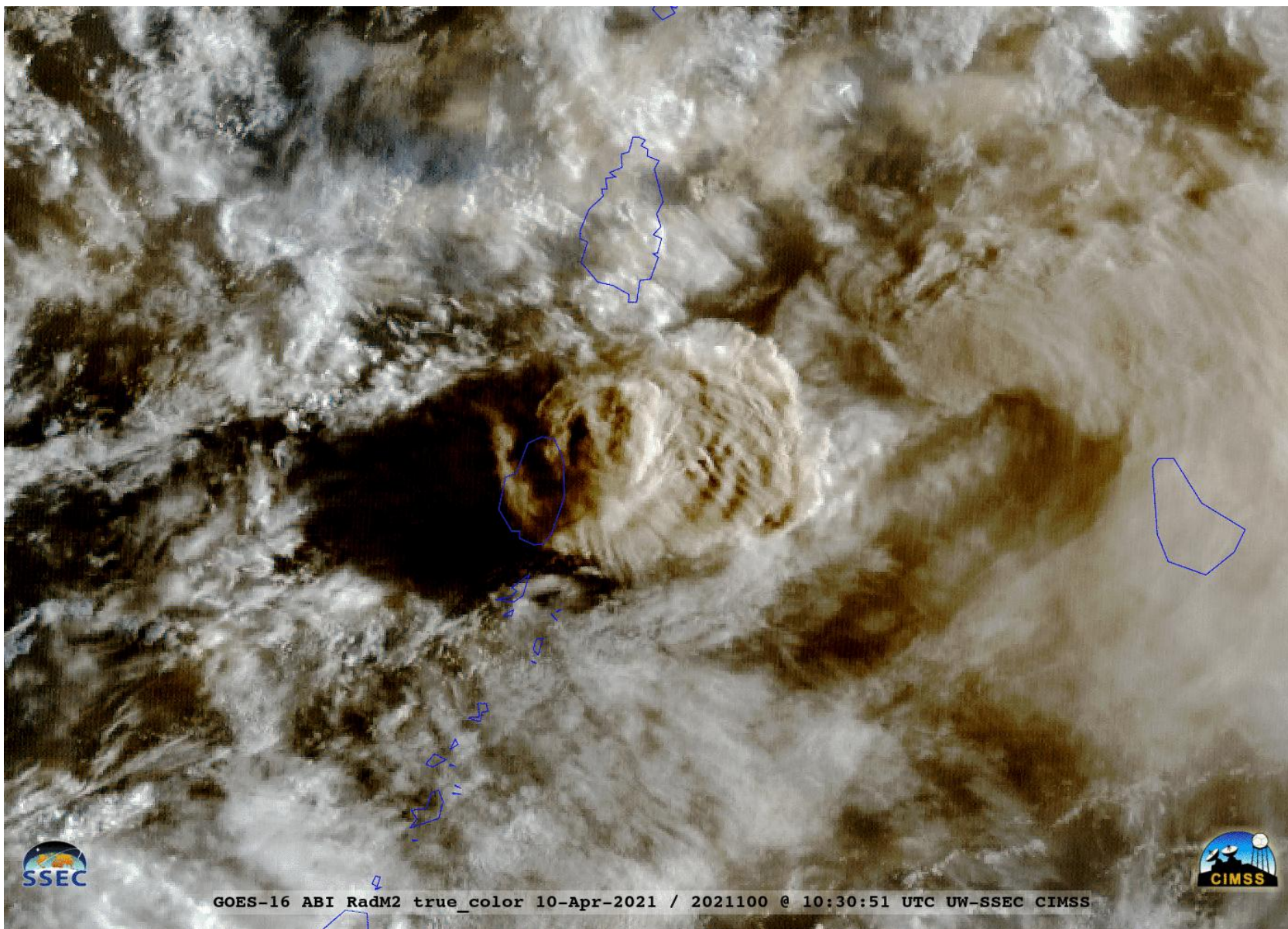
40% Percentage of hospitals located in the red and orange zones
2 Hospitals evacuated



1591,85 COVID-19 Cumulative Incidence Rate (per 100,000)
0.57% COVID-19 Case Fatality Rate

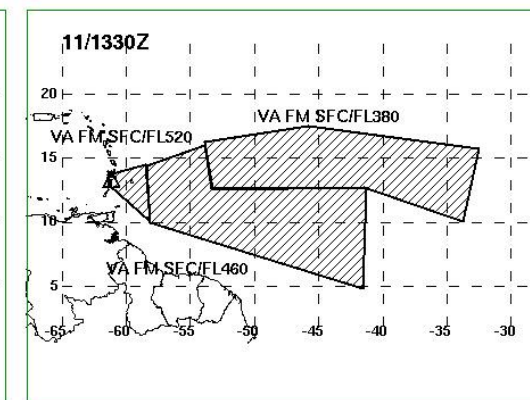
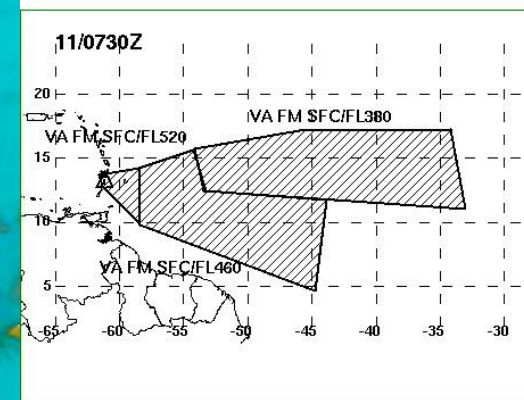
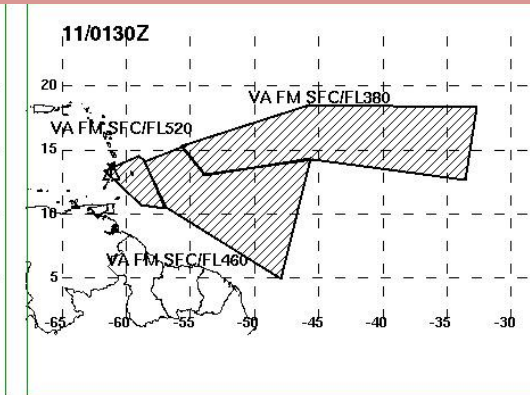
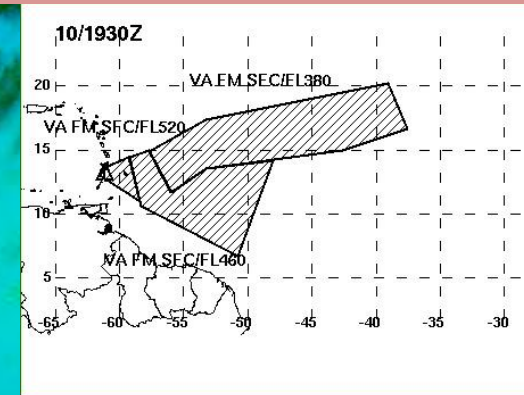
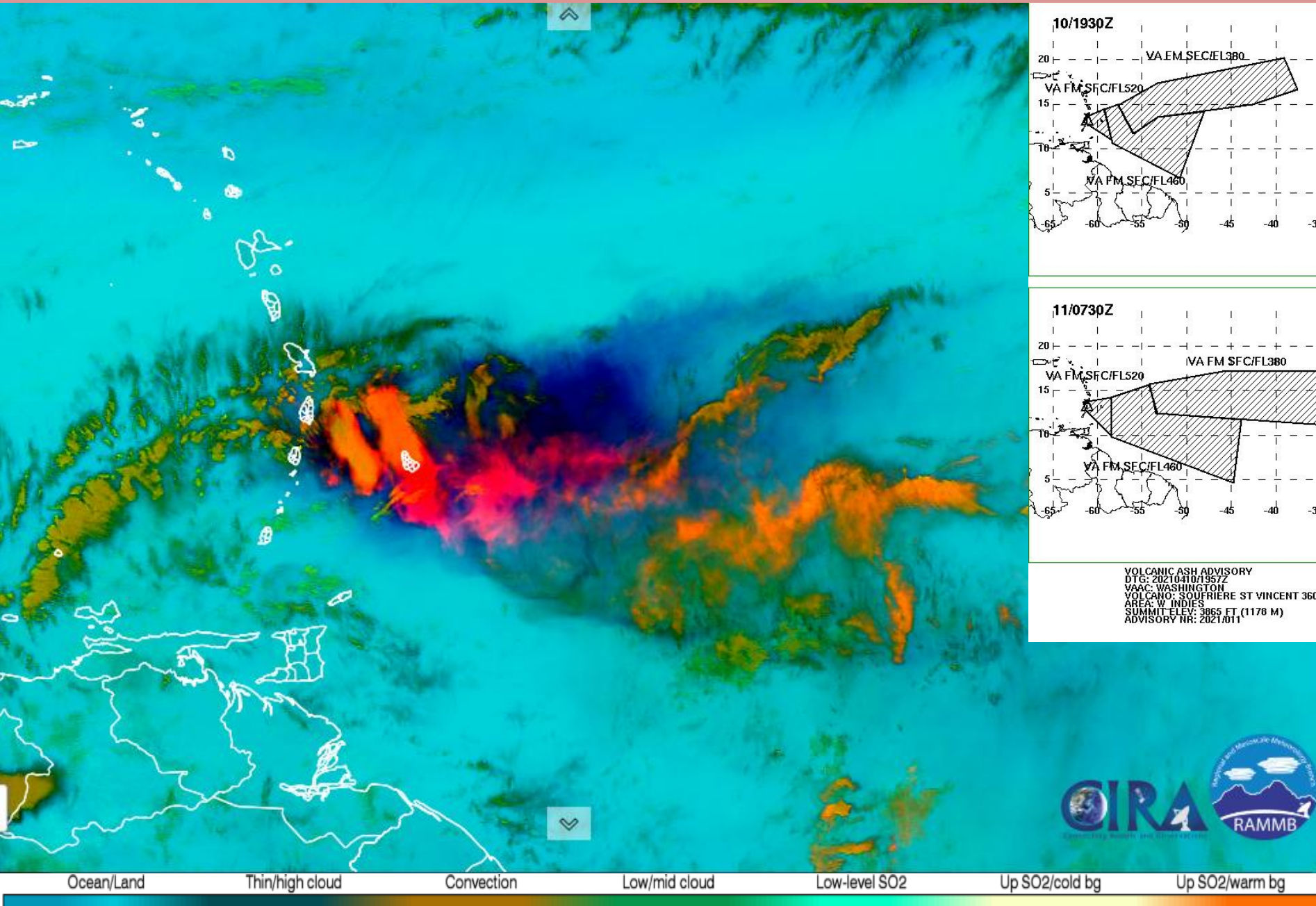


Goes16 RGB True Color: Erupção do Vulcão La Soufrière no Caribe – 10/04/2021 10:30-11:30 UTC



Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMSS)
Space Science and Engineering Center (SSEC)
University of Wisconsin-Madison (UW-Madison)

Goes16 RGB SO2 11/04/2021 01:00 UTC + Aviso VAAC 10-11/04/2021



VOLCANIC ASH ADVISORY
DTG: 20210410T1957Z
VAAC: WASHINGTON
VOLCAVO: SOUFRIERE ST VINCENT 360150
AREA: W. INDIES
SUMMIT ELEV: 3865 FT (1178 M)
ADVISORY NR: 2021/011

INFO SOURCE: GOES-16, NWP MODELS, HYSPLIT, ASH3D, VOLCAT, RADIOSONDE
ERUPTION DETAILS: ONGOING EXPLOSIVE EMS.
RMK: PRO EXPLOSIVE EMS LOFTING VA TO FL520 NEAR SUMMIT REGION. DOWNSTREAM VA AND GASES EXTD TO PERHAPS 1300 NM ESPECIALLY ENE BEFORE BECOMING DIFFUSE. VAA 6-18 HR FCST ASSUMES CONT ACT. IFE
NXT ADVISORY: WILL BE ISSUED BY 20210411T0200Z



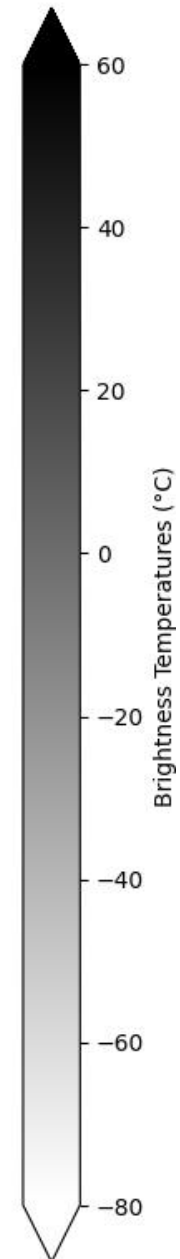
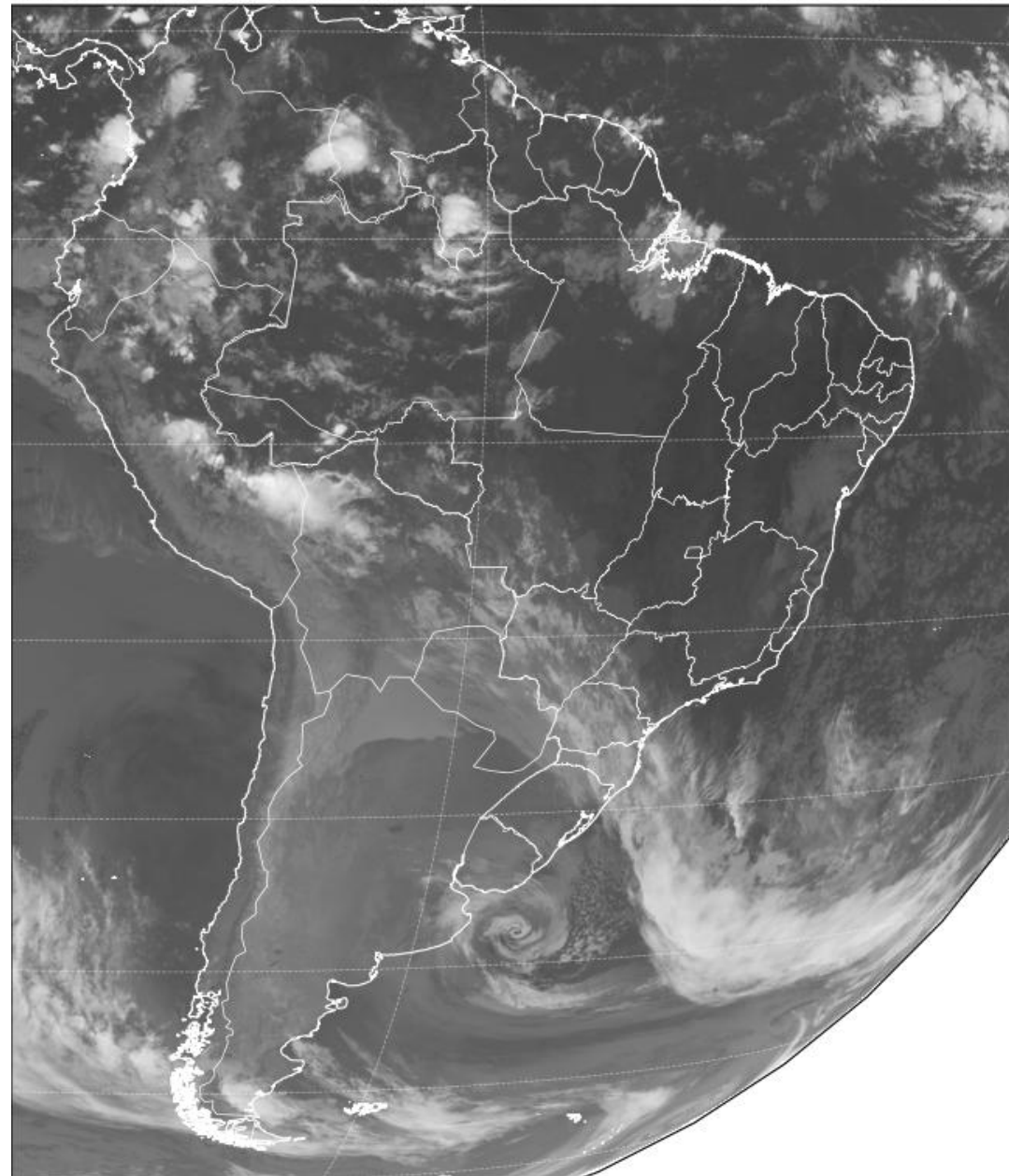
Volcanic Ash Advisory Centers (VAAC)
International Civil Aviation Organization (ICAO)

De volta à América do Sul, no inverno 2021 ...

Goes 16 Canal 13 Infravermelho – 28/06/2021

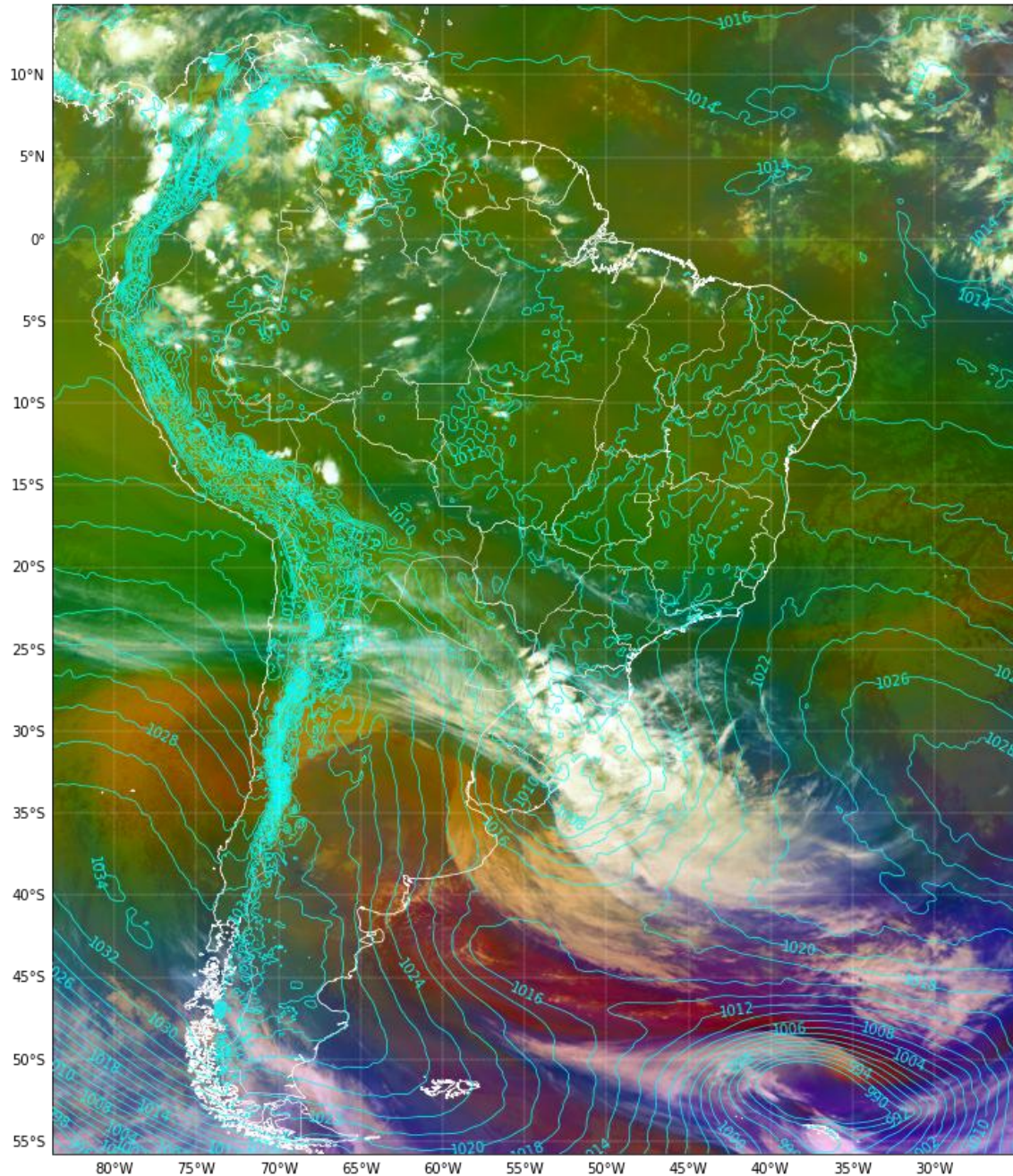
GOES-Leste ABI IR_10.35 2021-06-28 12:00 UTC

Reg.: [-93.0, -60.0, -25.0, 12.0]



Goes 16 RGB Airmass + Modelo Numérico & anomalia de TSM – 27/06/2021 00UTC

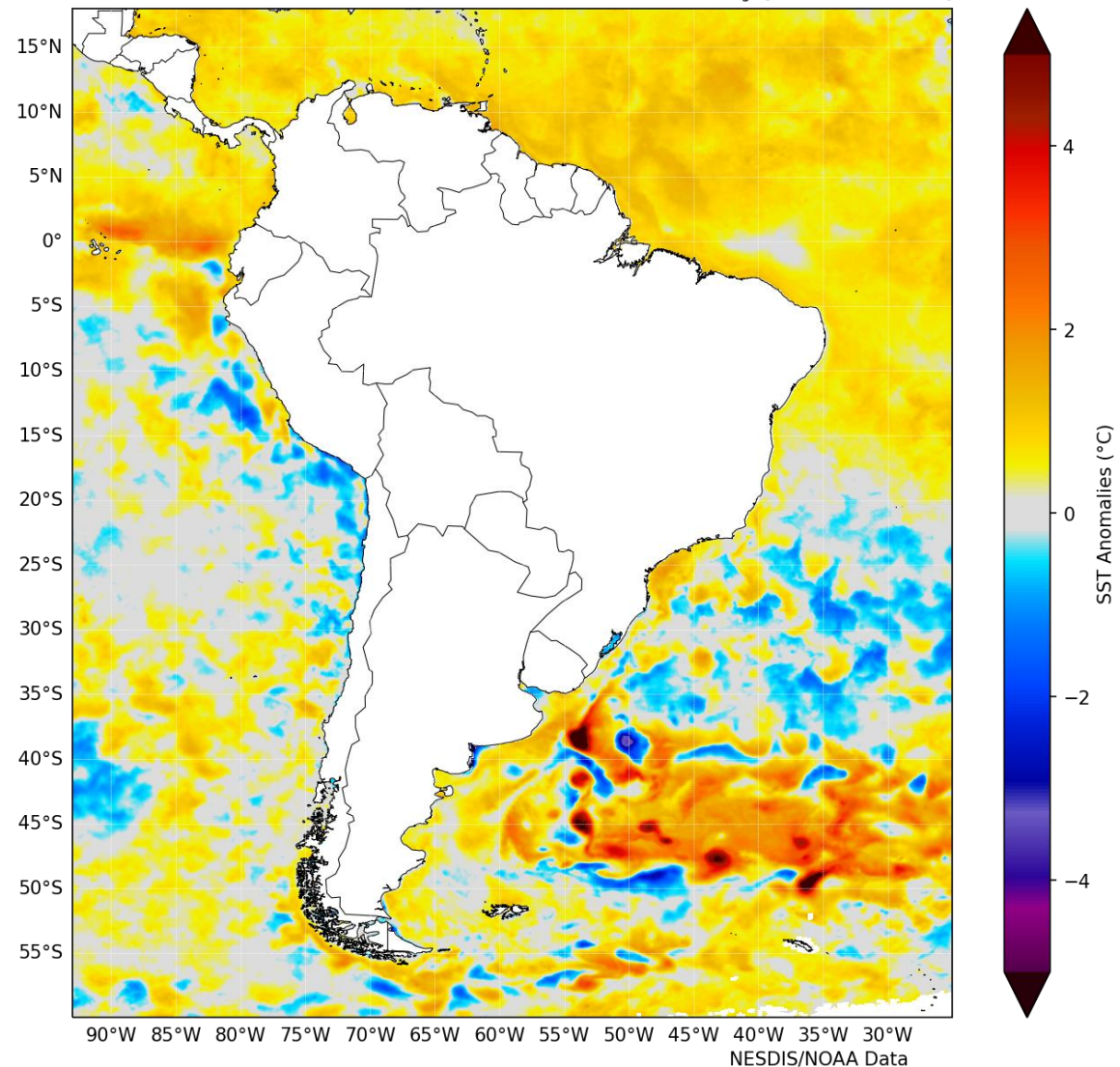
GOES-16 Airmass RGB 2021-06-27 00:00 UTC + WRF PSML (hPa) Reg.: [-93.0, -60.0, -25.0, 18.0]

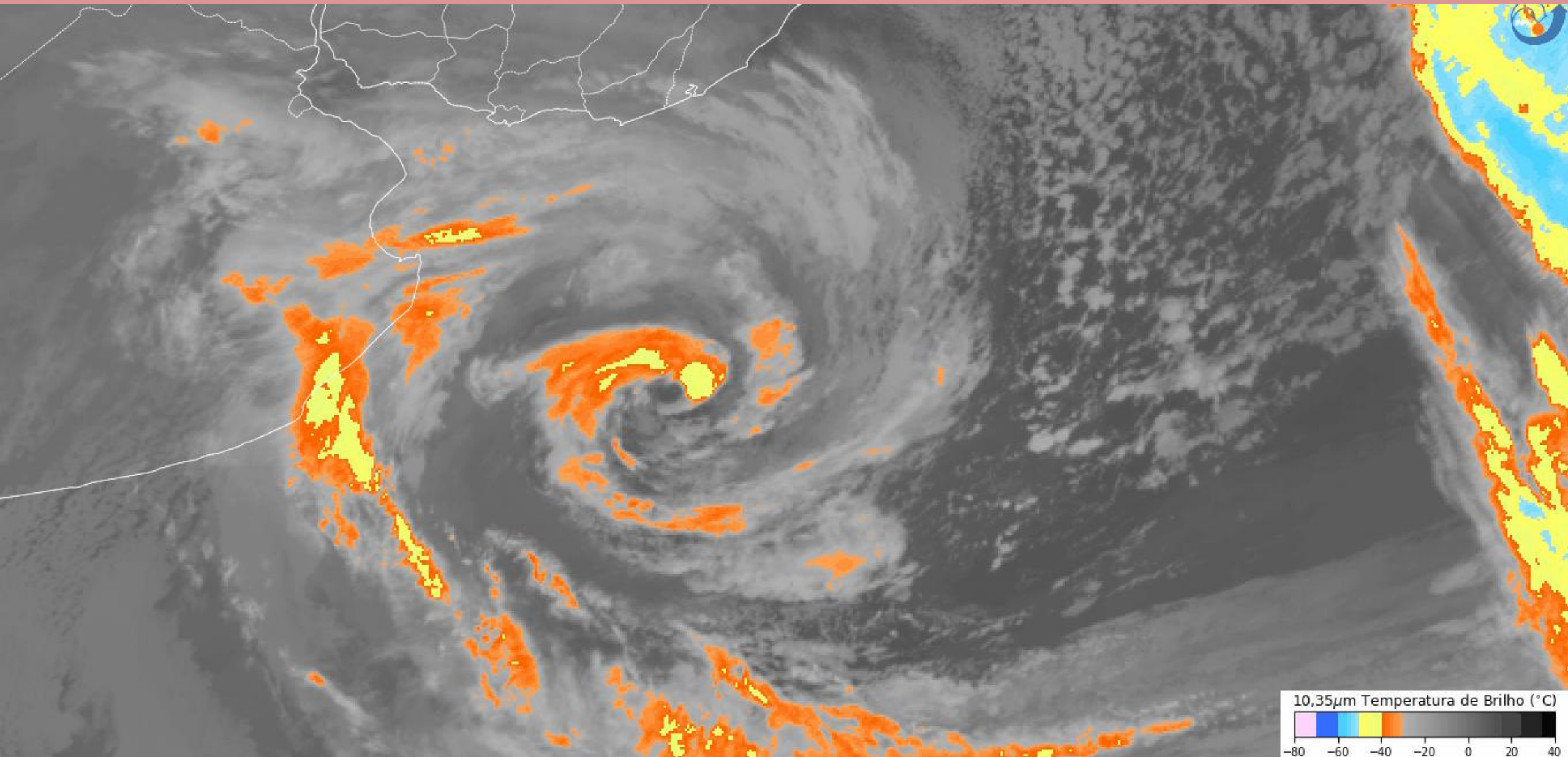


Frontogênese / Ciclogênese

SST Anomalies 2021-06-27

Reg.: [-93.0, -60.0, -25.0, 18.0]

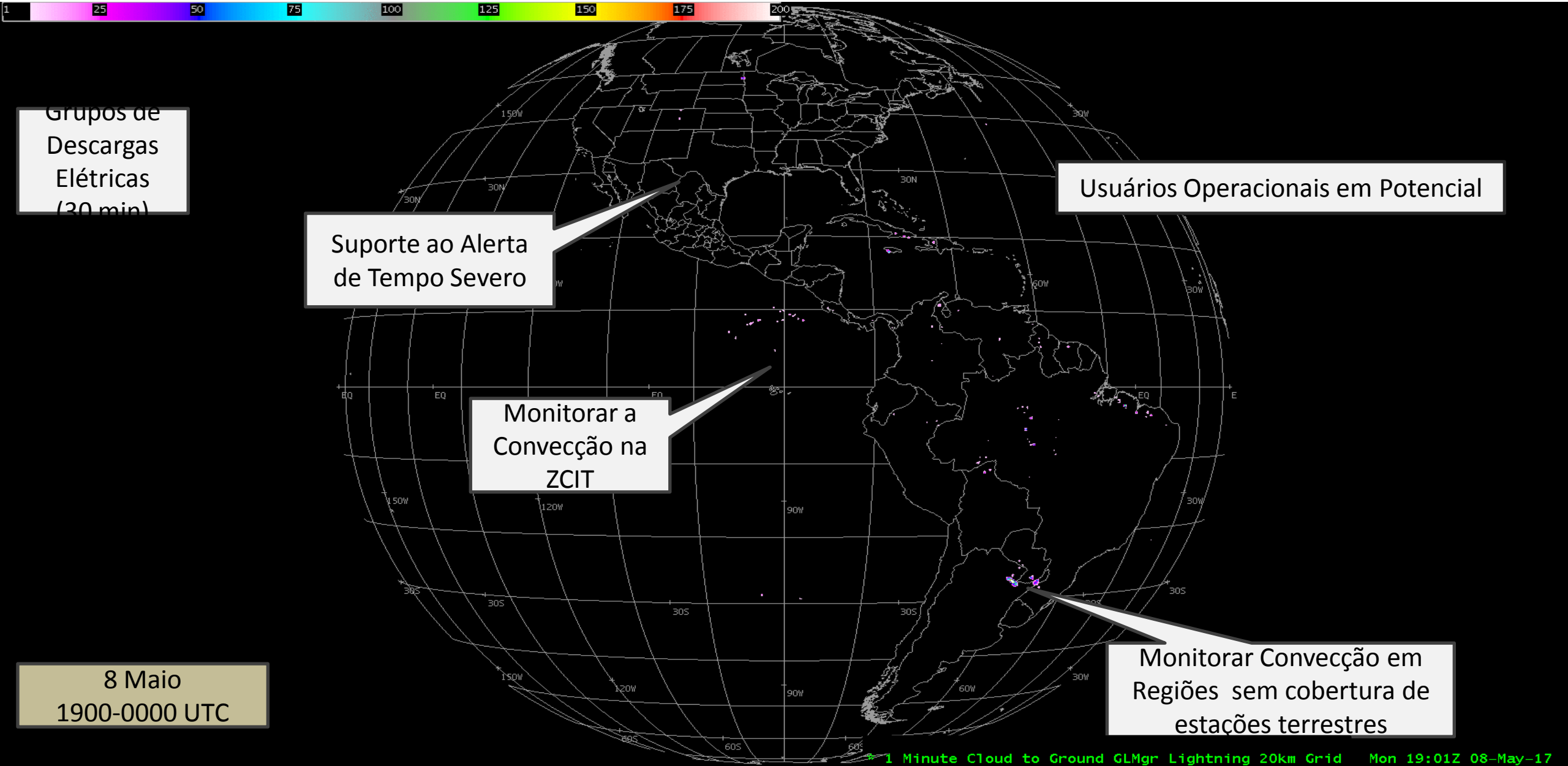




28/06/2021 10:00 UTC | DSA/CPTEC/INPE

Tempestade Subtropical “Raoni”

Goes 16 - Primeiros "Insights" do Geostationary Lightning Mapper (GLM)



Grupos de Descargas Elétricas (30 min)

Suporte ao Alerta de Tempo Severo

Usuários Operacionais em Potencial

Monitorar a Convecção na ZCIT

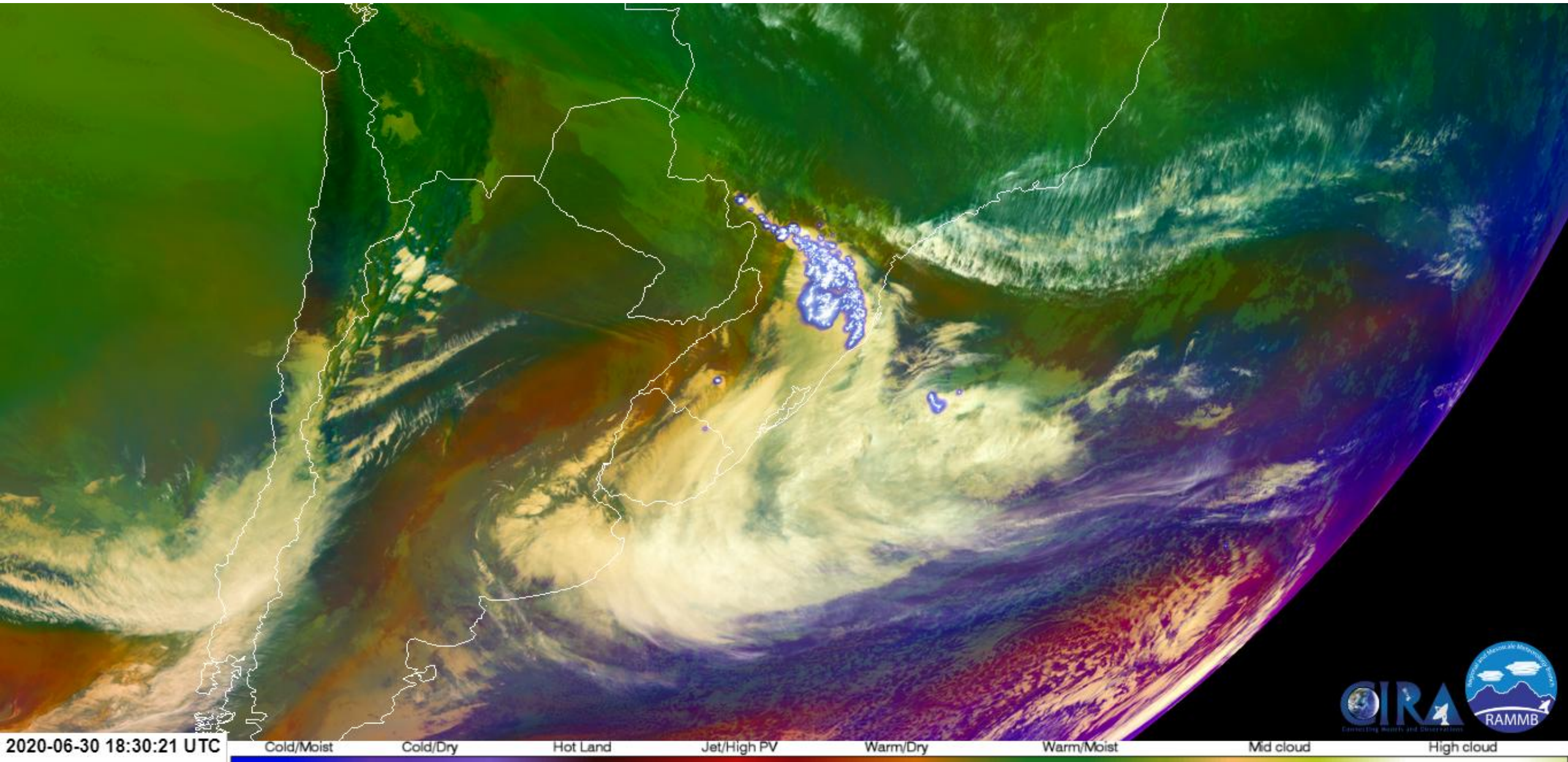
Monitorar Convecção em Regiões sem cobertura de estações terrestres

8 Maio
1900-0000 UTC

1 Minute Cloud to Ground GLMgr Lightning 20km Grid Mon 19:01Z 08-May-17

Mais informações sobre o sensor: https://www.meted.ucar.edu/goes_r/glm_pt/

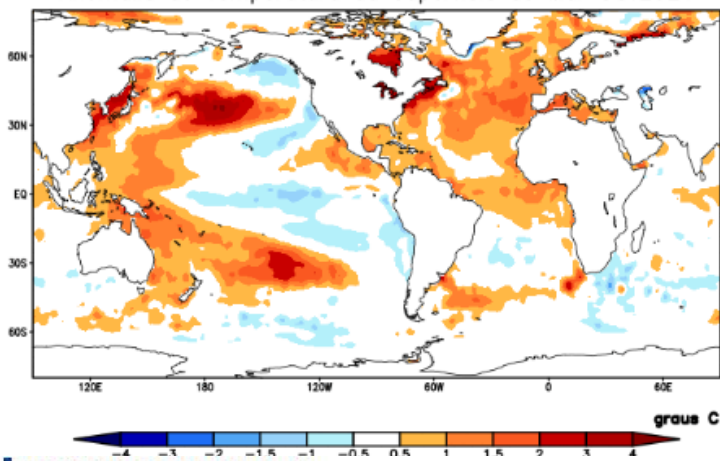
Goes 16 RGB Airmass + Descargas Eléctricas do GLM – 30/06/2020



PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL – INPE e parceiros

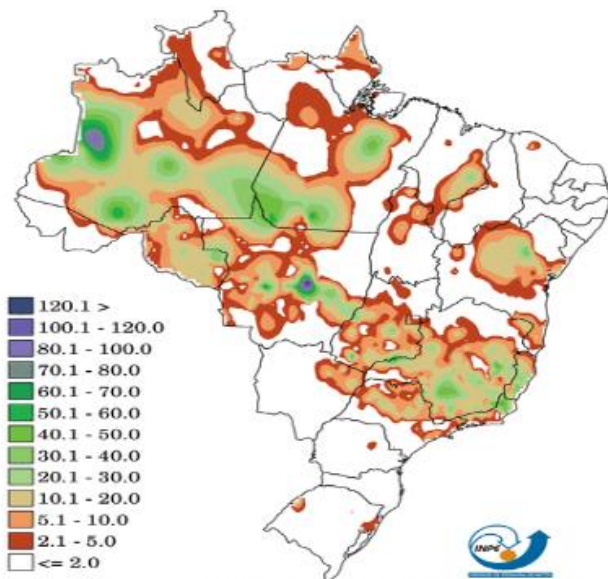
MONITORAMENTO GLOBAL

Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar OCT2021



MONITORAMENTO

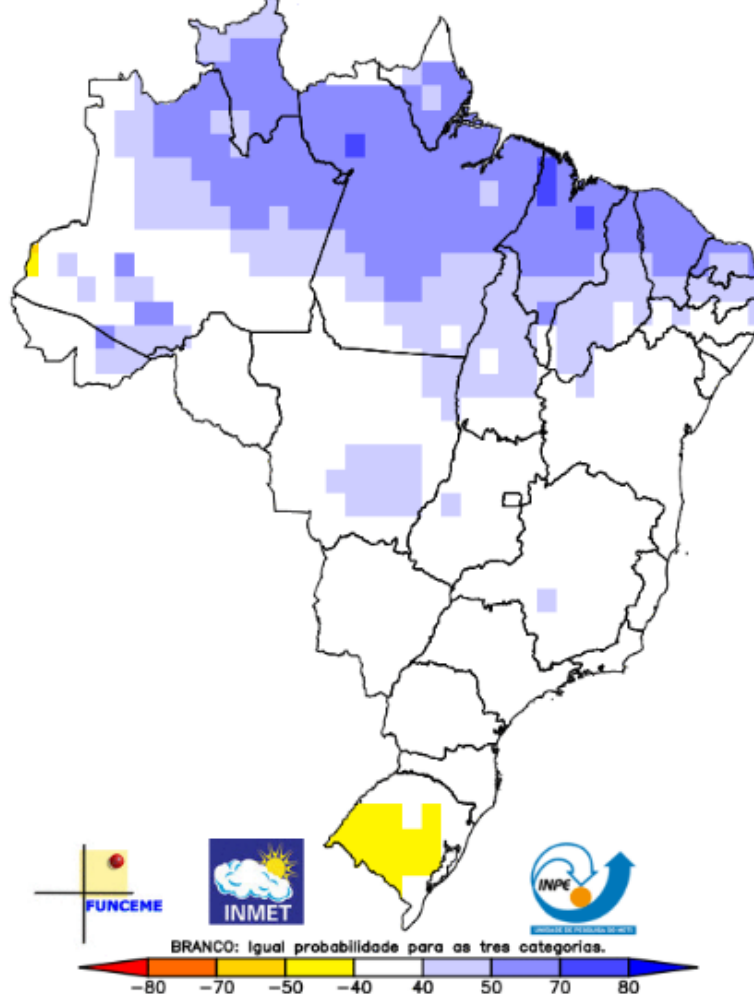
Precipitação Observada (mm) - 01/12/2021



Fontes de dados: CPTEC/INPE INMET FUNCEME/CE AESA/PB EMPARN/RN ITEPLAMEPE/PE DHME/PI CMRH/SE SEMARH/DHN/AL COMET/RJ SEMARH/BA CEMIG-SIMGE/MG SEAG/ES SIMEPAR/PR CIRAM/SC IAC/SP

PREVISÃO CLIMÁTICA

Multi-modelo CPTEC/INMET/FUNCEME
 Probab. tercil mais provável: Precip. (%)
 Produzida: Nov 2021 Valida para DJF 2021



PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL



Resumo das Condições Climáticas Atuais

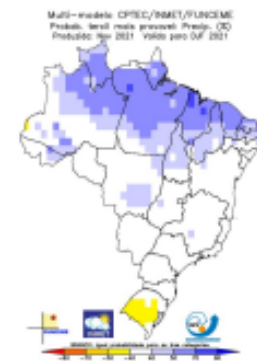
A Figura 1 mostra as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), precipitação e temperatura máxima para o mês de outubro. Na região do Oceano Pacífico equatorial foram observadas anomalias negativas, com um padrão característico de condições de La Niña. Sobre o Atlântico Tropical persistiram anomalias positivas de TSM, que influenciam a circulação leste-oeste neste setor e modula o comportamento da precipitação em parte da faixa norte do Brasil. Desta forma, no mês de outubro foram registradas chuvas acima da média climatológica em parte das Regiões Norte e Nordeste. Em parte da faixa central do Brasil, assim como no mês anterior, houve uma mudança no padrão de chuvas, com a organização da convecção e o alinhamento de um canal de umidade, comum nesta estação, o qual gerou precipitação acima da média. Em parte do centro-sul do país (MS, PR, oeste de SC e do RS e sul de SP), as chuvas acima da média estiveram associadas aos sistemas frontais e cavados na troposfera média. Já nos extremos oeste e sul do país, a precipitação se manteve abaixo da média. As temperaturas máximas no mês de outubro, em geral, acompanharam o comportamento da precipitação, com valores dentro ou abaixo da média histórica em parte da faixa norte, centro e leste do país e acima da média nos extremos sul, oeste, norte e boa parte do centro e leste do Nordeste.



Figura 1. Anomalias de temperatura da superfície do mar, precipitação e temperatura máxima para outubro de 2021, da esquerda para a direita, respectivamente.

Previsão Climática para DJF 2021/2022

A Figura 2 mostra a previsão probabilística de precipitação em três categorias produzida com o método objetivo (cooperação entre CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME), para o trimestre dezembro-janeiro-fevereiro (DJF) de 2021/2022. A previsão indica maior probabilidade de chuva na categoria acima da faixa normal em grande parte do norte e uma parte do centro do Brasil. Para grande parte do RS há maior probabilidade para ocorrência de chuvas na categoria abaixo da faixa normal. As áreas em branco correspondem igual probabilidade para as três categorias. É importante destacar que não se descarta a ocorrência de eventos de chuva expressiva no setor sul do Brasil. No entanto, a alta probabilidade de continuidade de condições de La Niña (92%), poderá gerar condições de déficit de precipitação em DJF em grande parte do Sul do país. Nas áreas em branco, principalmente entre o centro e leste do país, embora haja maior incerteza, não se descartam eventos de chuva expressiva, típica para a época do ano. Neste trimestre é comum dias secos (veranicos) intercalados com dias mais chuvosos. Em relação à temperatura do ar, há maior probabilidade para a categoria acima da faixa normal em grande parte do centro e norte do Brasil.



Nota: O método objetivo é baseado em uma metodologia de regressão da média aritmética das previsões dos modelos que compõem o conjunto Multi Modelo Nacional (CPTEC/INMET/FUNCEME), que incorpora informação da doutrina retrospectiva (1981-2010) das previsões desse conjunto.

Figura 2: Previsão Climática sazonal por tercil (categorias abaixo da faixa normal, dentro da faixa normal e acima da faixa normal), gerada pelo método objetivo (CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME). As áreas em branco indicam igual probabilidade para as três categorias.

Agradecemos por sua atenção!

XXIV Curso do Uso Escolar de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente

02 Dezembro 2021, 16:00-17:30

Simone M. Sievert Coelho
simone.sievert@inpe.br

Ester Regina Kazuko Ito
ester.ito@inpe.br

DISSM – Divisão de Satélites e Sensores Meteorológicos
CGCT – Coordenação Geral de Ciências da Terra
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais