

*SEMINÁRIO INTERNACIONAL - DETECÇÃO E ALERTA DE DESASTRES SEVEROS
COMISSÃO EXTERNA DE XANXERÊ/SC*

Tempo Severo a partir de Radar e Raios: Perspectivas no Brasil

Carlos Augusto Morales Rodriguez

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - IAG

e

Centro de Estudos e Pesquisa sobre Desastres - CEPED

Universidade de São Paulo

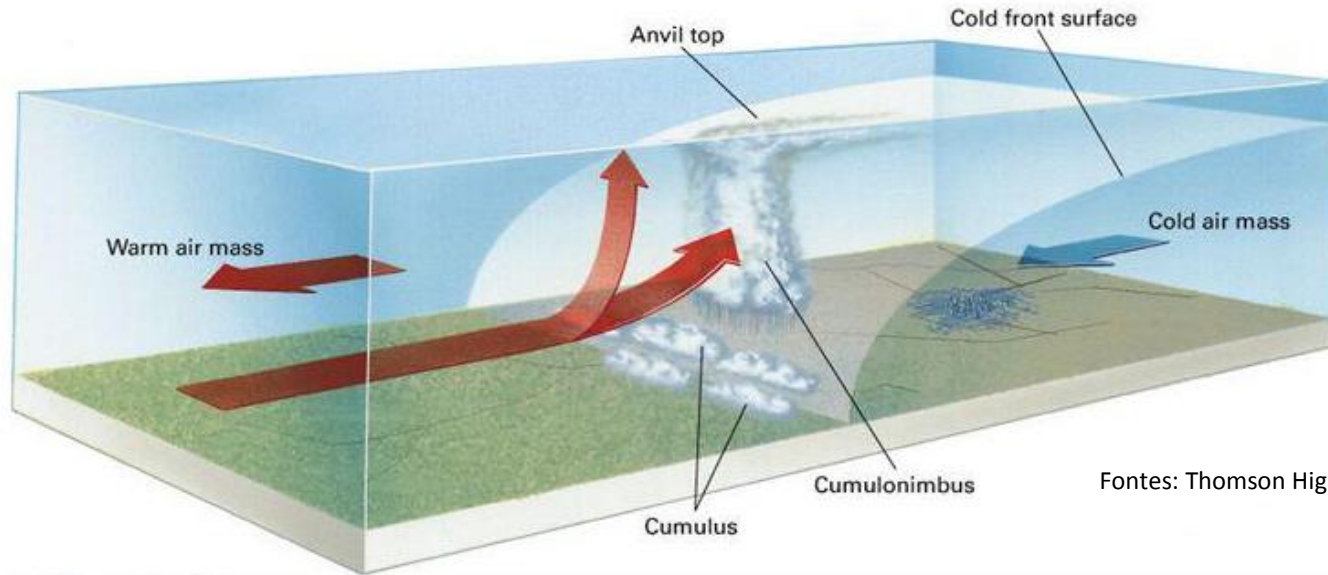
carlos.morales@iag.usp.br

O que é Tempo Severo

- Sistemas meteorológicos que levam a formação de nuvens de tempestades que apresentam as seguintes características
 - Granizo com diâmetro $> 1,9$ cm
 - Rajadas de vento > 93 km/h
 - Ou Tornados

Principais mecanismos de formação

Frentes

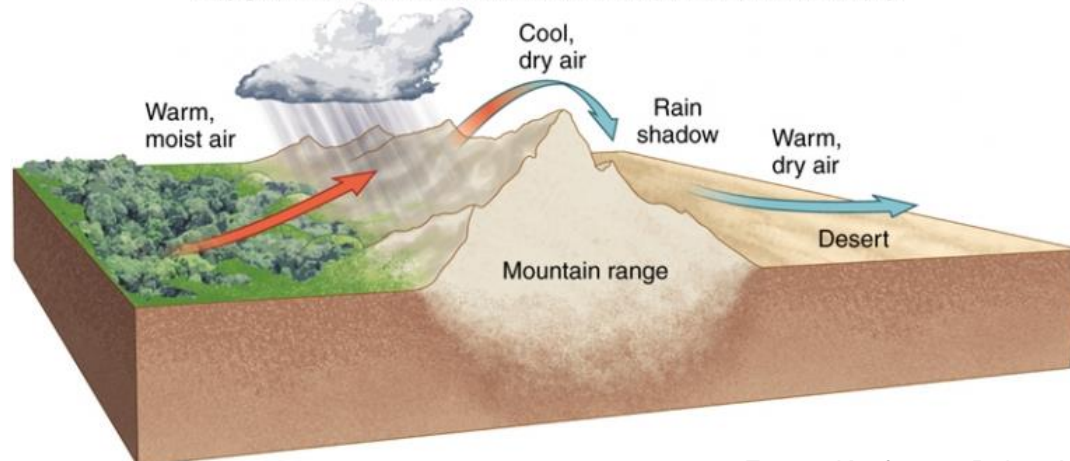


Fontes: Thomson Higher Education

© 2007 Thomson Higher Education

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Orografia



Fontes: Kaufmann, Robert K. and Cleveland, Cutler J. 2007. Environmental Science (McGraw-Hill, Dubuque, IA)

Altura (km)

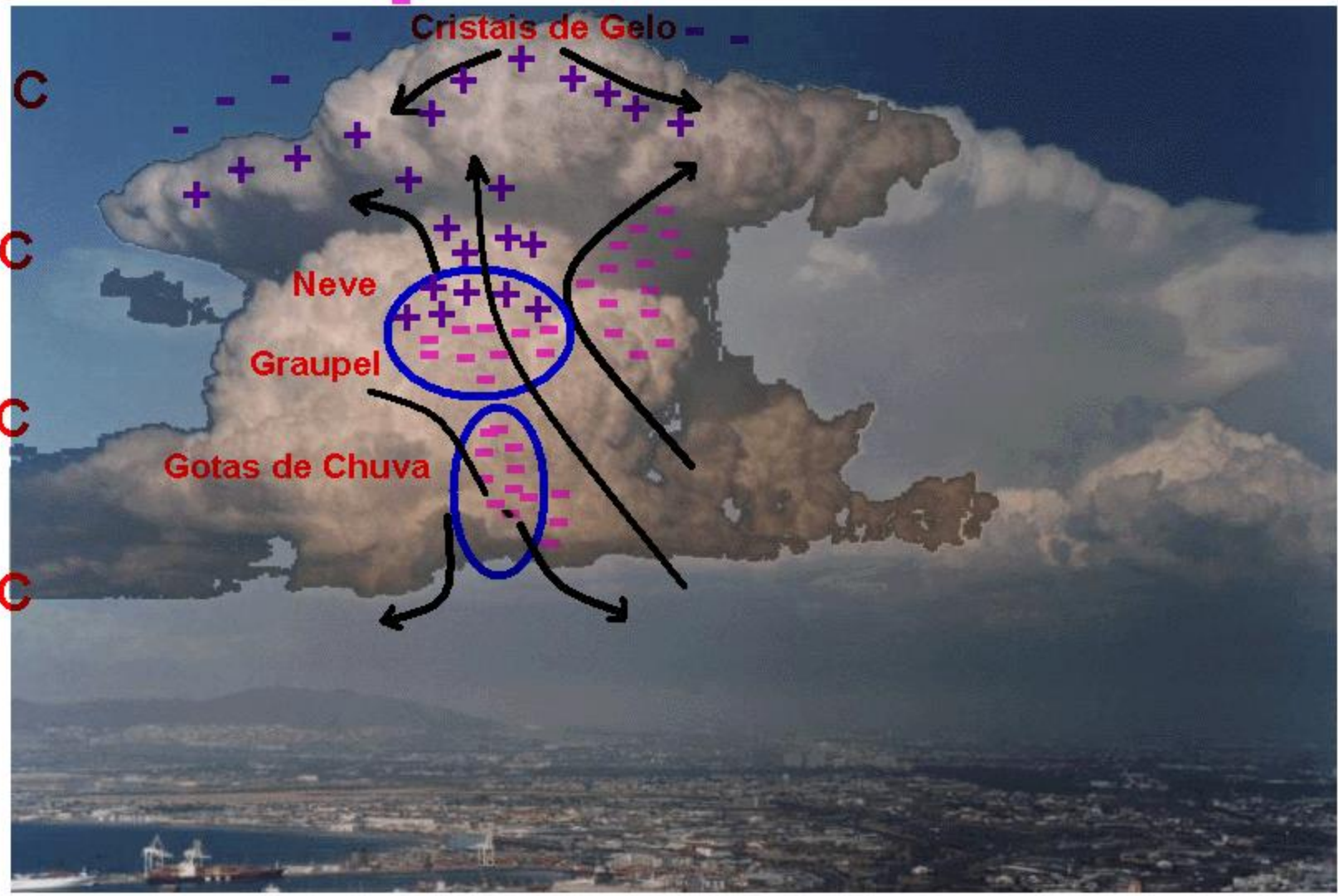
10

-37 C

-24 C

-11 C

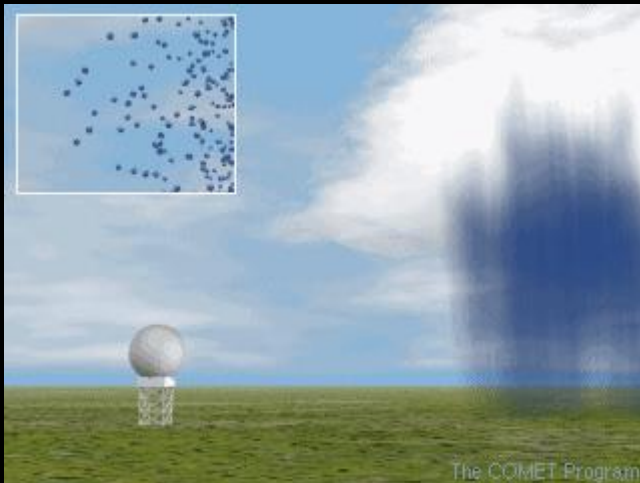
+2 C



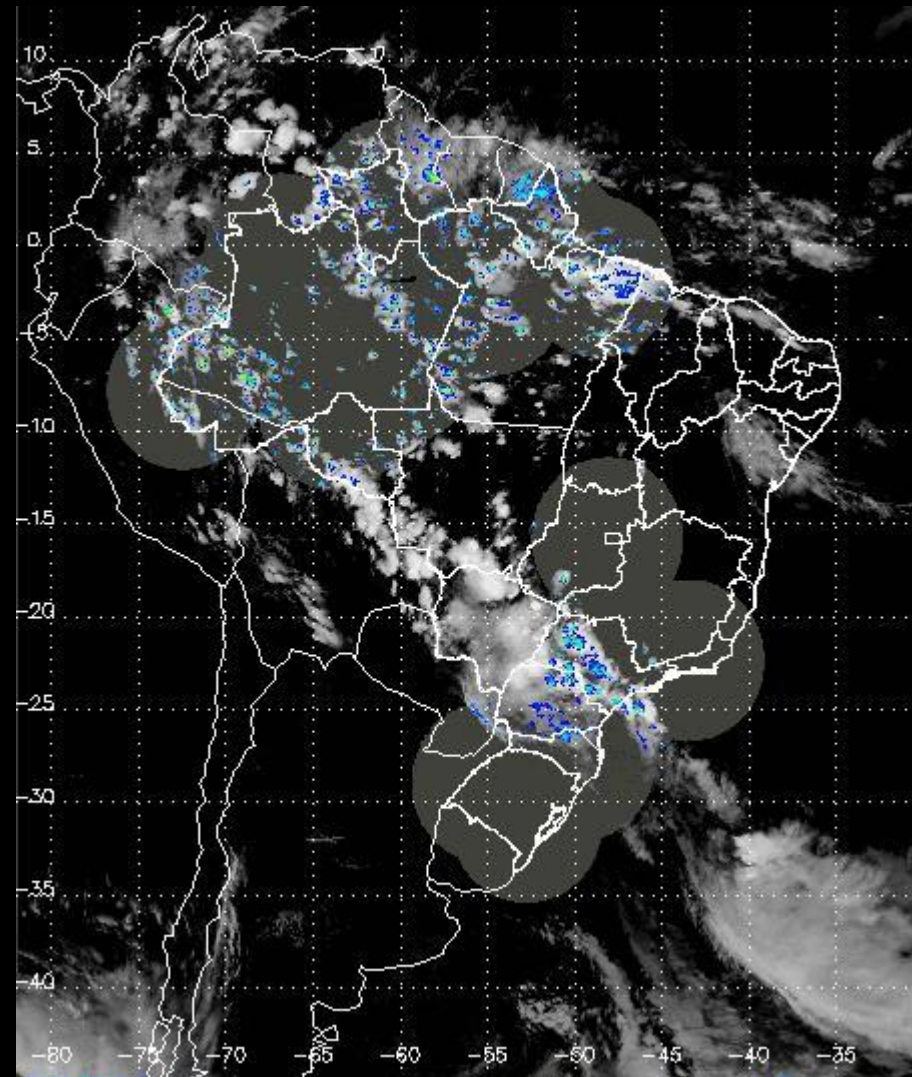
Como é possível detecta-las

- Radar Meteorológico
- Sistemas de detecção de Raios
- Satélites Meteorológicos

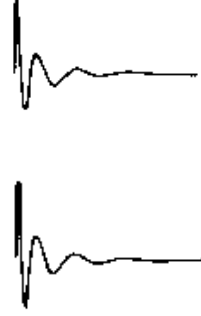
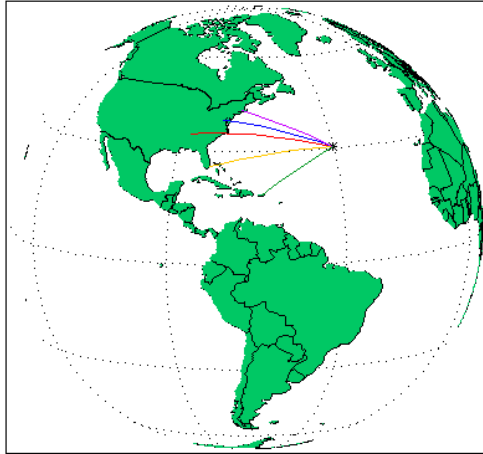
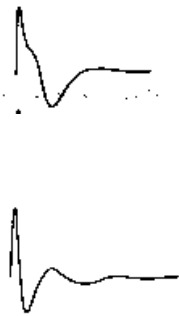
Radar Meteorológico



Fonte: COMET - UCAR

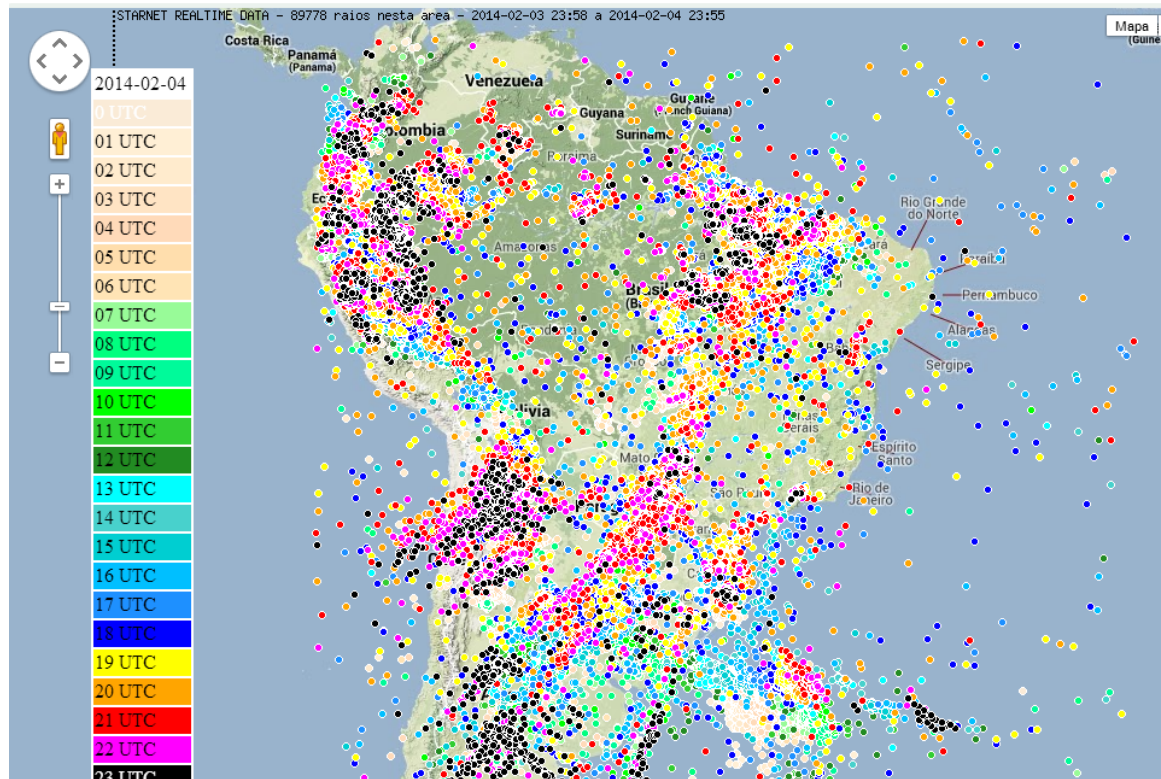


Sistema de Detecção de Raios



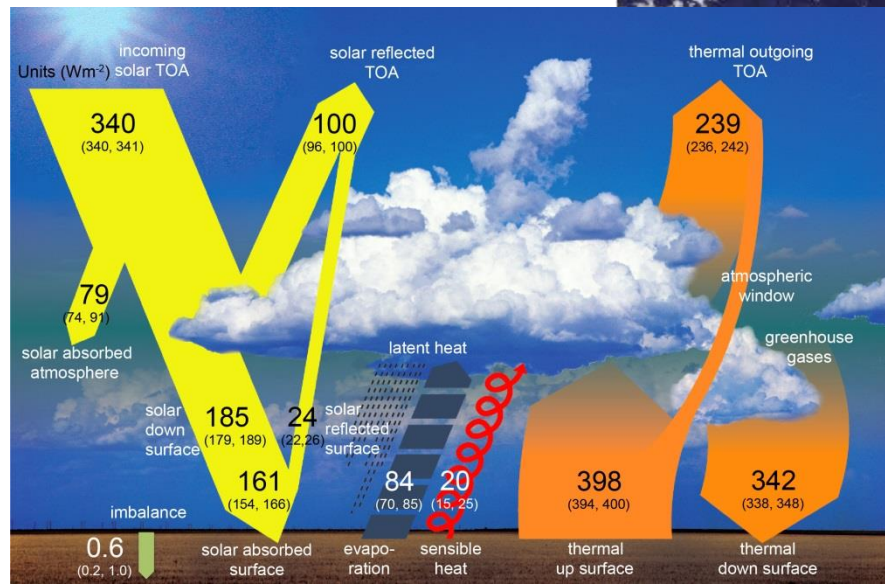
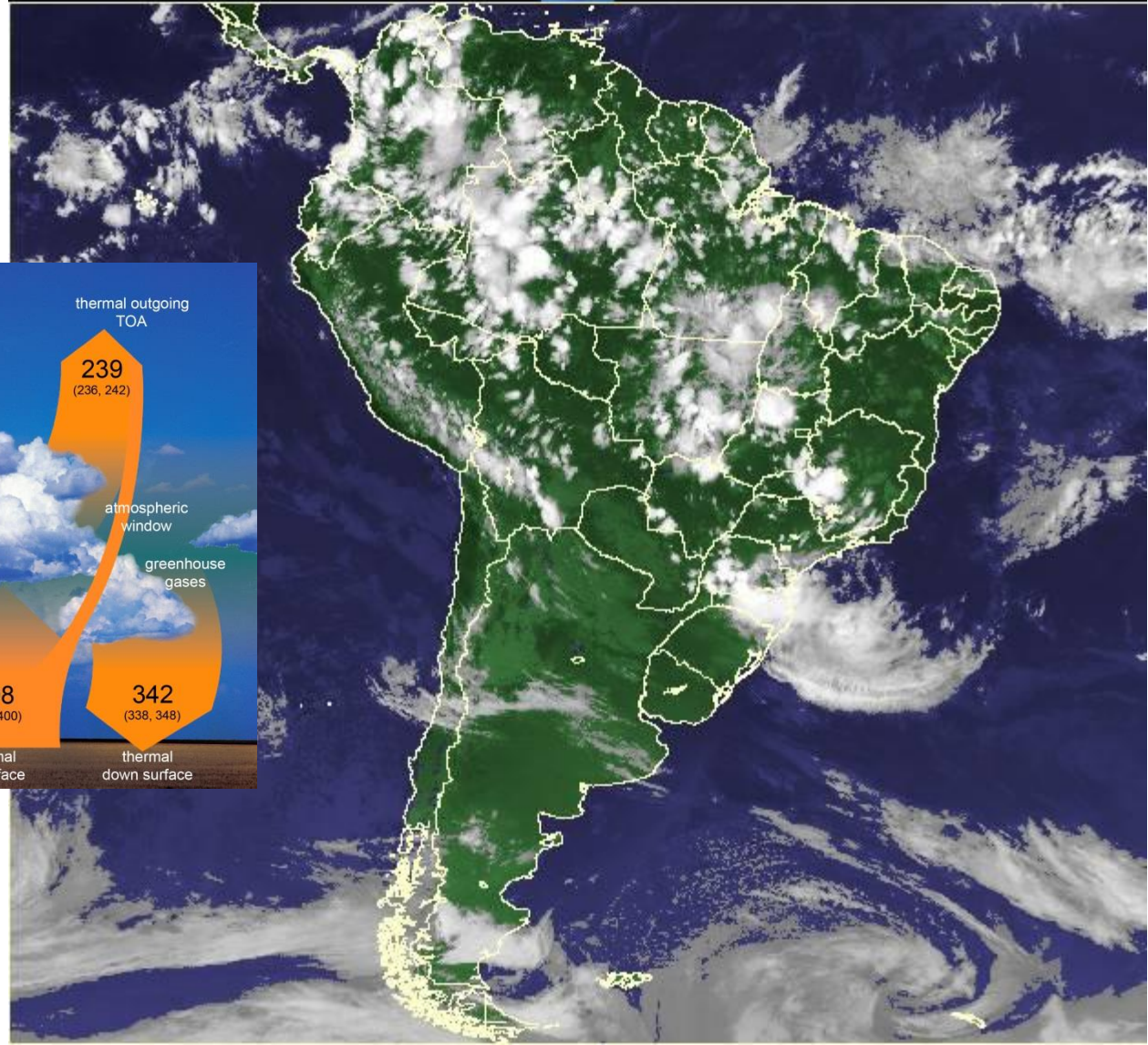
Medidas contínuas de Ez ou H

2014/02/03 23:58 - 2014/02/04 23:55



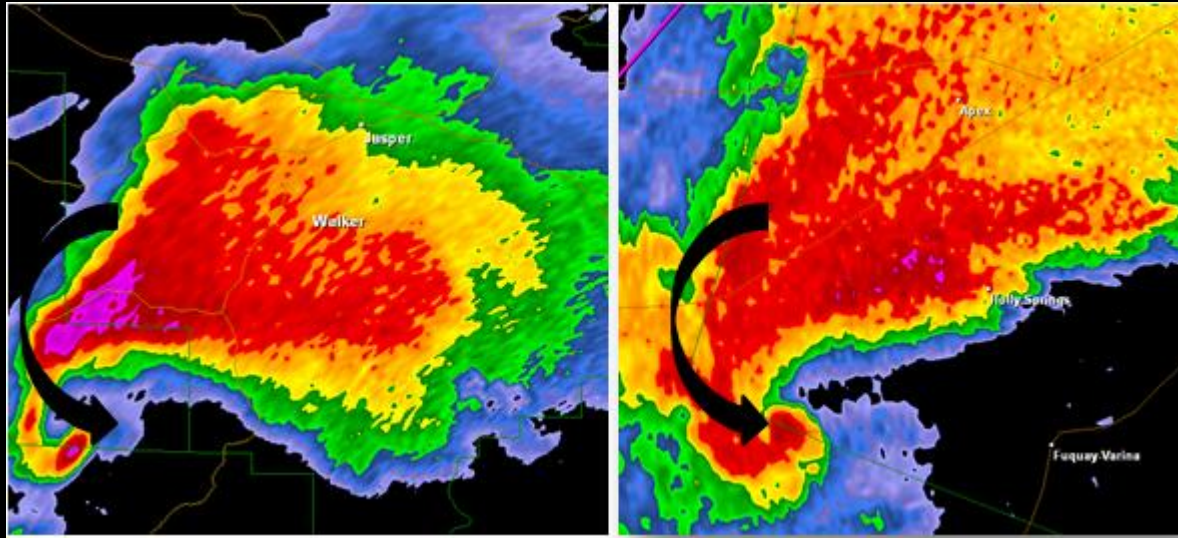
Satélite

INPE/CPTEC/DSA NOAA GOES-13 CFTEC AMERICA DO SUL 201504202100



Assinaturas de Tempo Severo

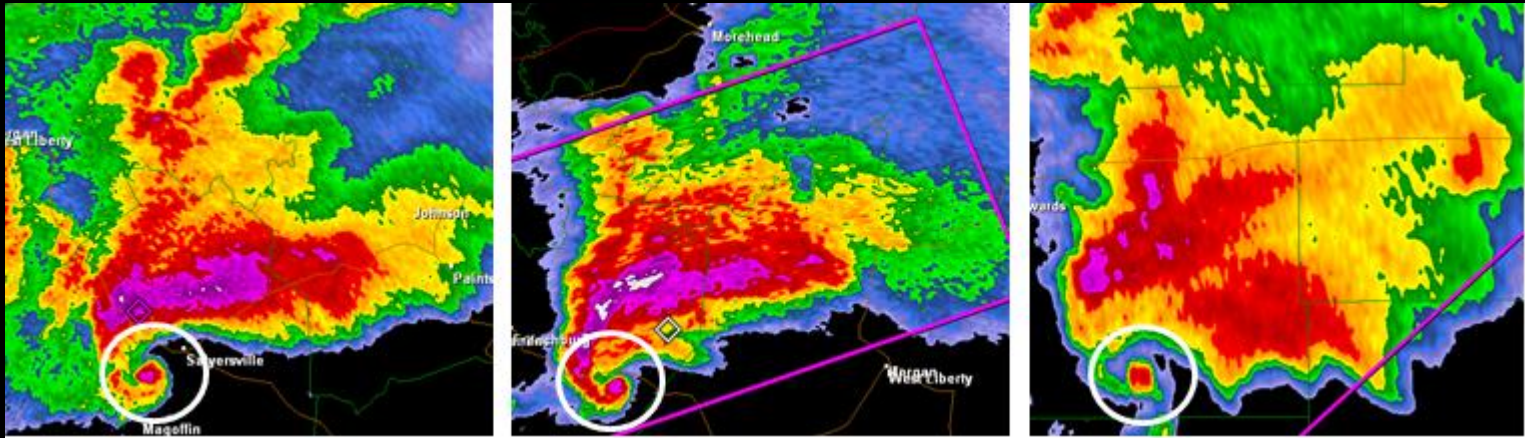
Eco Gancho



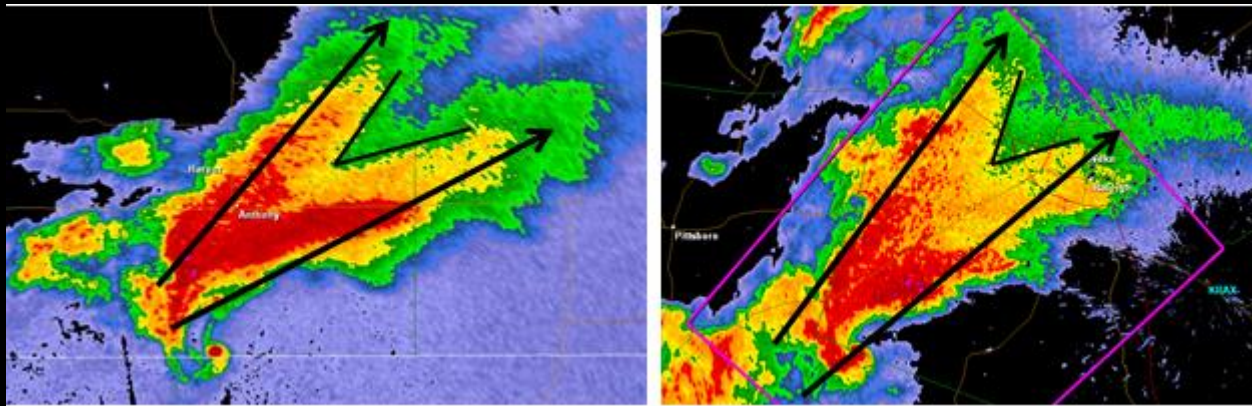
Borda de velocidade



Debris Ball



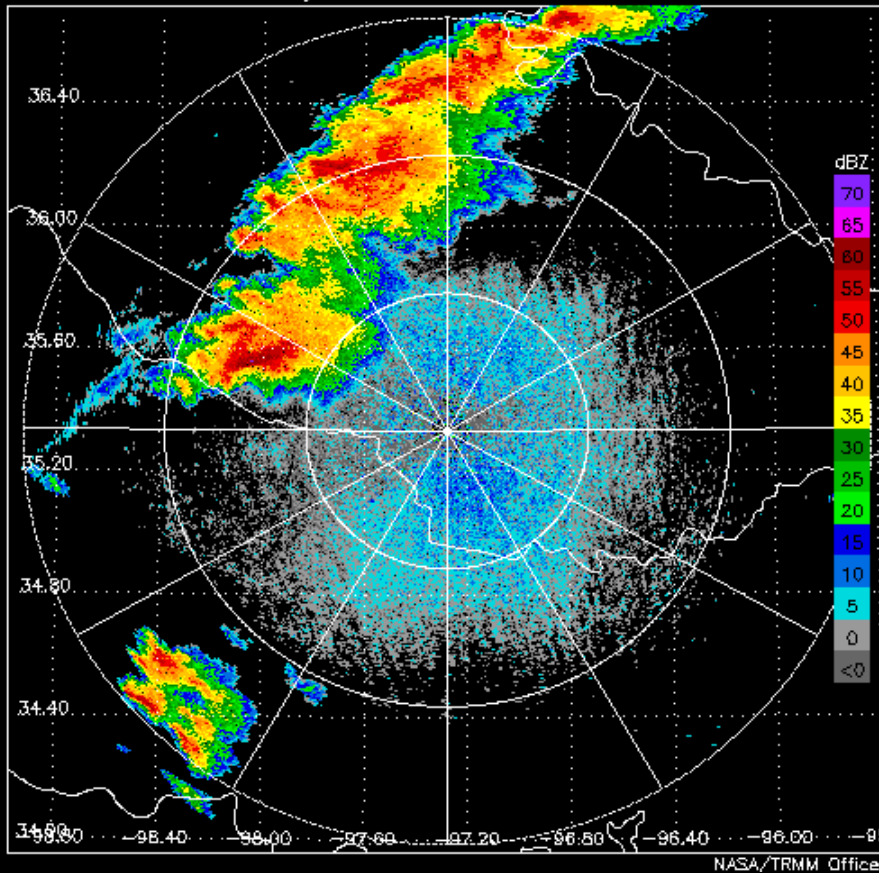
Rachura em V or Águia voadora



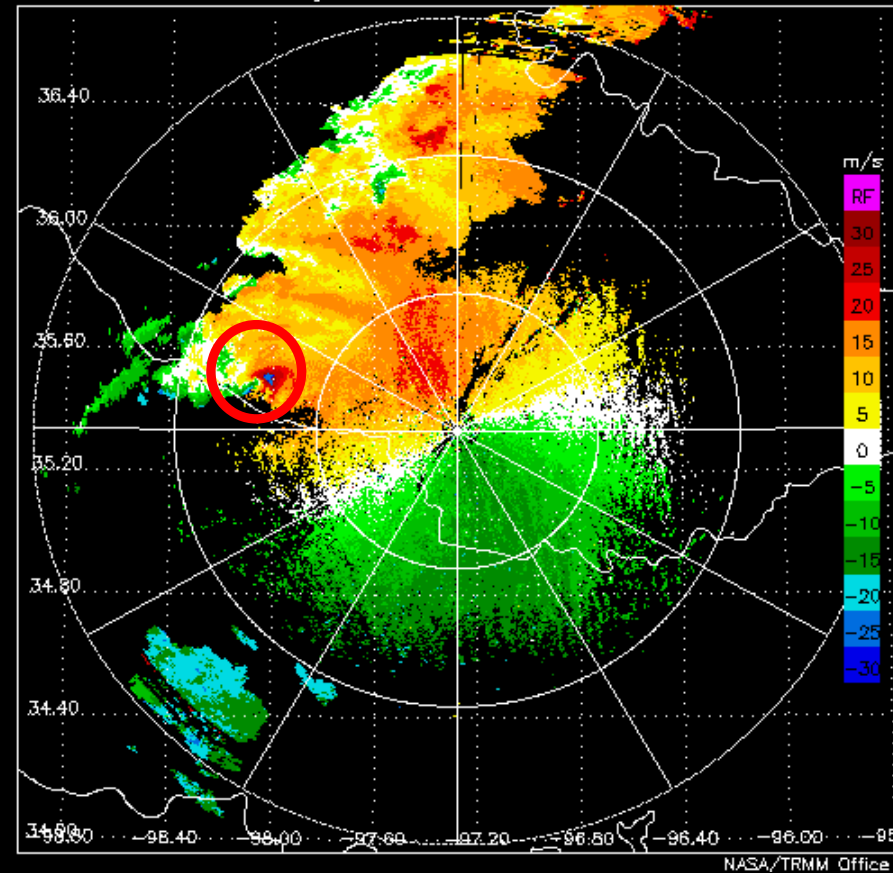
Tornado

El Reno – Oklahoma 31/05/2014

KTLX 31 May 2013 23:00:48 UTC DZ Elev: 0.48



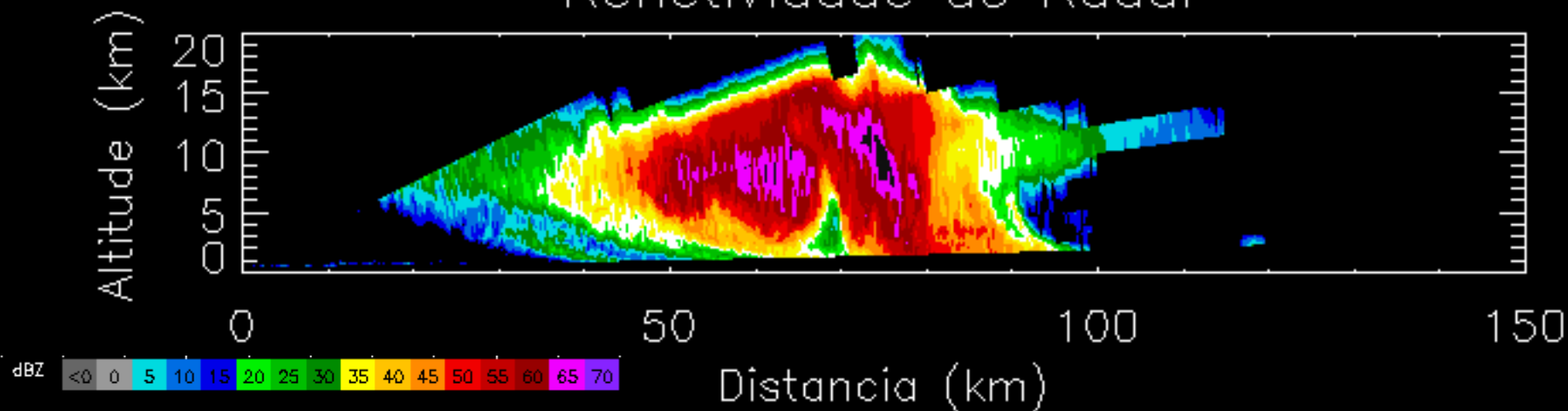
KTLX 31 May 2013 23:00:48 UTC VR Elev: 0.48



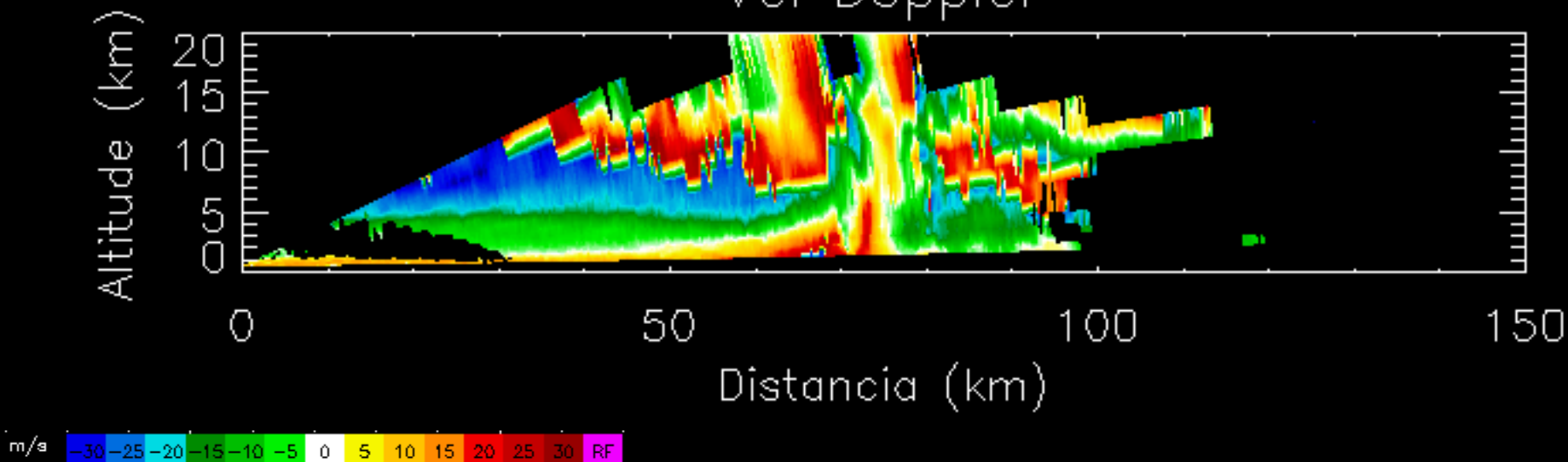
Refletividade do Radar

Velocidade Doppler

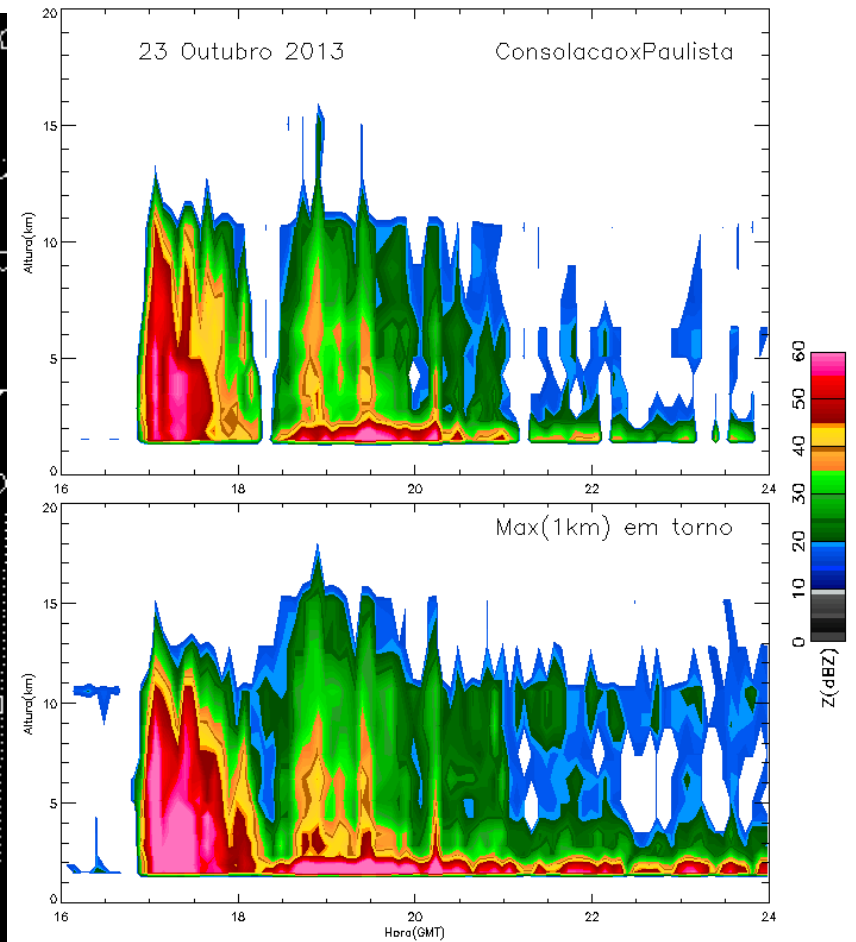
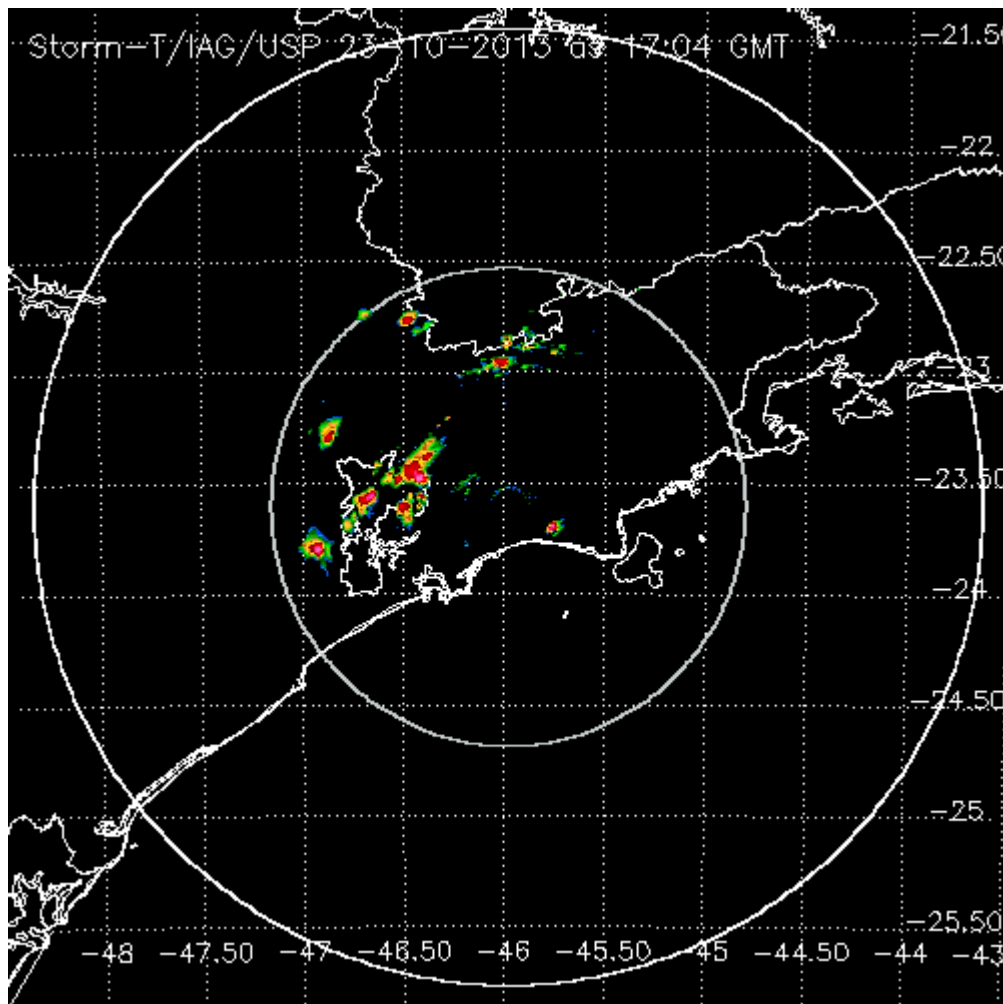
Refletividade do Radar



Vel Doppler

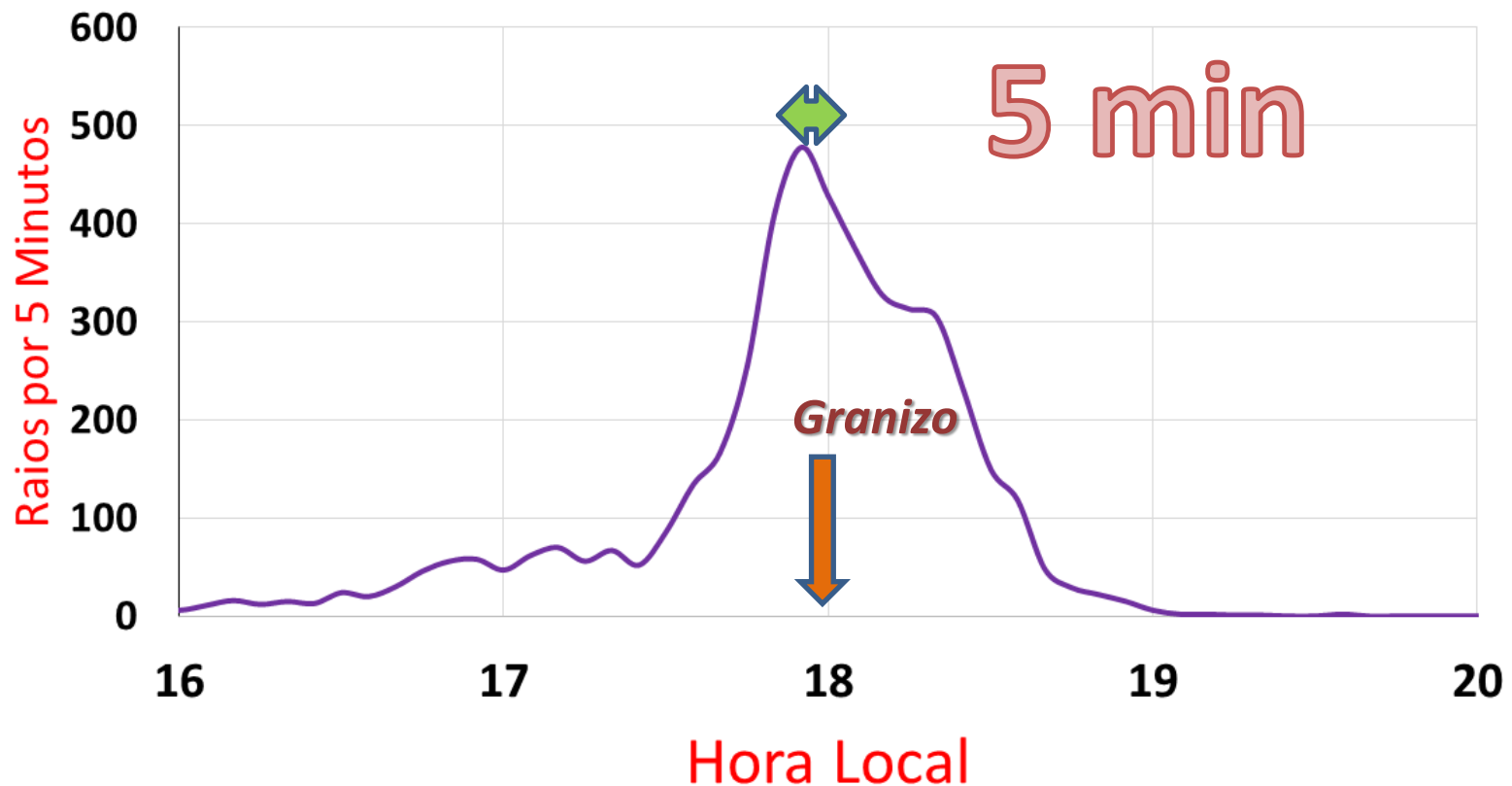


Radar X Granizo

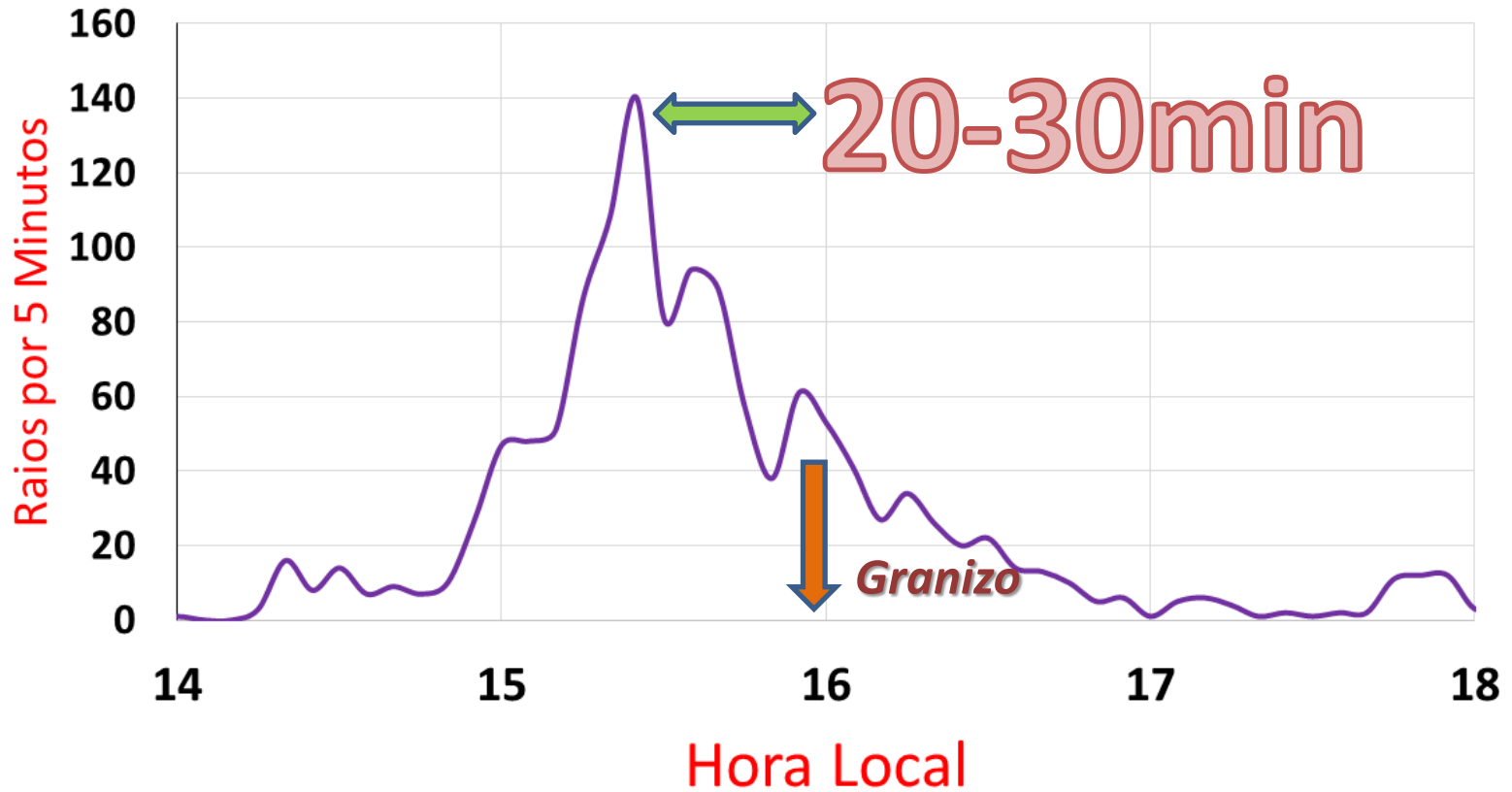


Raios x Granizo

Atividade Elétrica em São Paulo 2014-01-22

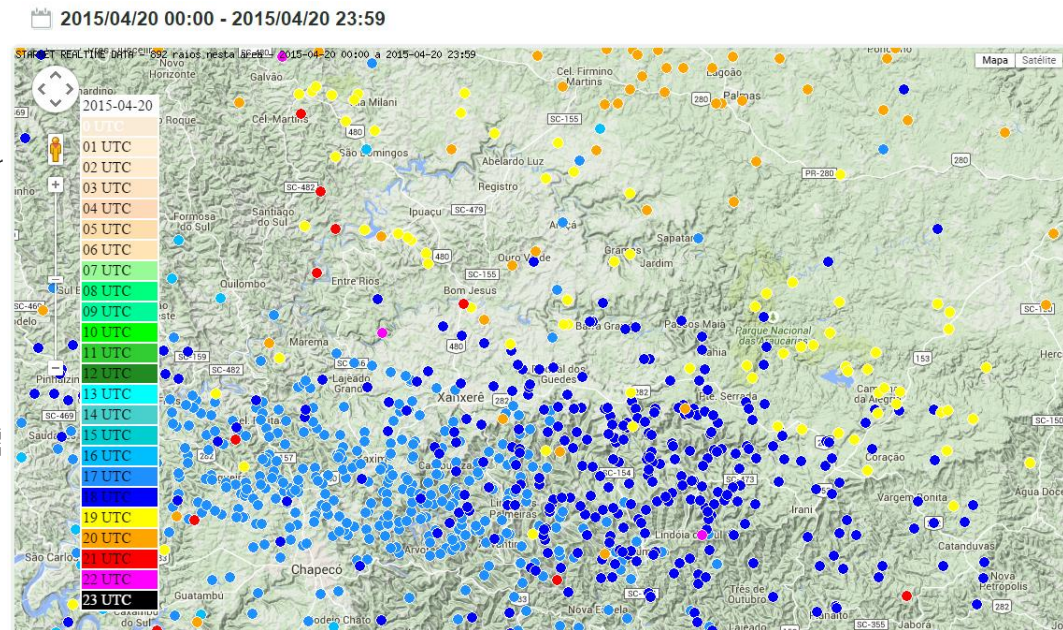
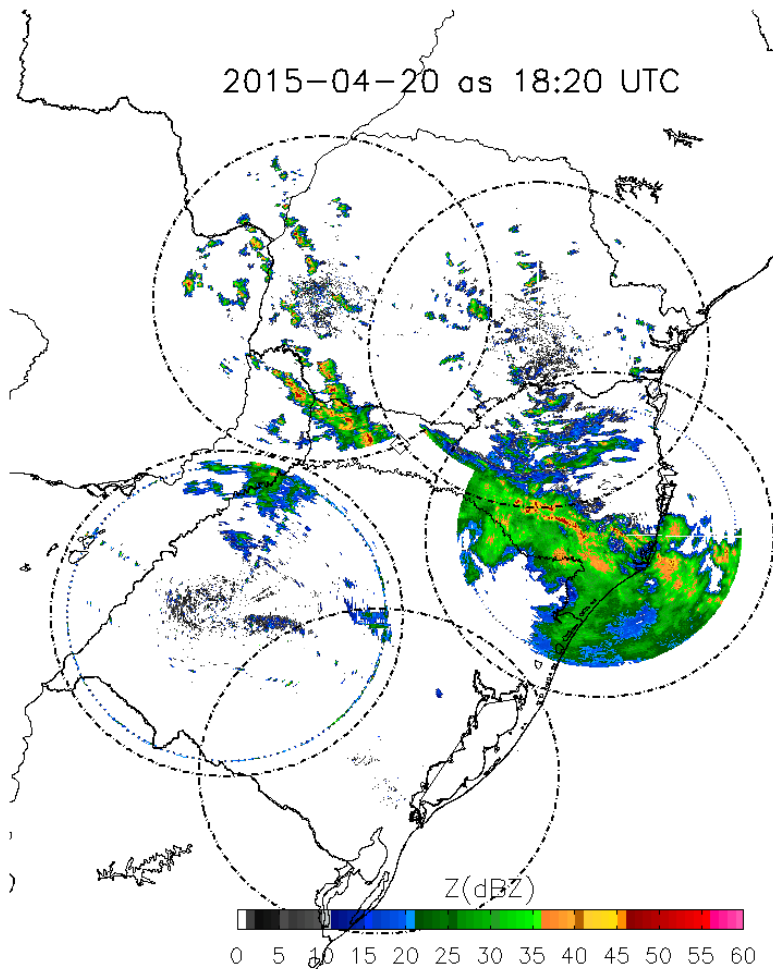


Atividade Elétrica em Belo Horizonte 2014-01-20

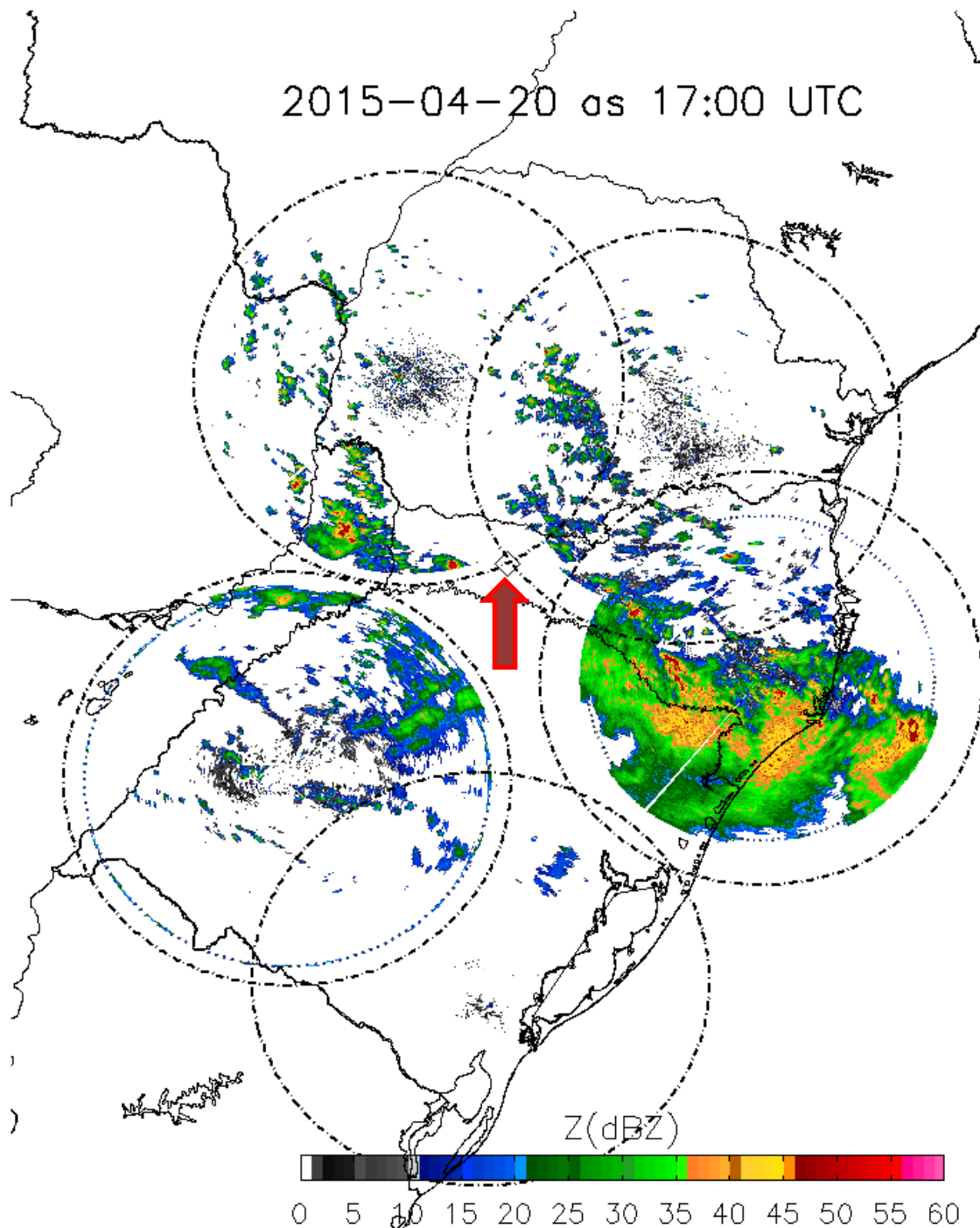


XANXERÊ - 2015

O que foi possível observar no dia 20 de Abril de 2015



2015-04-20 às 17:00 UTC



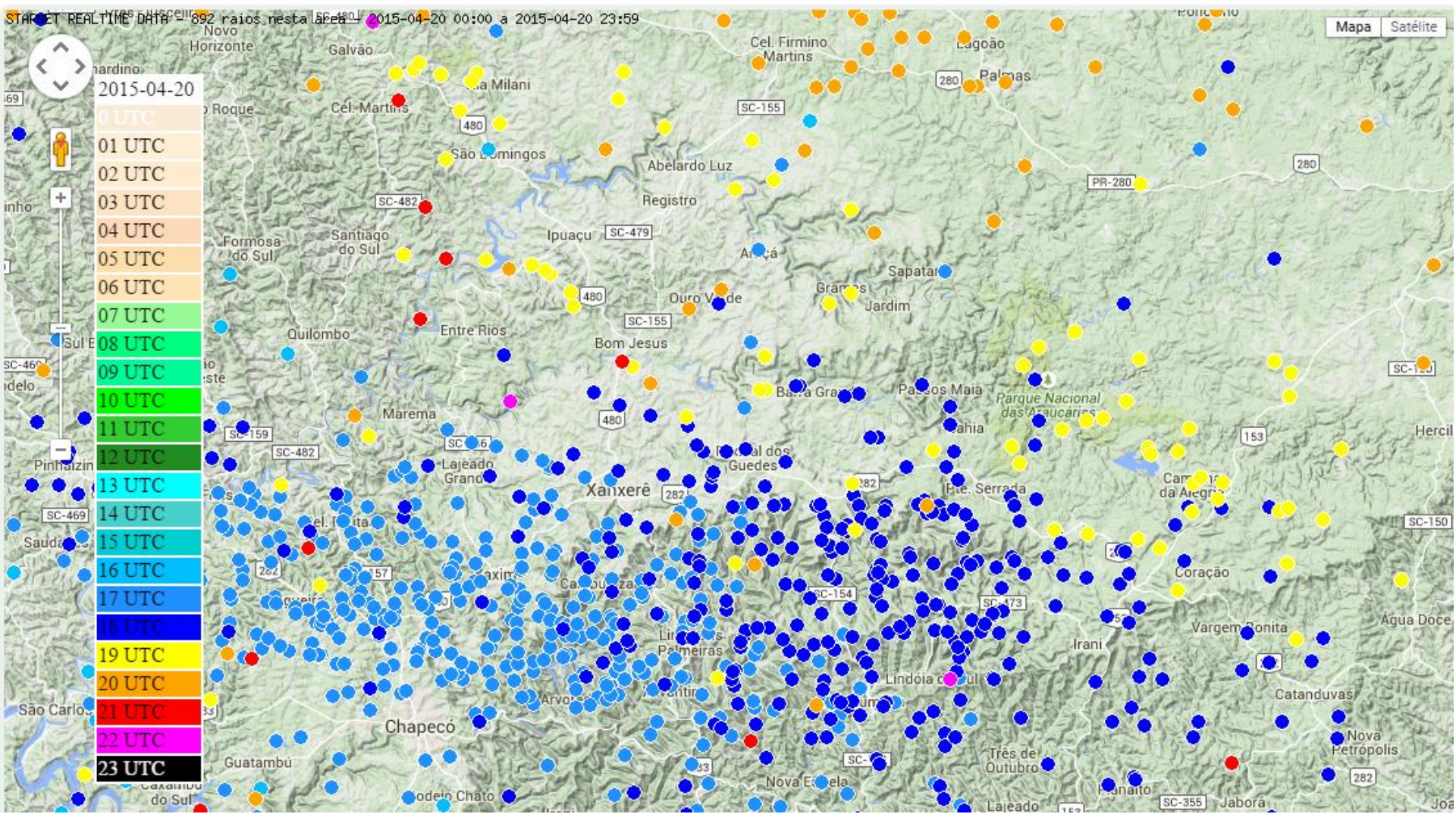
15 e 15:20 hora Local
18 UTC
Atinge Xanxerê

As
16 hora local
19 UTC
Atinge Ponte Serrada

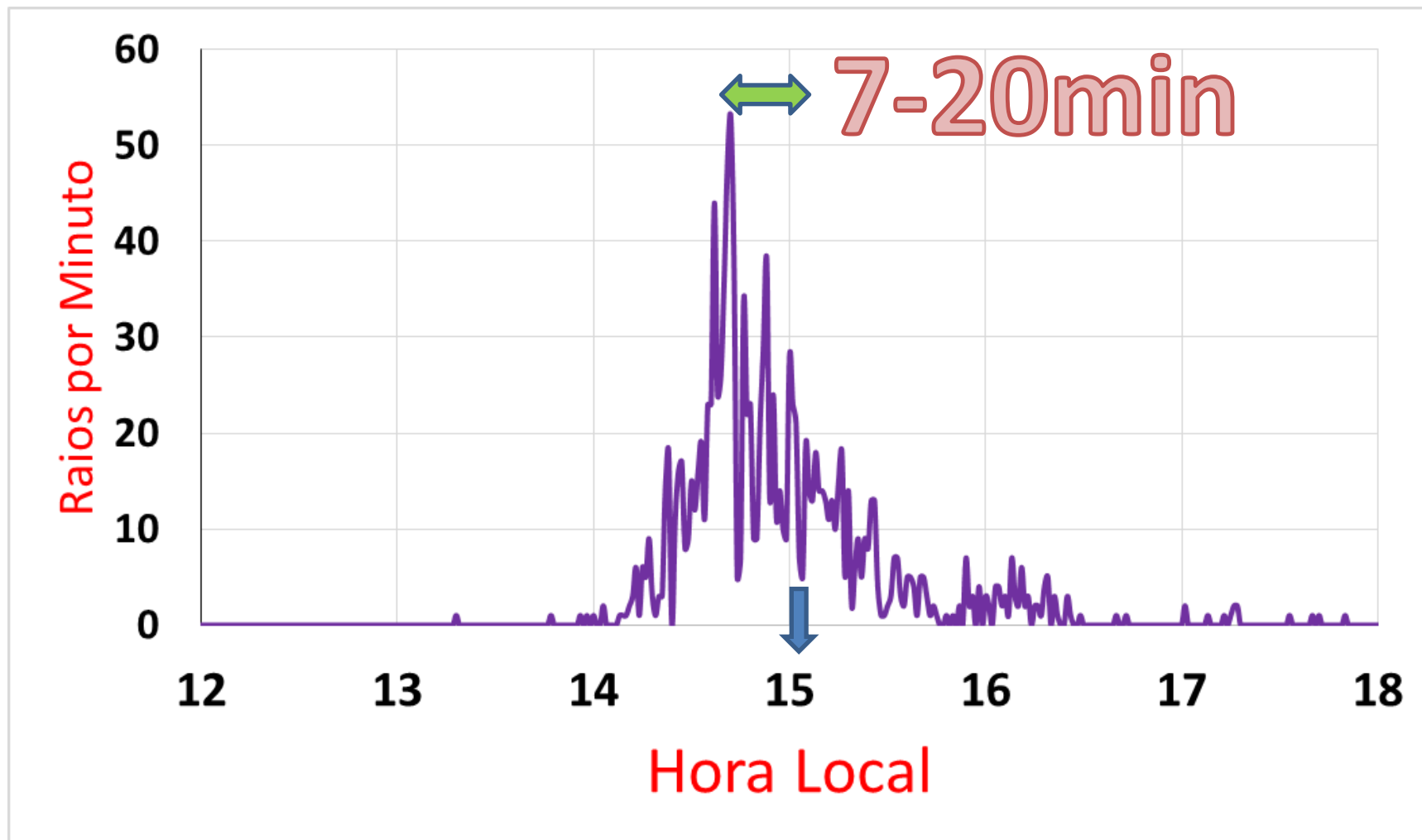
SIMEPAR | Tecnologia e Informações Ambientais

REDEMET

2015/04/20 00:00 - 2015/04/20 23:59



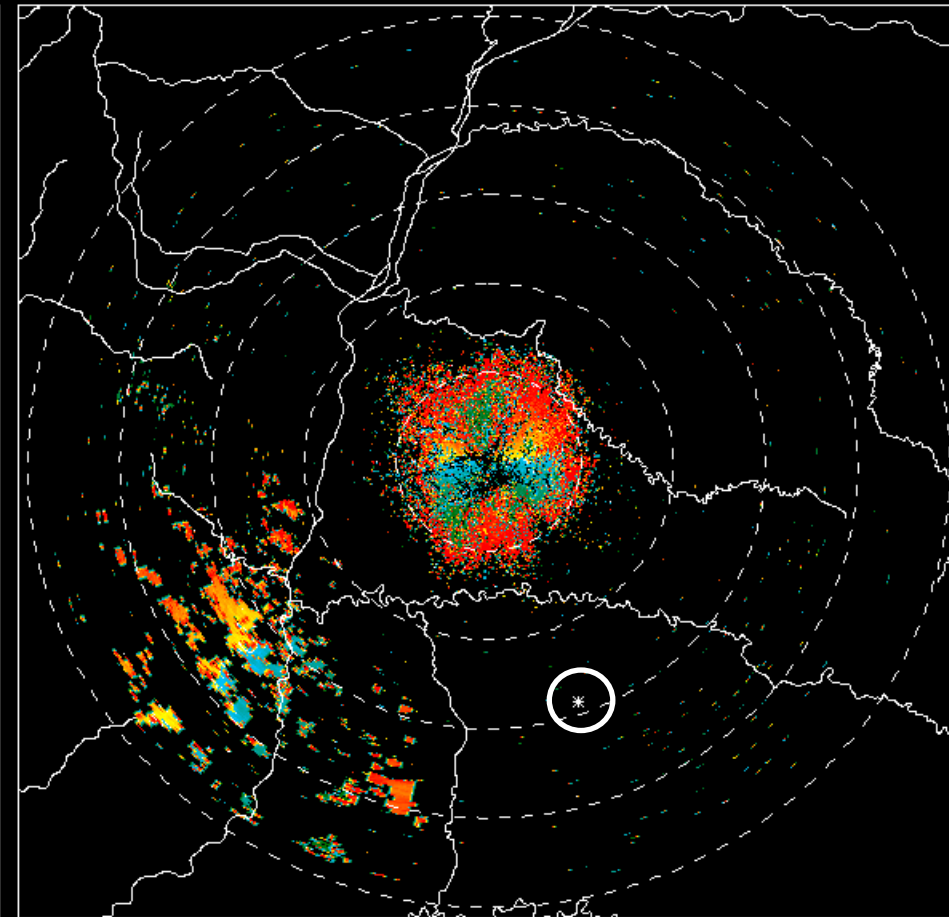
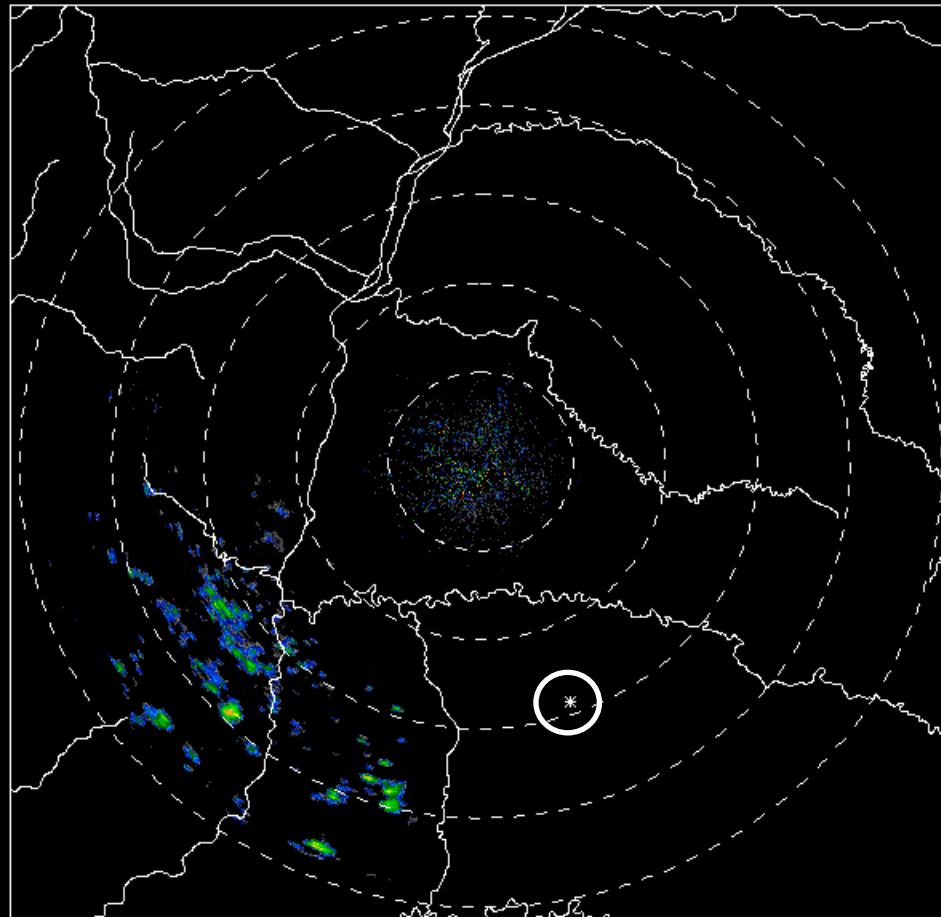
Atividade Elétrica nas proximidades de Xanxerê



Outros Eventos Recentes de Tornado

Francisco Beltrão – 13 Julho 2015

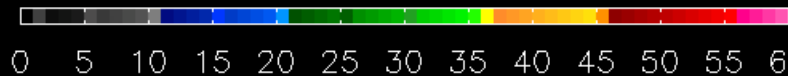
21:53 a 22:07 UTC

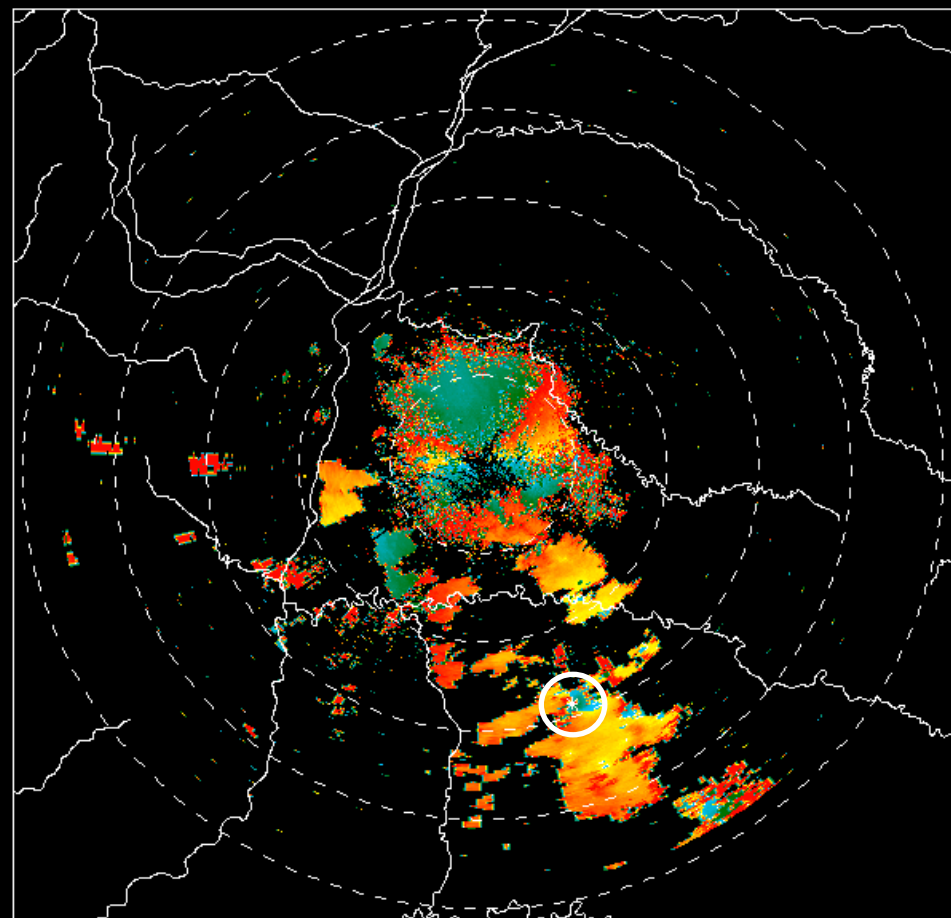
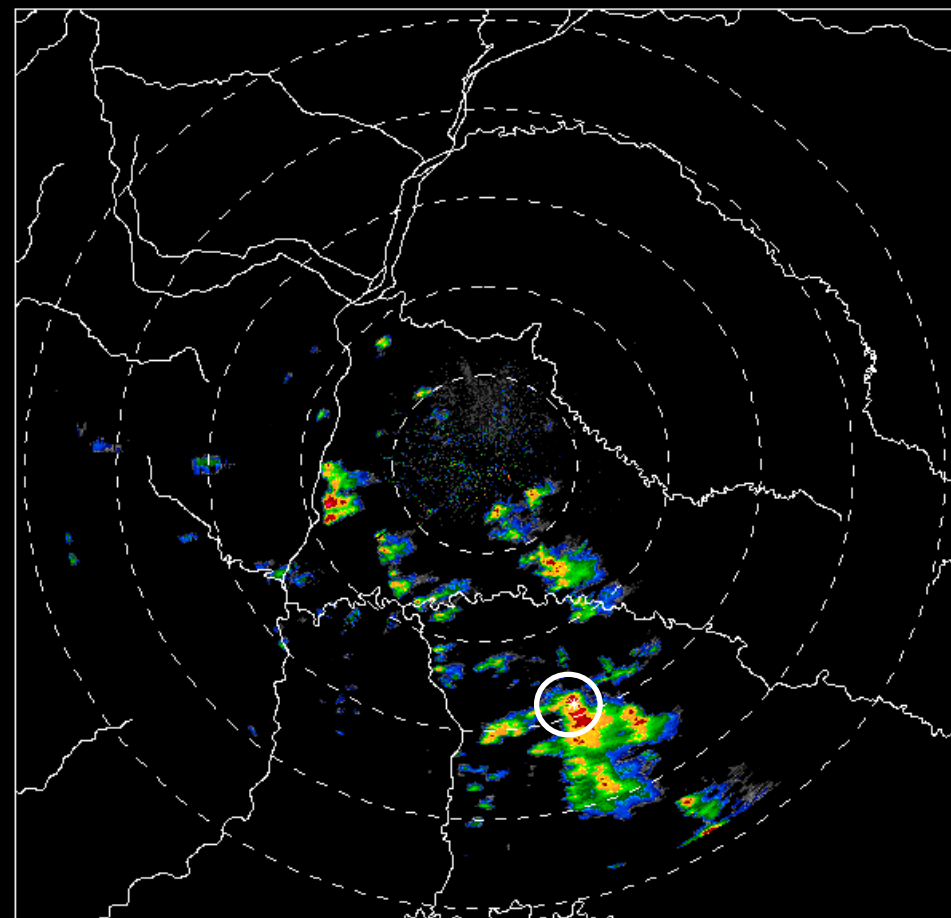


2015-07-13T17:08:00Z

Z(dBZ)

V(m/s)





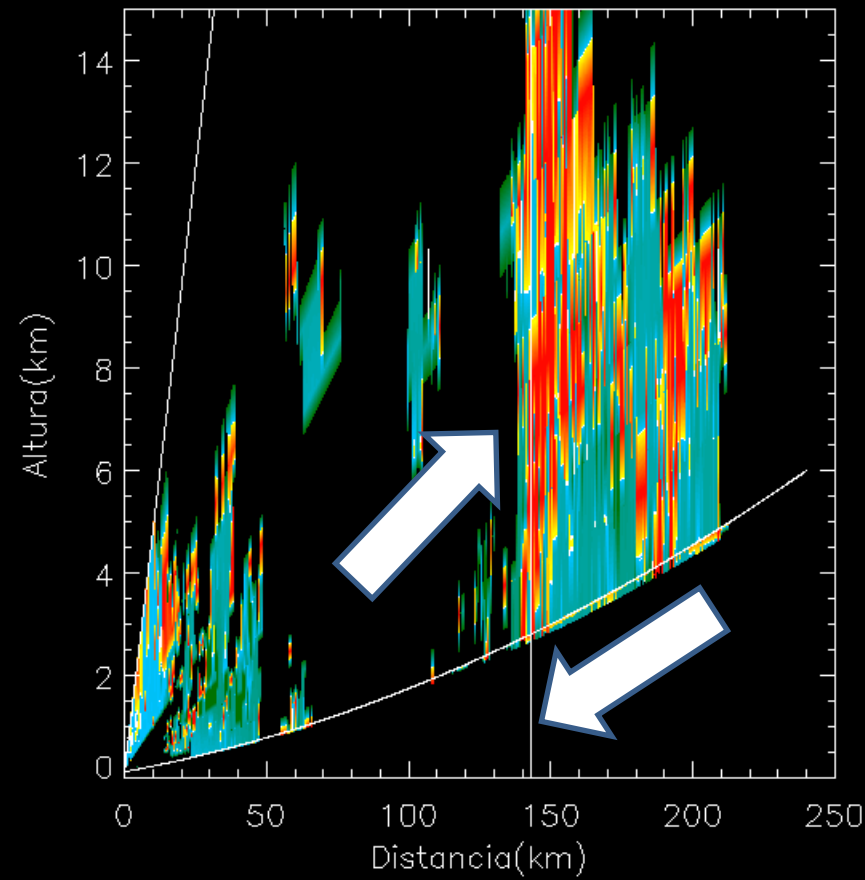
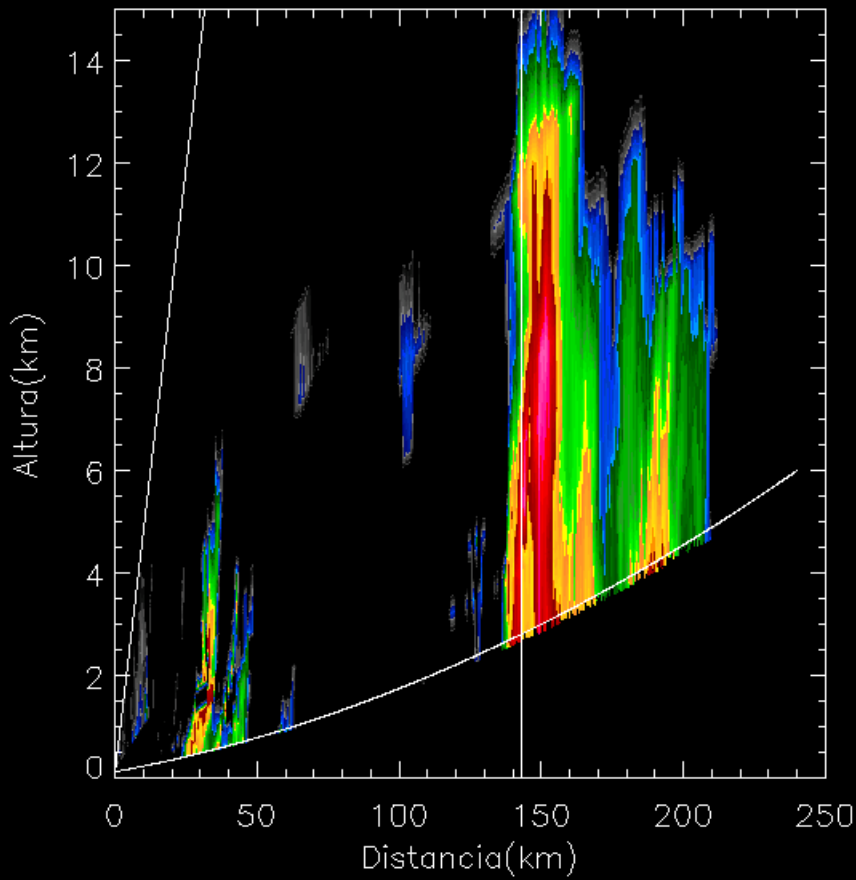
2015-07-13T22:07:56Z

Z(dBZ)

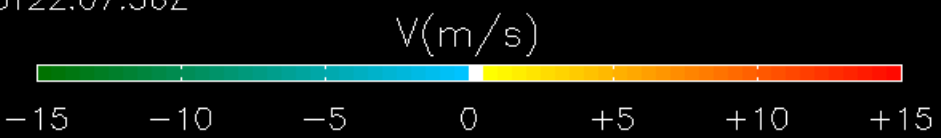
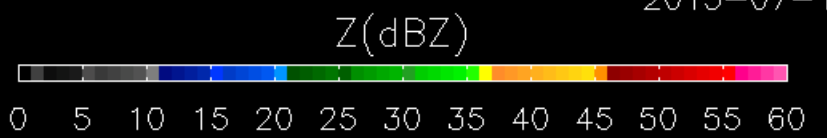
V(m/s)



Radar de Cascavel



2015-07-13T22:07:56Z



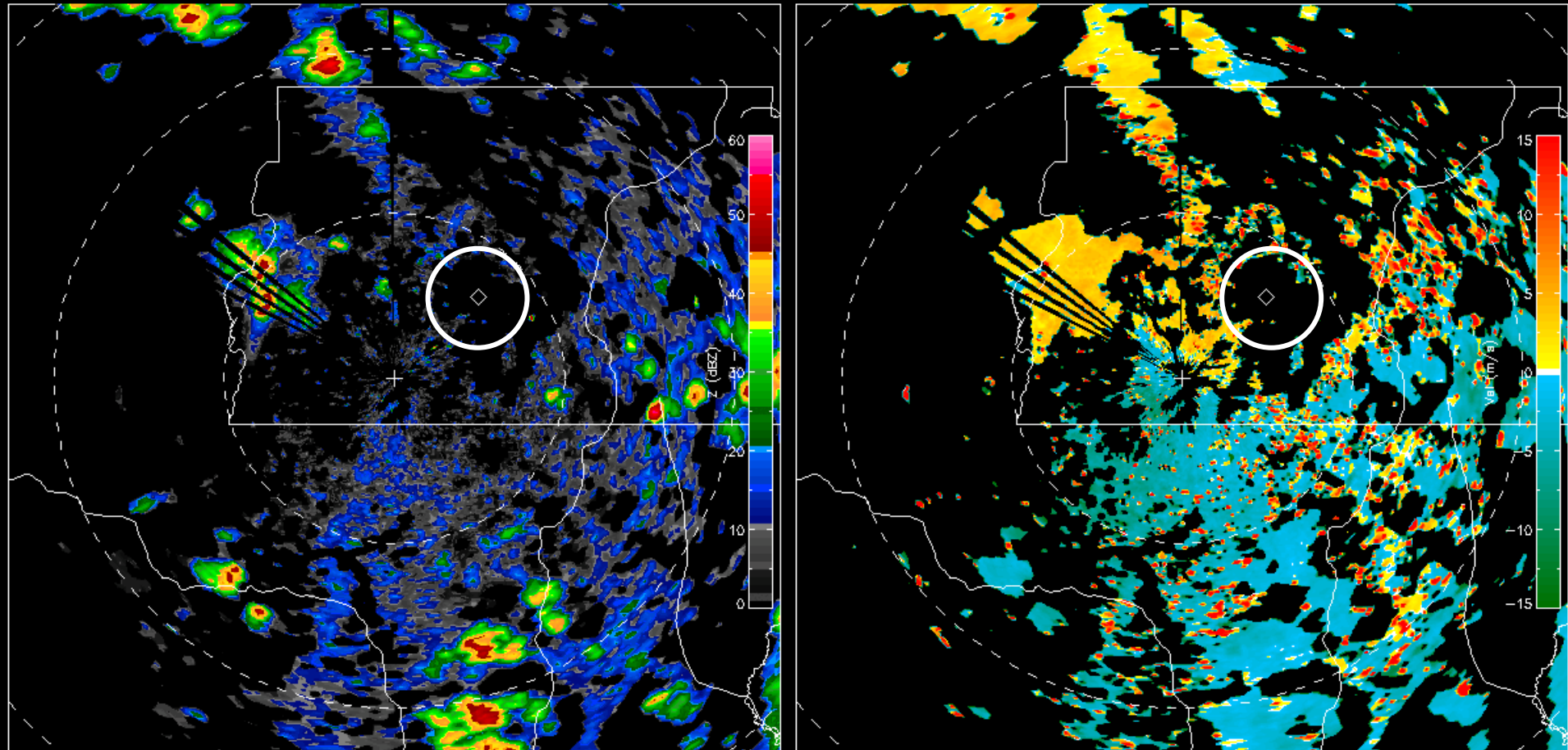
Tornado em Brasília: 1 de Outubro 2014



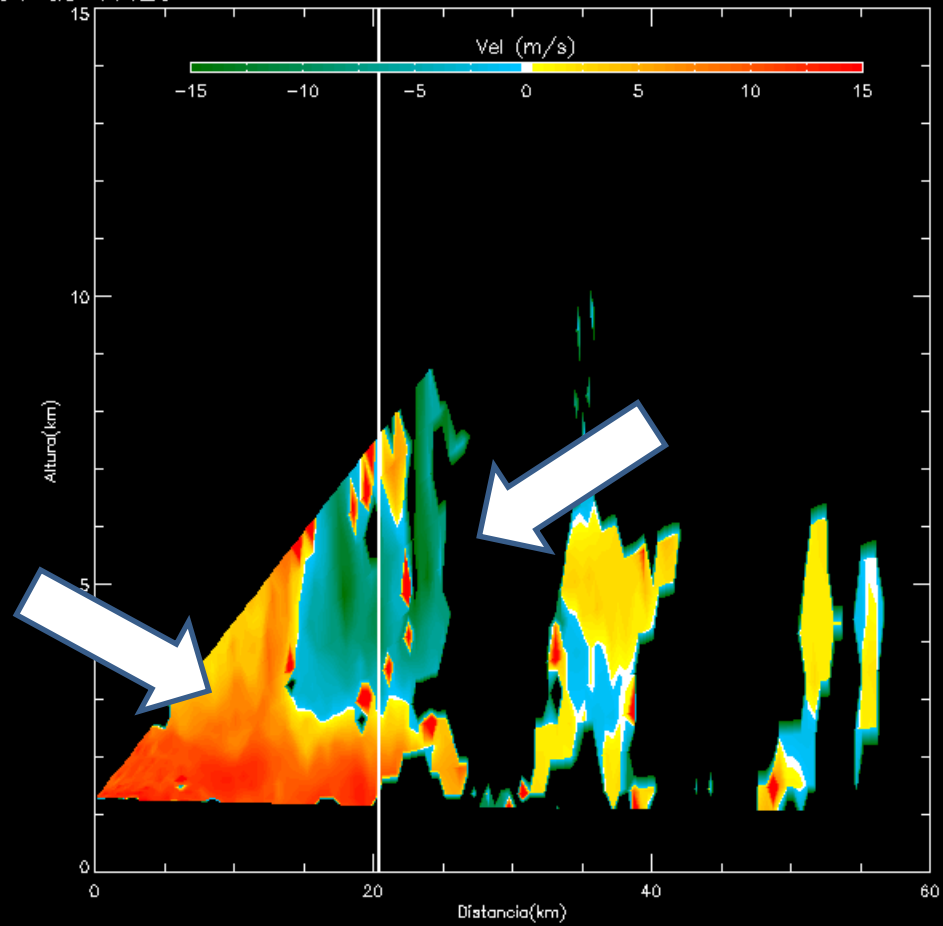
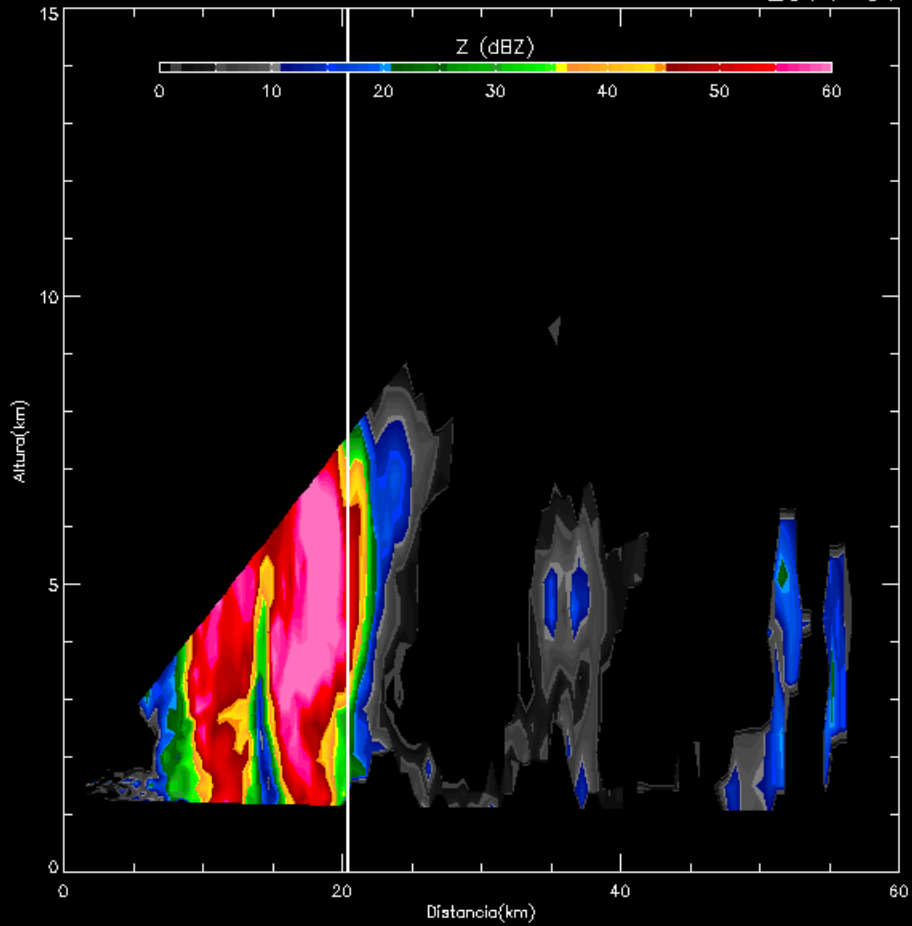
www.ebc.com.br

Entre as 17:15 e 17:45 UTC

2014-01-01 às 15:50

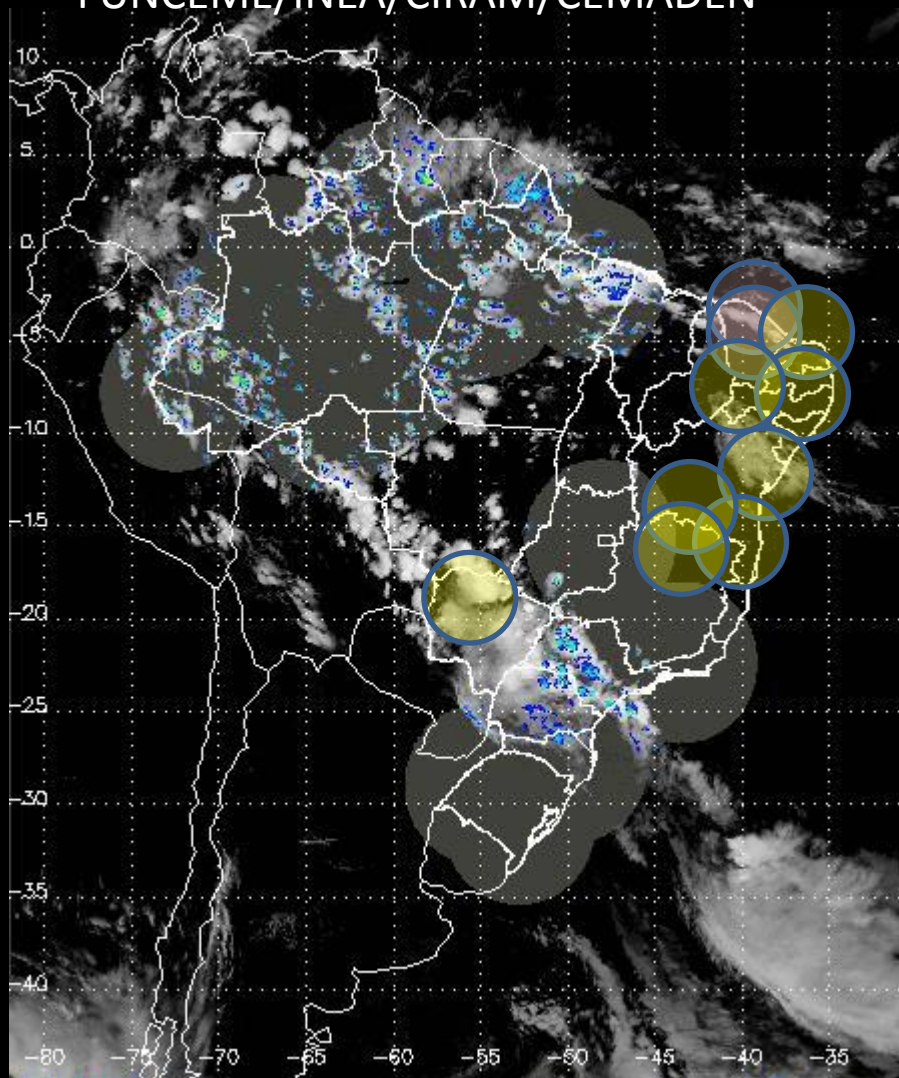


2014-01-01 as 17:20



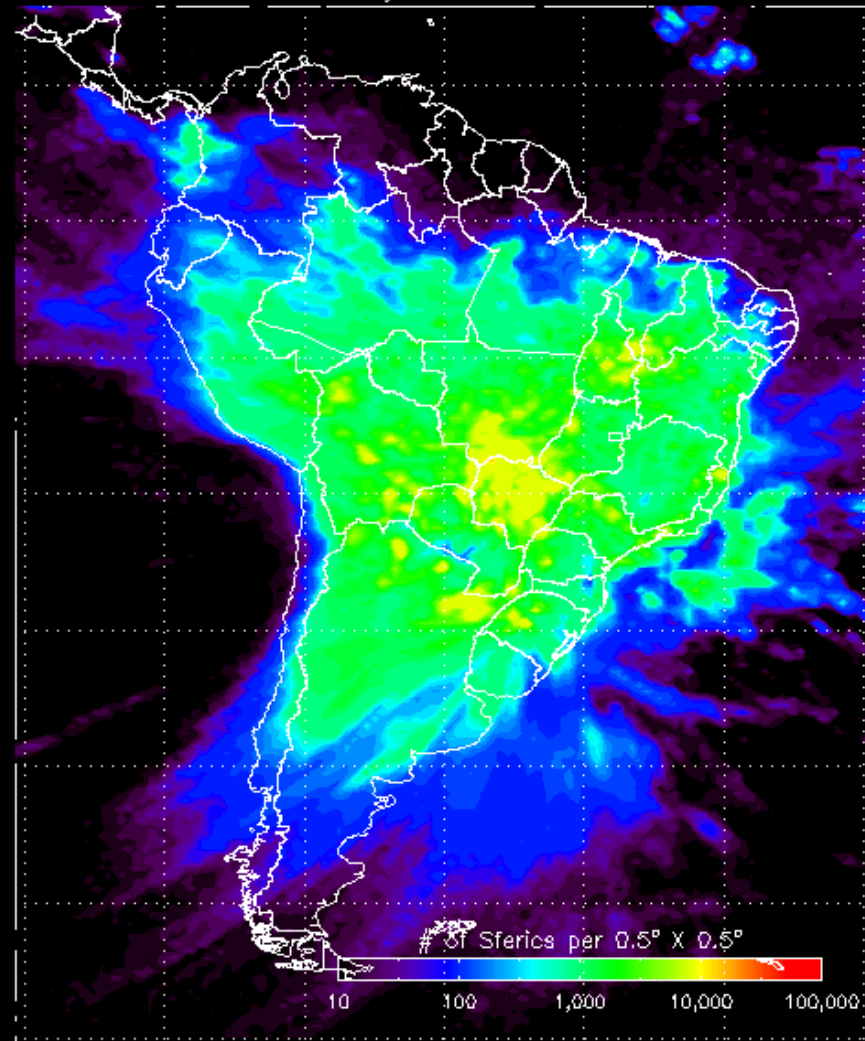
Infraestrutura Atual no Brasil: Rede de Radares e Raios no Brasil

DECEA/SIPAM/SIMEPAR/IPMet/DAEE/
FUNCEME/INEA/CIRAM/CEMADEN



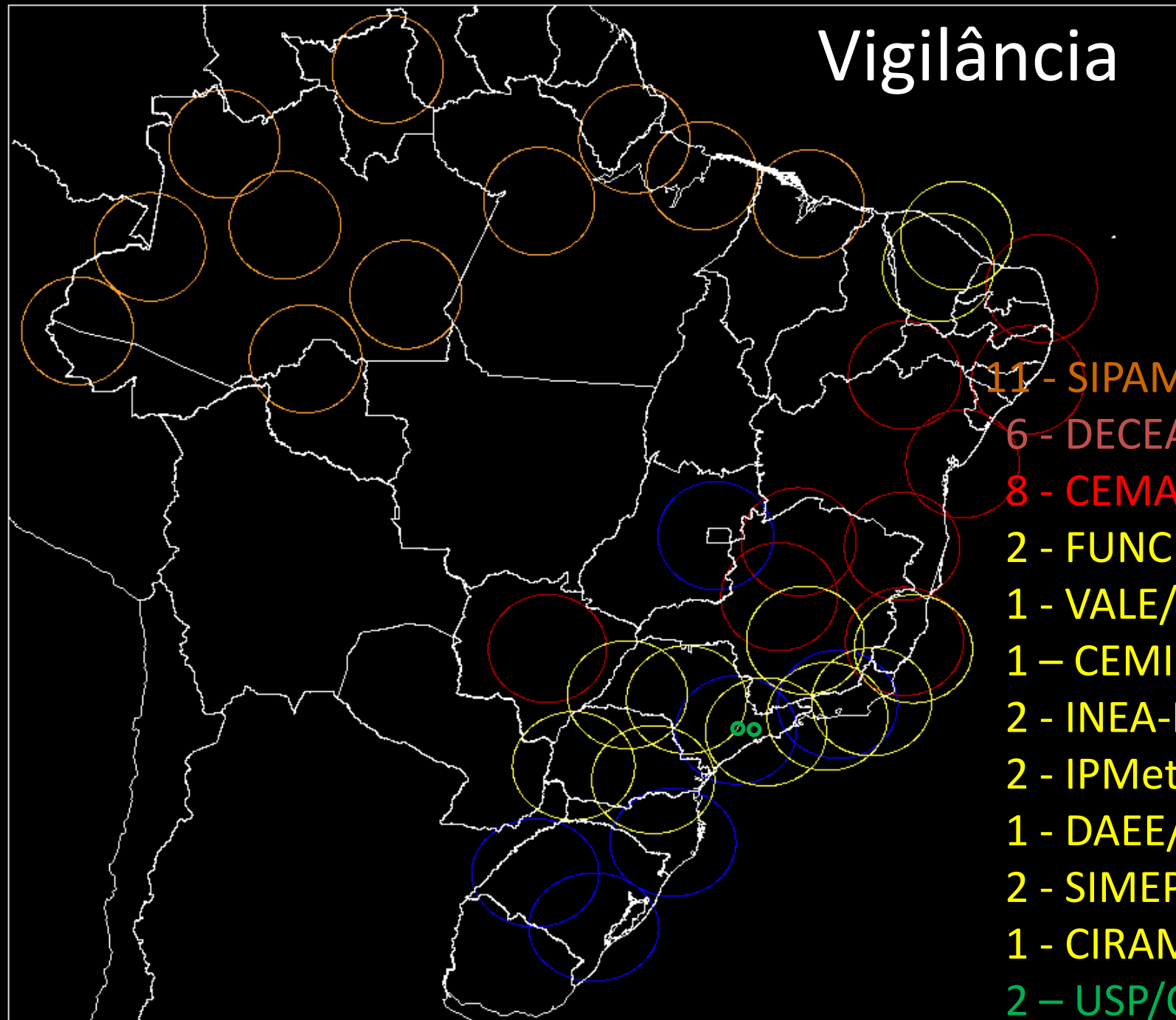
STARNET

STARNET – Monthly Accumulation on 2013–01



Radares Meteorológicos

Vigilância



11 - SIPAM

6 - DECEA

8 - CEMADEN

2 - FUNCEME

1 - VALE/ES **

1 - CEMIG **

2 - INEA-RJ **

2 - IPMet/UNESP

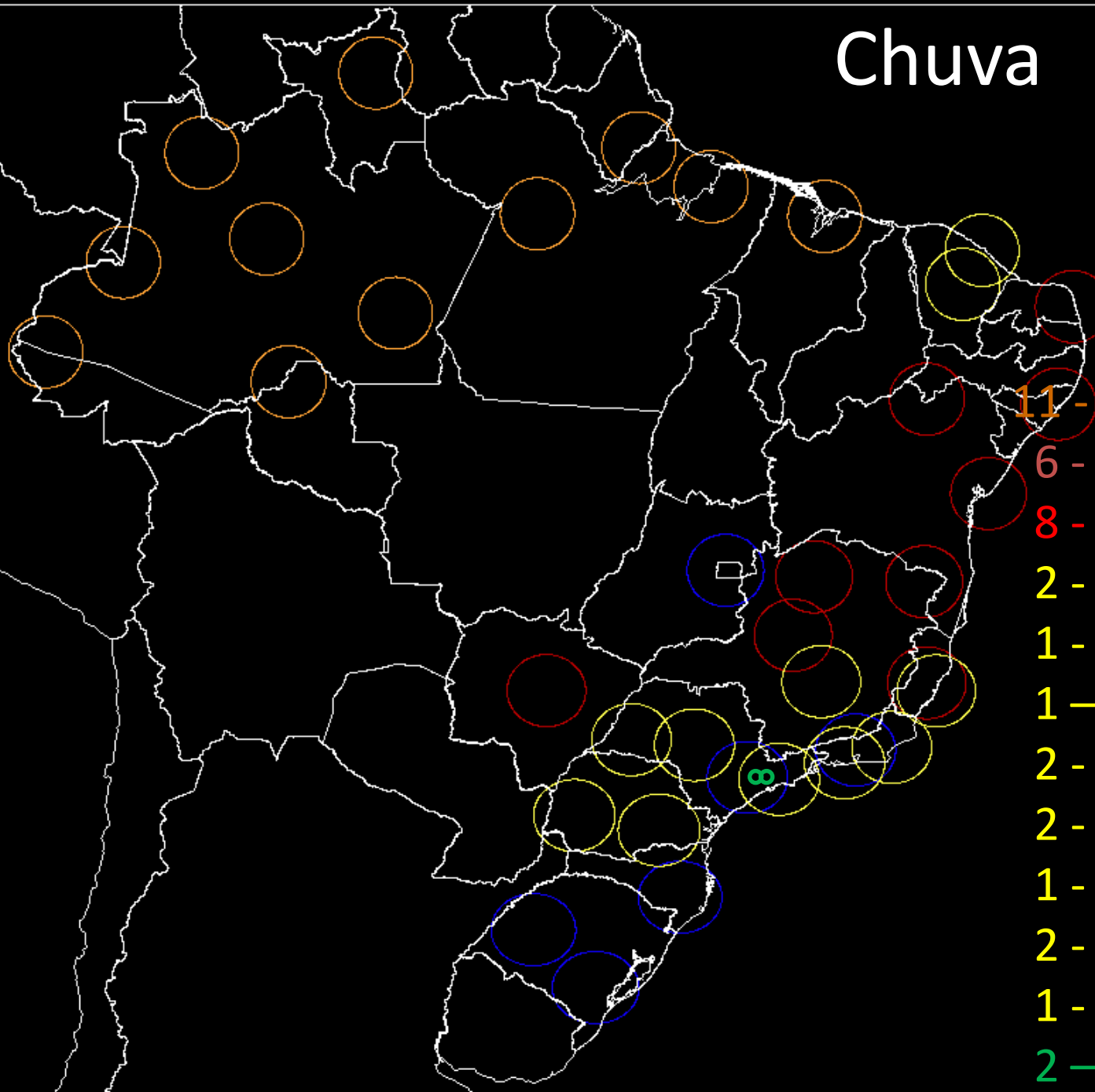
1 - DAEE/CTH

2 - SIMEPAR

1 - CIRAM-SC

2 - USP/Climateempo

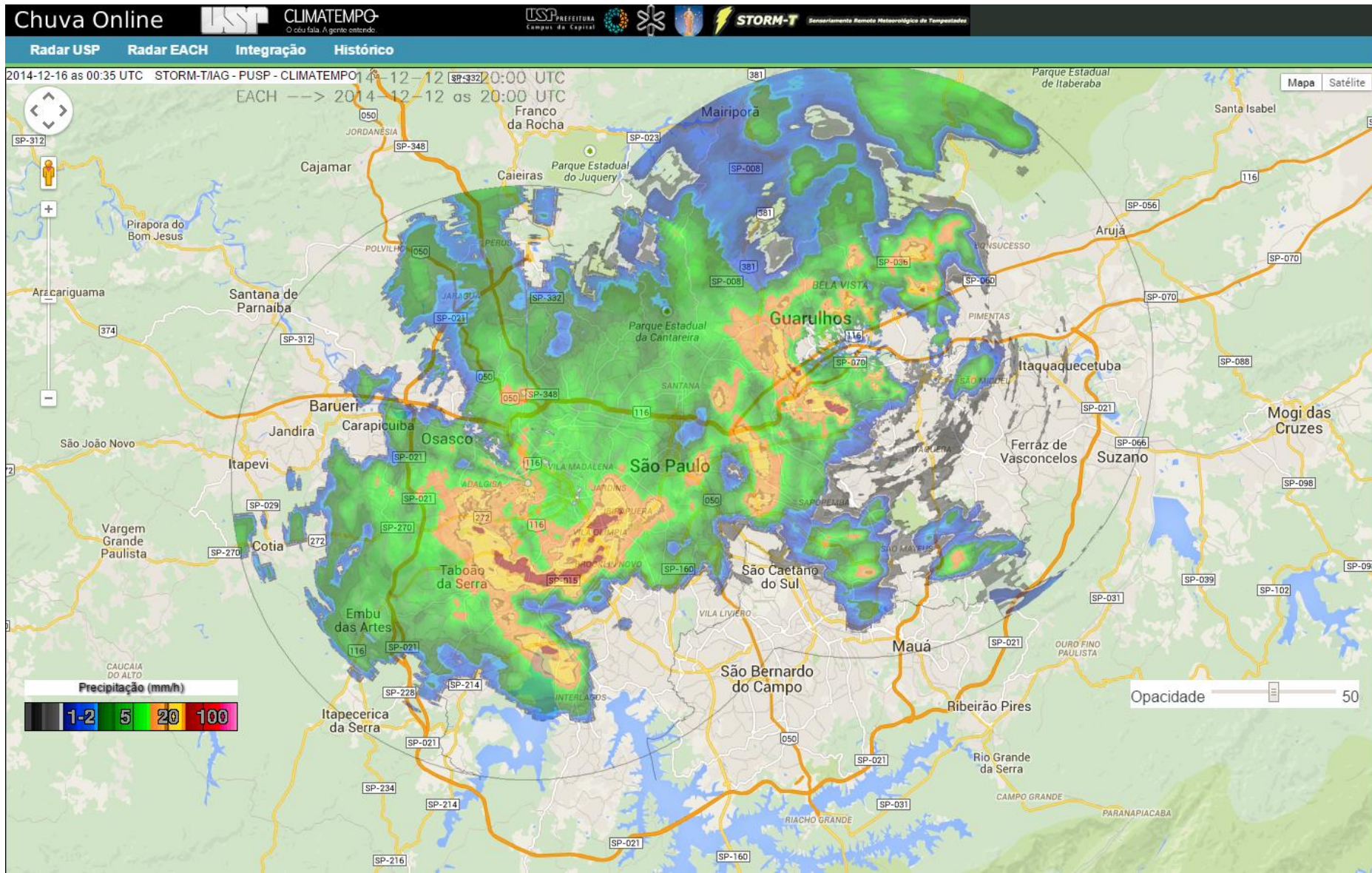
Chuva



- 11 - SIPAM
- 6 - DECEA
- 8 - CEMADEN
- 2 - FUNCEME
- 1 - VALE/ES **
- 1 - CEMIG **
- 2 - INEA-RJ
- 2 - IPMet/UNESP
- 1 - DAEE/CTH
- 2 - SIMEPAR
- 1 - CIRAM-SC
- 2 - USP/Climateempo

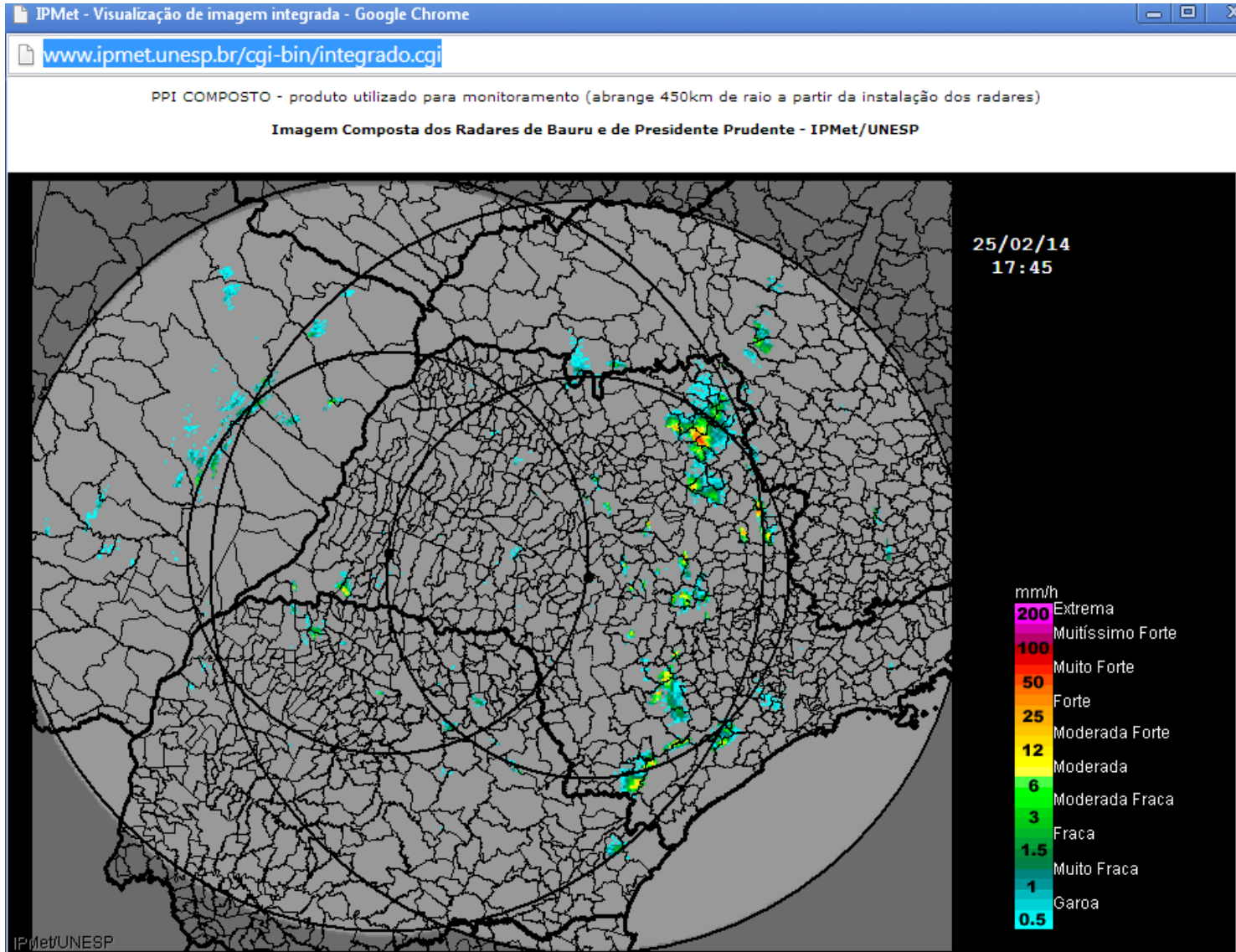
USP - ChuvaOnline

<http://chuvaonline.iag.usp.br>



IPMet/UNESP/Baurú

<http://www.ipmet.unesp.br>



Baurú
Presidente
Prudente

DECEA/INPE/USP/IPMet-UNESP

<http://sigma.cptec.inpe.br/radar/>

The screenshot displays the website interface for radar precipitation data. At the top, the header includes the logo of the "Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais" and the title "PRECIPITAÇÃO POR RADAR". A search bar and login fields are present on the right. The main content area features a map of South America with radar data overlaid, showing precipitation intensity in various colors (green, yellow, orange, red). The map includes state boundaries and labels for states like Goiás, Minas Gerais, São Paulo, and Rio de Janeiro. A sidebar on the left lists radar stations and map layers. A right sidebar contains links to various applications and information. The bottom of the page features a "Perguntas Frequentes" section and a "Dados Anteriores" button.

Home Radar

- Radar Gama
- Radar Pico do Couto
- Radar Morro da Igreja
- Radar São Roque
- Radar Santiago
- Radar Canguçu
- Radar Bauru
- Radar Presidente Prudente
- Radar Paraguai

Camadas

- Canal 1 - GOES 13
- Canal 4 - GOES 13
- Contorno

Como os radares mostrados nesta página não pertencem ao CPTEC não podemos nos responsabilizar por eventuais ausências de dados.

Perguntas Frequentes

Dados Anteriores

Aplicativos

- Animações
- Banco de Imagens
- GIS - Sigma
- Produtos Google Earth
- Treinamento a Distância
- Download

Informações e Novidades

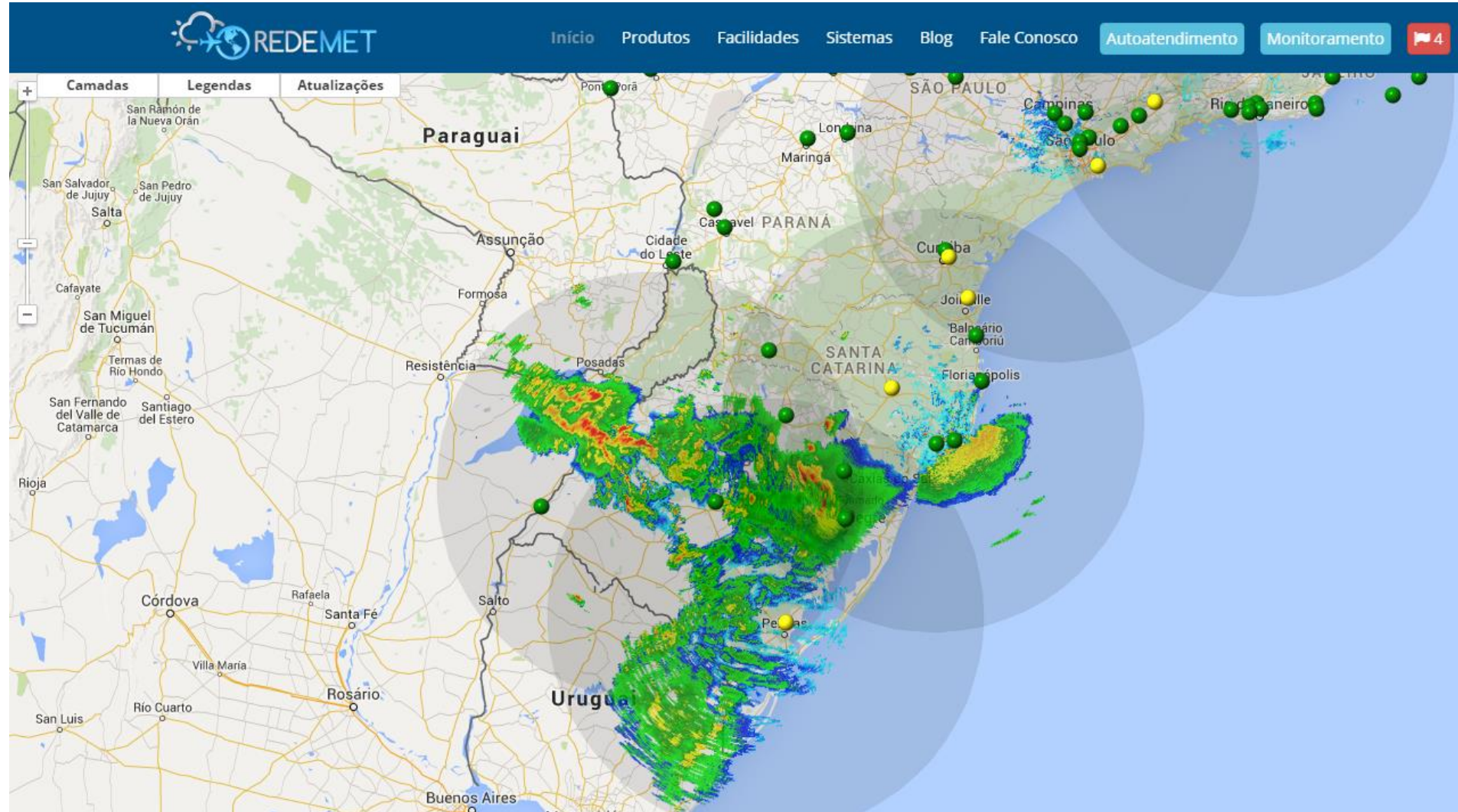
2013.12.20
Novo Relatório GEONETCAST

2013.12.10
Nova animação de Imagens

Nova ANIMAÇÃO
Versão JavaScript

DECEA/RedeMet

<http://www.redemet.aer.mil.br/>



GEO-RIO / CLIMATEMPO

<http://www.climatempo.com.br/alerta-rio/radar.php>

→ www.climatempo.com.br/alerta-rio/radar.php

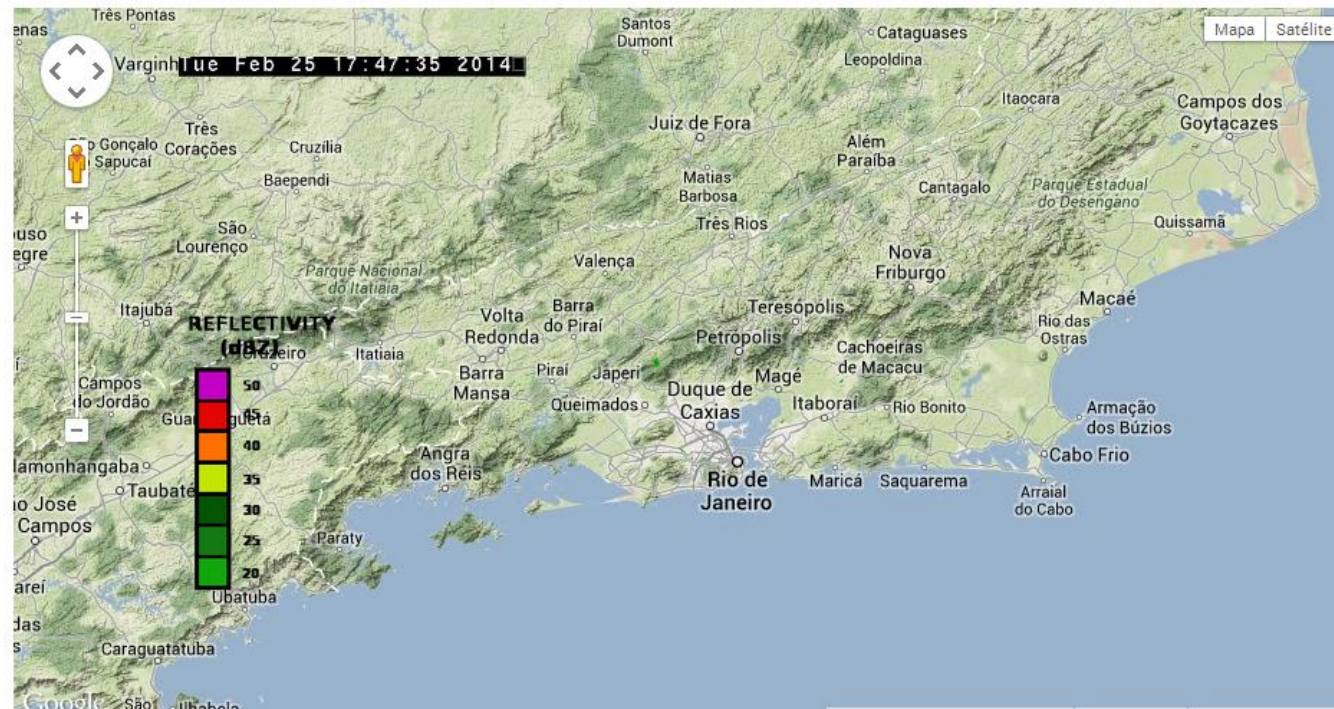
 CLIMATEMPO Sistema AlertaRio



HOME NOTÍCIAS RADAR METEOROLÓGICO MAPA DE CHUVA PROB. DE ESCORREGAMENTOS CONDIÇÃO DAS CHUVAS CONVÊNIO

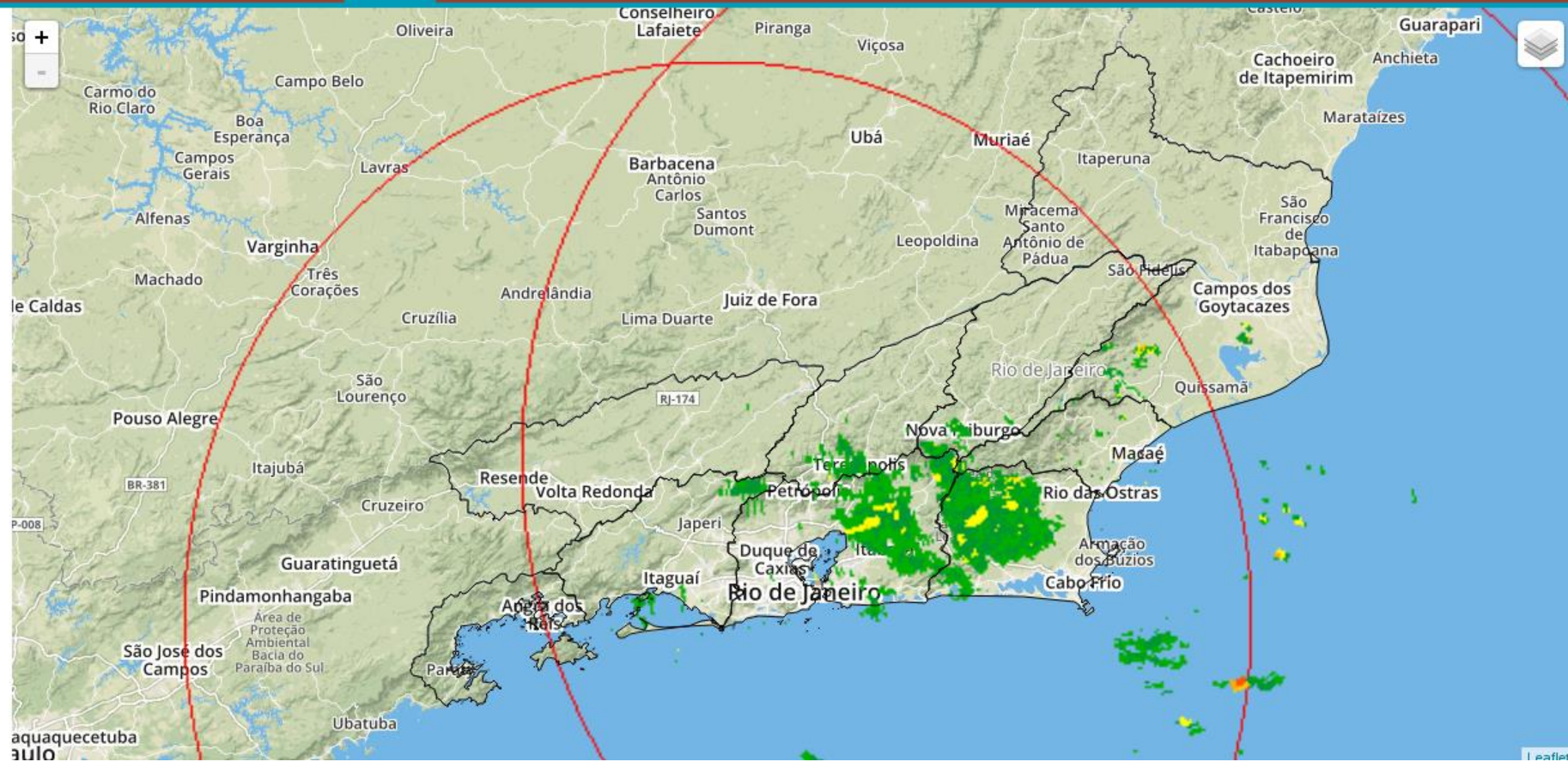
Radar Meteorológico

 294  1.160  Like  Share 12k



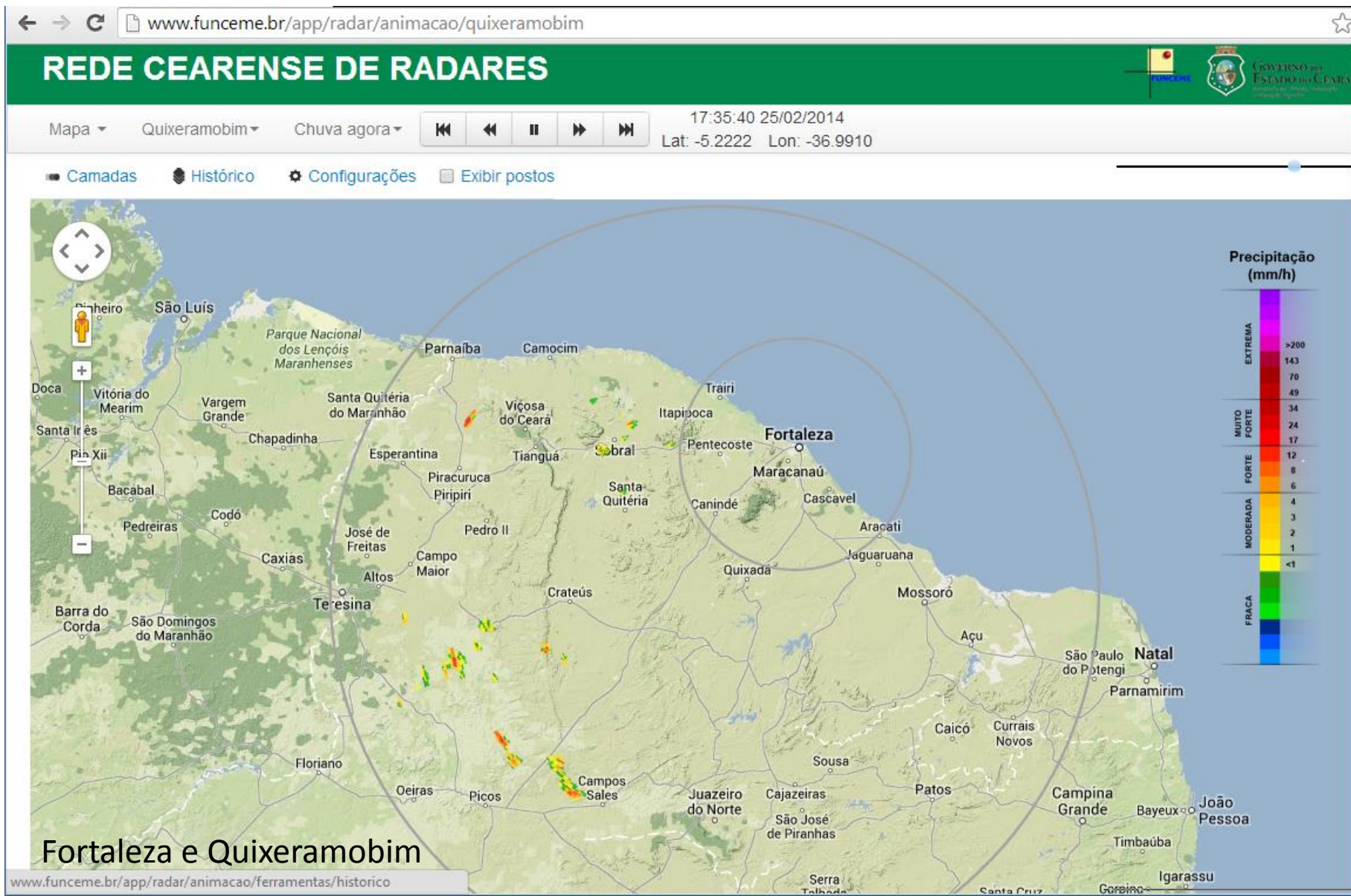
INEA – www.alertadecheias.com.br/chuva/bacial.html

ESTAÇÕES INEA ESTAÇÕES CONVENIADAS MAPA DÚVIDAS E CONTATO



FUNCEME -

<http://www.funceme.br/app/radar>



SIPAM

<http://sosamazonia.sipam.gov.br/>

← → ↻ www3.sipam.gov.br/RADAR2.HTML

SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA
Radares Meteorológicos

Manaus, terça-feira, 25 de fevereiro de 2014.

RADAR

- Página Principal
- Manaus
- Belém
- Tabatinga
- Tefé
- Cruzeiro do Sul
- Macapá
- Santarém
- Porto Velho
- São Gabriel da Cachoeira
- Boa Vista
- São Luís
- Mosaico

ARQUIVO

- Histórico de Imagens

MANAUS
Radar em manutenção!

BELEM
Radar em manutenção!

TABATINGA
Radar em manutenção!

TEFE
Radar em manutenção!

CRUZEIRO DO SUL
Radar em manutenção!

MACAPÁ
Radar em manutenção!

SANTAREM
Radar em manutenção!

PORTO VELHO
Radar em manutenção!

SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA
Radar em manutenção!

BOA VISTA
Radar em manutenção!

SÃO LUÍS
Radar em manutenção!

MONITORAMENTO E AVISOS

SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA
Radares Meteorológicos

Manaus - terça-feira, 25 de fevereiro de 2014.

RADAR

- Página Principal
- MAXCAPPI
- MAXCAPPI - 2km
- MAXCAPPI - 3.1km
- MAXCAPPI - 5.5km
- MAXCAPPI - 7.3km
- MAXCAPPI - 10.4km

ARQUIVO

- Histórico de Imagens

OPCOES DE IMAGEM

- Divisão Estadual
- Divisão Municipal
- Sede Municipal
- Meso Regiões
- Micro Regiões
- Municípios
- Estados
- Aeroportos
- Hidrografia
- Rodovias
- Relevo
- Circulos

SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA
Radares Meteorológicos

Manaus - terça-feira, 25 de fevereiro de 2014.

RADAR

- Página Principal
- MAXCAPPI
- MAXCAPPI - 2km
- MAXCAPPI - 3.1km
- MAXCAPPI - 5.5km
- MAXCAPPI - 7.3km
- MAXCAPPI - 10.4km

ARQUIVO

- Histórico de Imagens

OPCOES DE IMAGEM

- Divisão Estadual
- Divisão Municipal
- Sede Municipal
- Meso Regiões
- Micro Regiões
- Municípios
- Estados
- Aeroportos
- Hidrografia
- Rodovias
- Relevo
- Circulos

RADAR - BELEM

Fechar e Voltar ao Menu

-1 +1

Parar

Avançar

Voltar

Velocidade de Varredura

<< >>

Imagem Nº

Omitir Imagens: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

MAXCAPPI BELEM

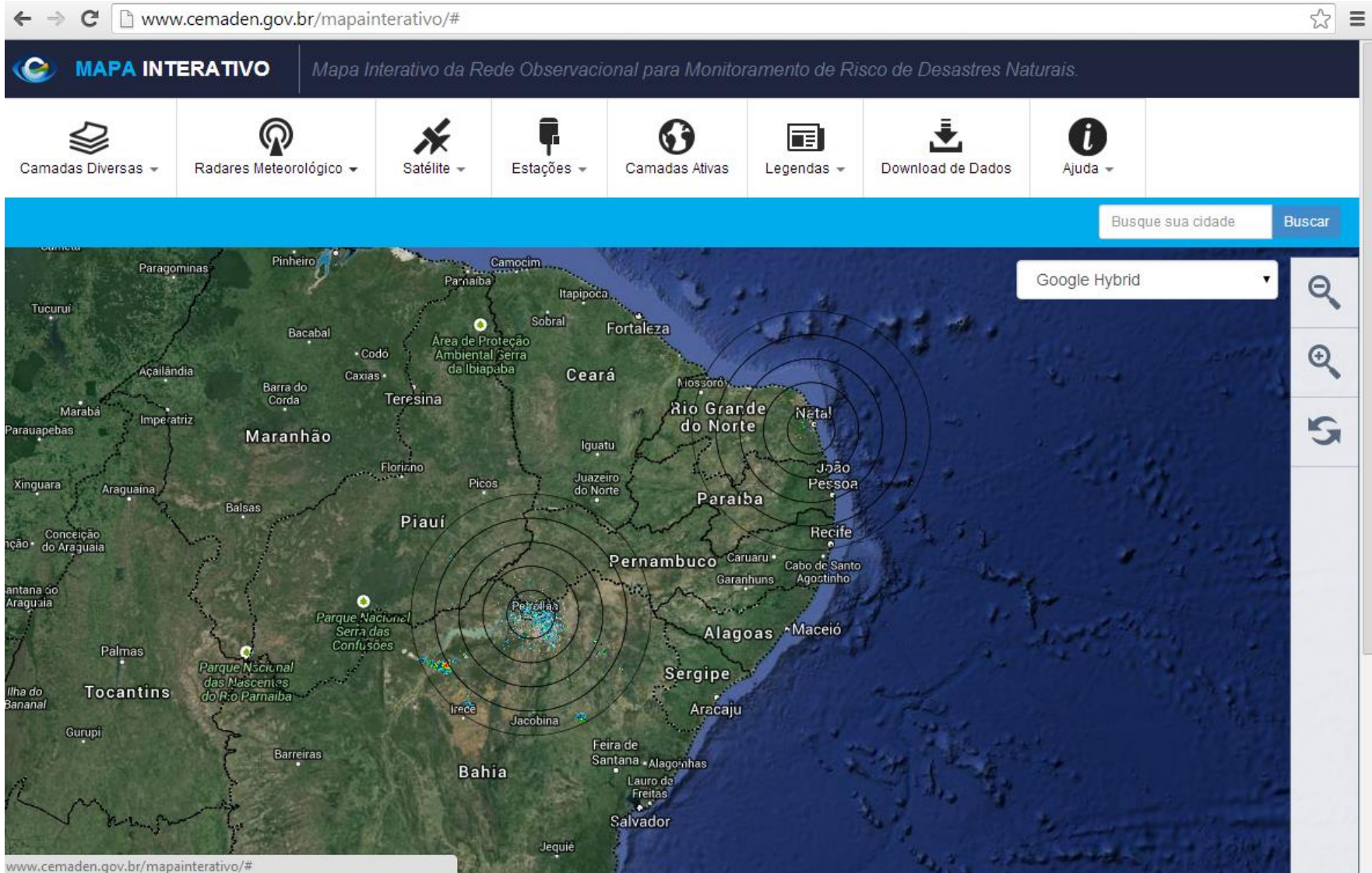
dBZ

- 70
- 65
- 60
- 55
- 50
- 45
- 40
- 35
- 30
- 25
- 20
- 15
- 10
- 05

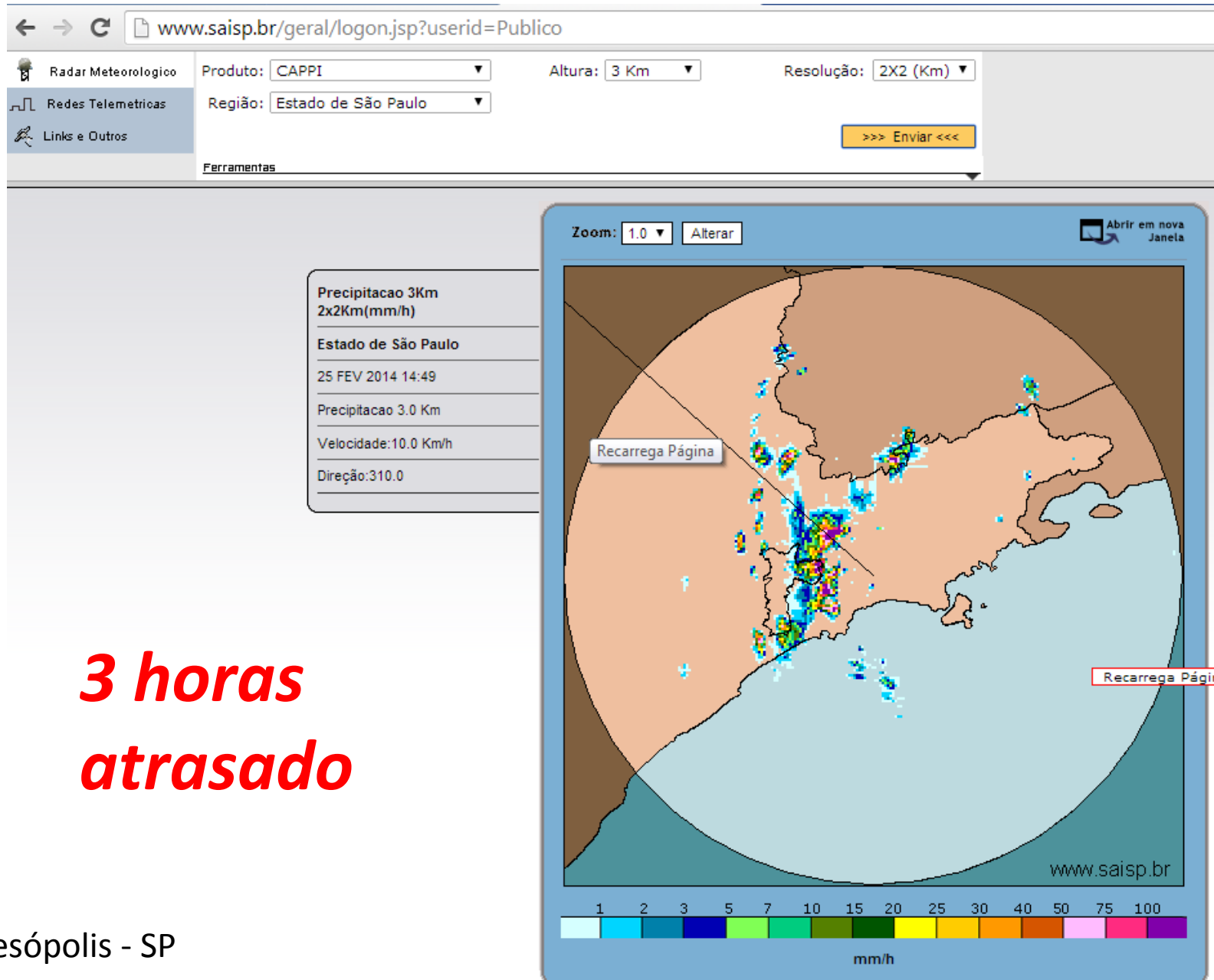
MAXCAPPI (Max Cappi)

É um produto do radar meteorológico que fornece em projeções cartesianas, nas direções vertical, norte-sul e leste-oeste, os máximos valores de refletividade, obtidos através de uma varredura volumétrica.

CEMADEN <http://www.cemaden.gov.br>

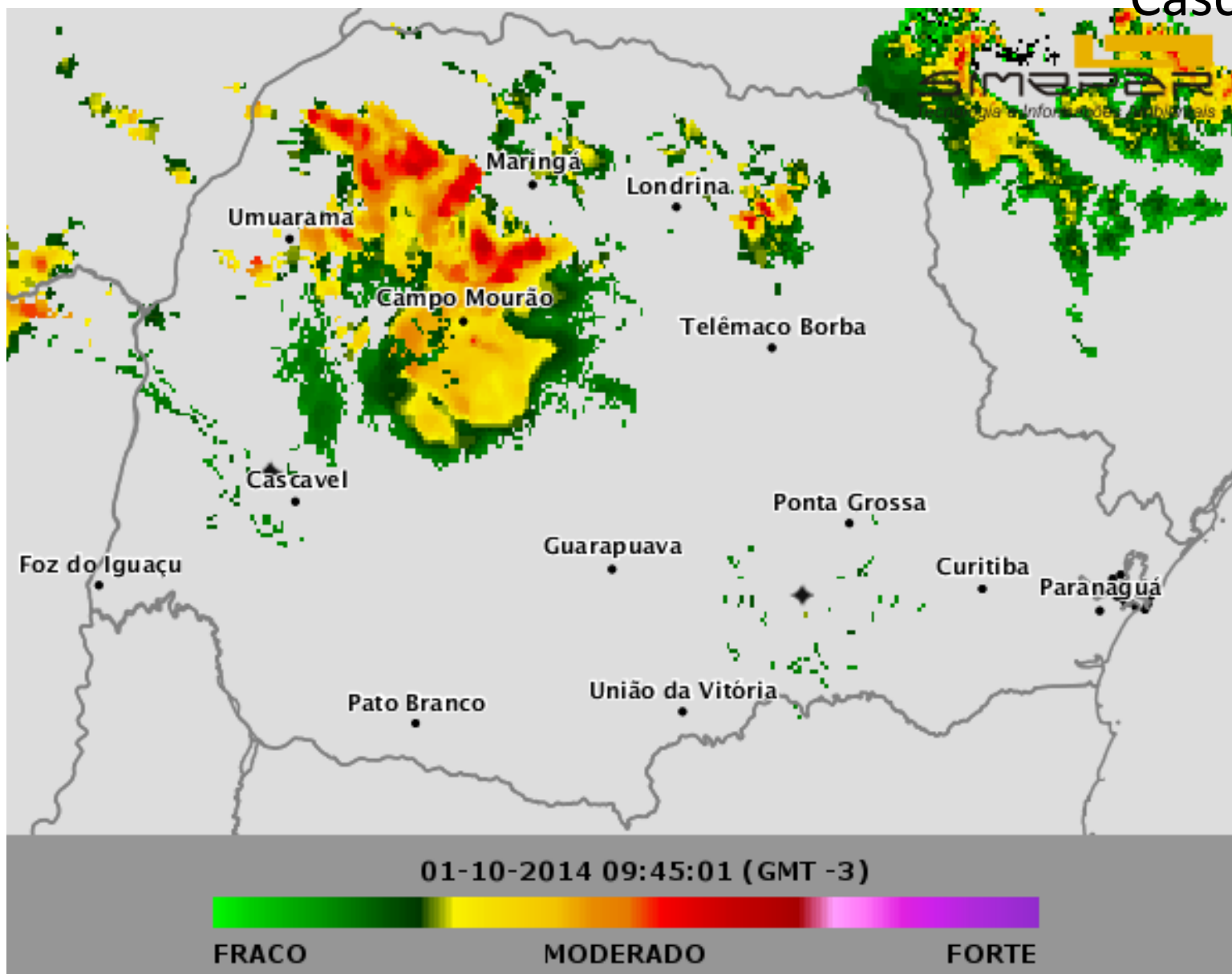


SAISP/DAEE <http://www.saisp.br/geral/logon.jsp?use>

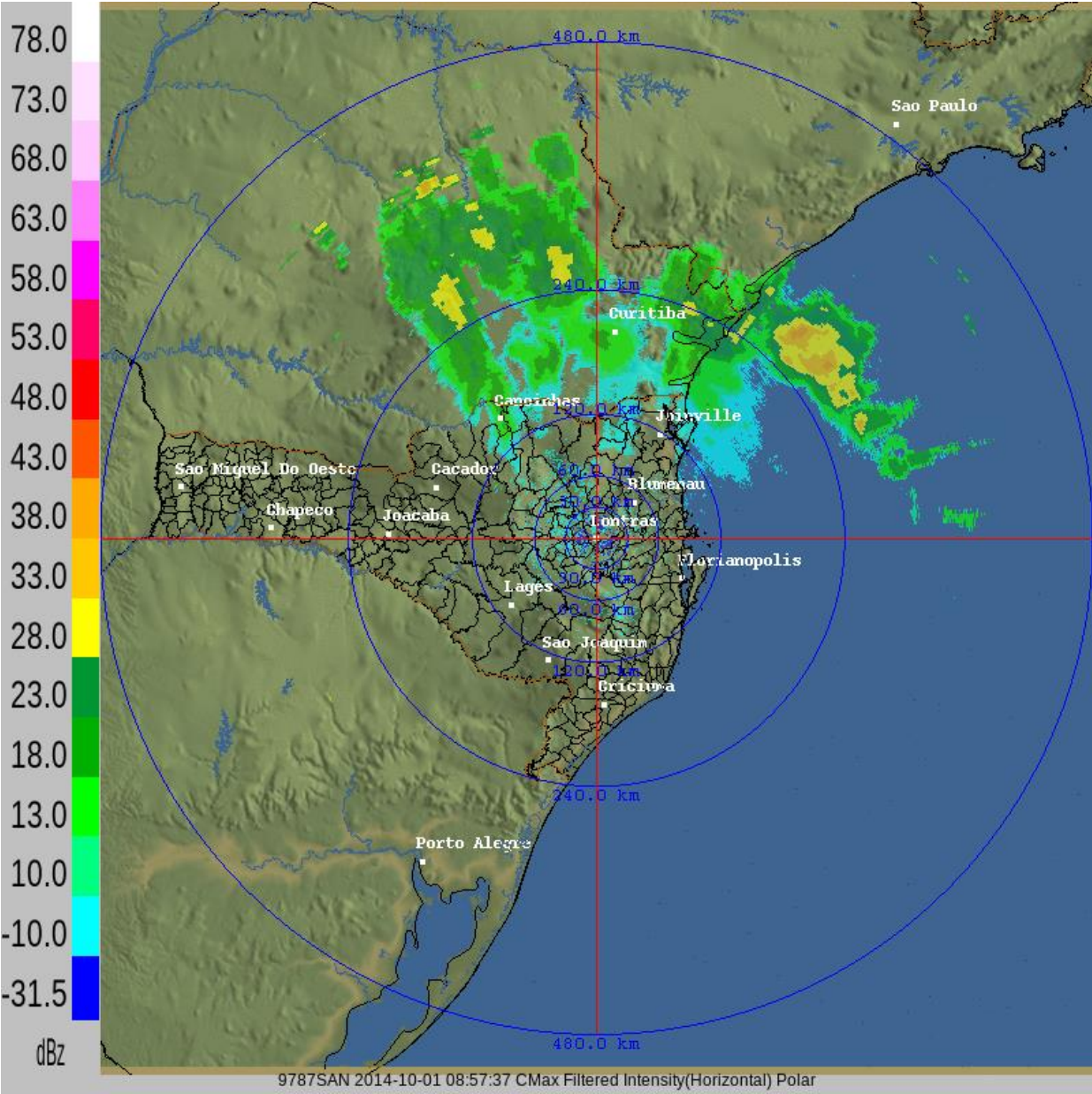


**3 horas
atrasado**

Salesópolis - SP



CIRAM - <http://ciram.epagri.sc.gov.br/>



Lontras - SC

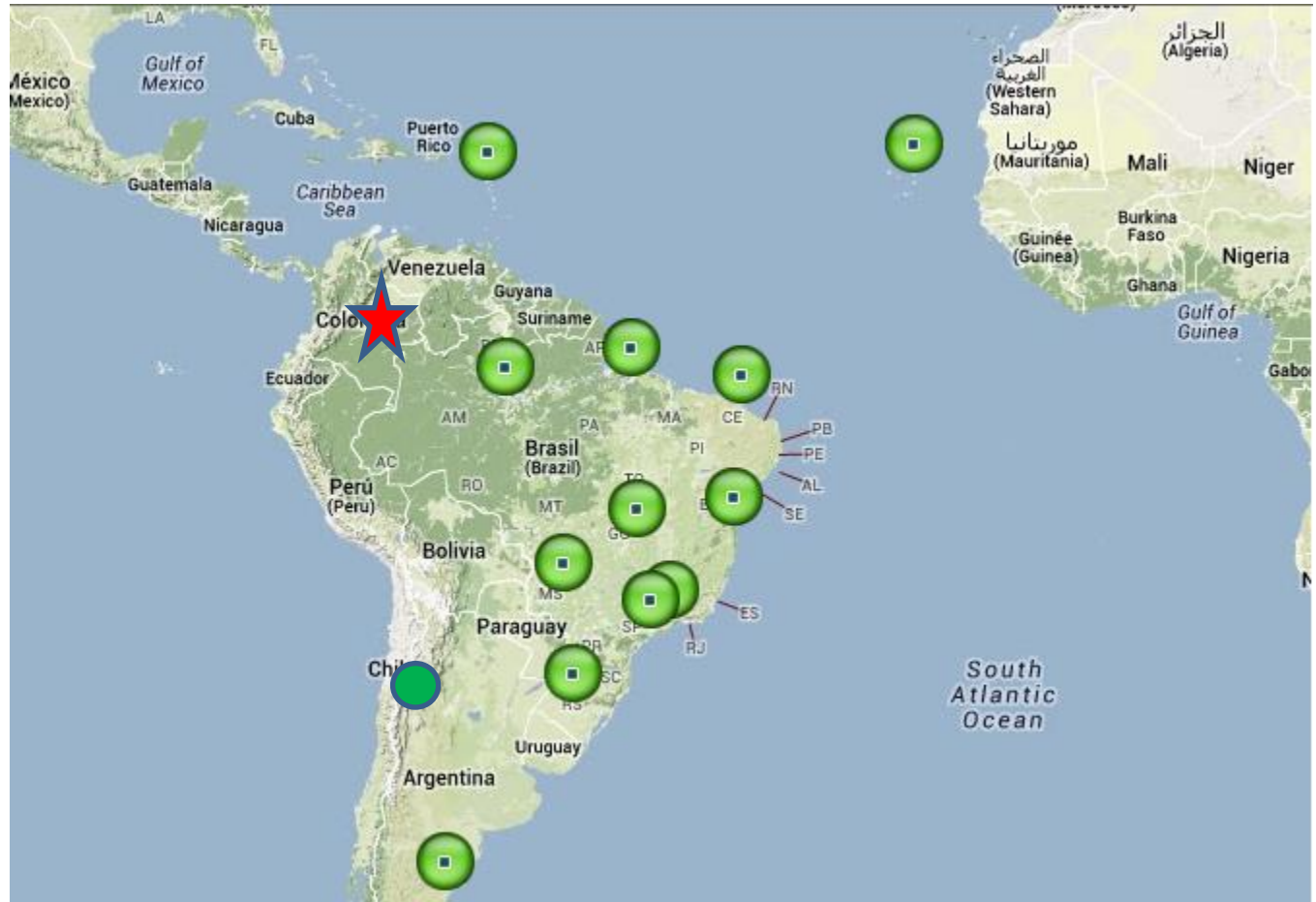
NÃO DISPONÍVEL

- VALE – ESPÍRITO SANTO
- CEMIG – MINAS GERAIS

Raios

Sferics Timing And Ranging NETWORK):

<http://www.starnet.iag.usp.br>



Desde 2013, 11 antenas de VLF STARNET estão em operação. 13 Atualmente.



Sensoriamento Remoto Meteorológico de Tempestades



Portal da STARNET

<http://www.starnet.iag.usp.br>



- Principal
- Descrição do Sistema
- Localização das Estações
- Publicações
- Contatos
- Agradecimentos
- Links
- DADOS EM TEMPO REAL**
- Tempo Real
- GOOGLE MAPS - Brasil
- Estatísticas**
- Acumulação Horária
- Acumulação Diária
- Acumulações Mensais
- WSI GLN**
- DADOS DE SATÉLITES**
- GOES+METEOSAT+STARNET
- Estimativa de Precipitação SIRT
- DOWNLOAD DE DADOS**
- FTP
- DADOS REPROCESSADOS**
- Dados de 2001-2004
- 15 minutos
- Acumulações Diárias
- Acumulações Mensais
- Data Archive
- DADOS DO AHMA**
- 15 minutos
- Acumulações Diárias
- FTP

Em 1997 nasce a rede experimental de detecção de descargas atmosférica a longa distância, "Sferics Timing And Ranging NETWORK (STARNET)". A STARNET foi concebida pela Resolution Display Inc (RDI) a partir do programa de desenvolvimento inovativo de pequenas empresas da NASA. A RDI desenvolveu um sistema que consistia de cinco antenas rádio receptoras na faixa de frequência de VLF (7-15 kHz) que estavam situadas ao longo da costa leste dos EUA e em Porto Rico. Sferics é o ruído de rádio emitido por descargas atmosféricas dentro de uma grande faixa do espectro eletromagnético. Na faixa de frequência do VLF, este sinal pode se propagar a milhares de quilômetros de distância dentro do guia-de-onda formado pela ionosfera e a superfície terrestre. Esta rede experimental operou até 1998.

Em 2003, a National Science Foundation através do programa de Ciclo da Água financiou a compra e a operação de 4 receptores de rádio sobre o continente Africano. Estes receptores foram integrados com a rede de descargas atmosféricas - ZEUS do Observatório Nacional de Atenas (NOA). Esta configuração possibilitou um contínuo monitoramento das tempestades sobre os continentes Europeu e Africano até 2005.

Através de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Companhia Energética do Ceará (COELCE) em 2006, a Universidade Estadual do Ceará (UECE) e a Universidade de São Paulo (USP) instalaram duas estações de VLF no Brasil. No mesmo ano, a Universidade de Nevada em Las Vegas financiou uma outra antena que foi instalada no Caribe. Estas 3 novas antenas foram integradas com os quatro sensores da África em uma tentativa de incorporar todos os receptores que dispunham da tecnologia de VLF-Sferics.

A partir de projetos de pesquisa da Universidade de São Paulo e Universidade Estadual do Ceará, do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) e do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) foram adquirido mais 3 antenas de VLF em 2008. Em Agosto de 2008 foi instalado uma antena em São Martinho da Serra (RS) enquanto que em Dezembro de 2008 foi a vez de Curitiba (PR).

Dessa maneira, a rede STARNET está operando no momento 7 sensores de VLF que estão instalados em Bethlehem (África do Sul), Guadeloupe (Caribe), Fortaleza (Brasil), São Paulo (Brasil), Campo Grande (Brasil), São Martinho da Serra (Brasil) e Curitiba (Brasil) enquanto que no primeiro semestre de 2009 a rede irá aumentar para 8 receptores de rádio, sendo que a nova antena será instalada em Manaus (Brasil). As antenas instaladas em Addis Ababa (Etiópia) e Dar es Salaam (Tanzânia) serão transferidas para localidades no oceano Atlântico de forma a auxiliar a formação dos furacões.

Desde o lançamento da STARNET, a atividade de descargas atmosféricas sobre as Américas, Caribe, oceano Atlântico e parte do continente Africano tem sido monitoradas continuamente em diferentes resoluções espaciais (ex: 5-20 km dentro da área de cobertura e > 50 km fora da área de cobertura dos sensores) e com um alta resolução temporal (1 mili-segundo).

Esta série de dados sem precedentes no estudo da convecção, apresenta uma oportunidade original de avançar a pesquisa do ciclo da hidrológico nas regiões mais ativas da terra (África, Amazônia e ZCIT). A disponibilidade de monitoramento contínuo da atividade elétrica em uma área tão extensa, possibilitará aplicações em tempo real para as áreas de recursos hídricos (melhora da estimativa de precipitação), meteorologia (melhora da previsão quantitativa de tempestades convectivas com a assimilação contínua dos dados de descargas atmosféricas) e na segurança da aviação (prever regiões com movimento vertical intenso em nuvens, onde um avião deve evitar).

Dados em Tempo Real

Dados Reprocessados

Interface no Google

Alerta de Tempestades

Estimativa de Precipitação – SIRT

Área de FTP

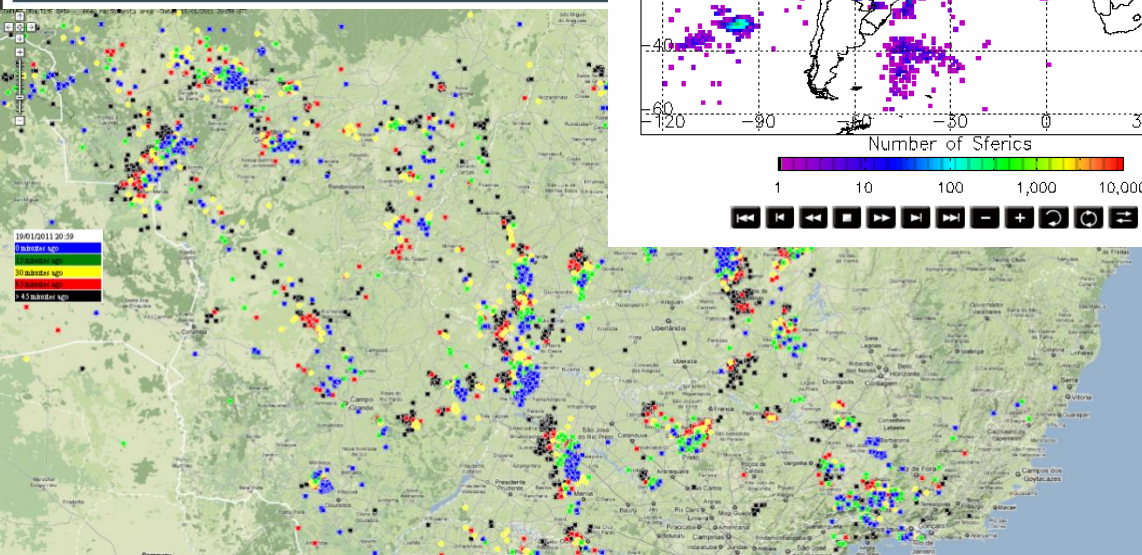
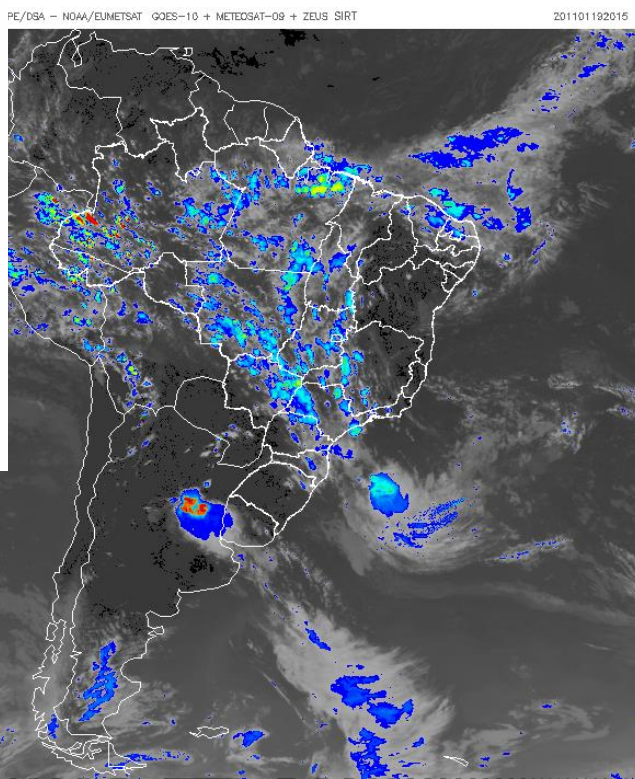
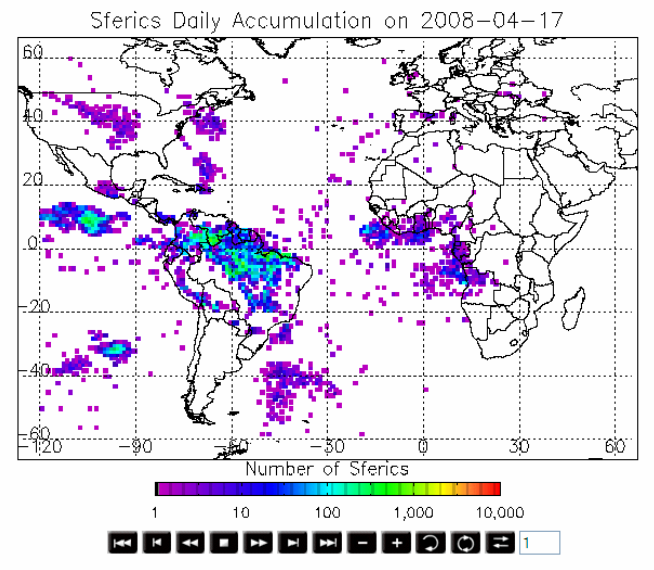
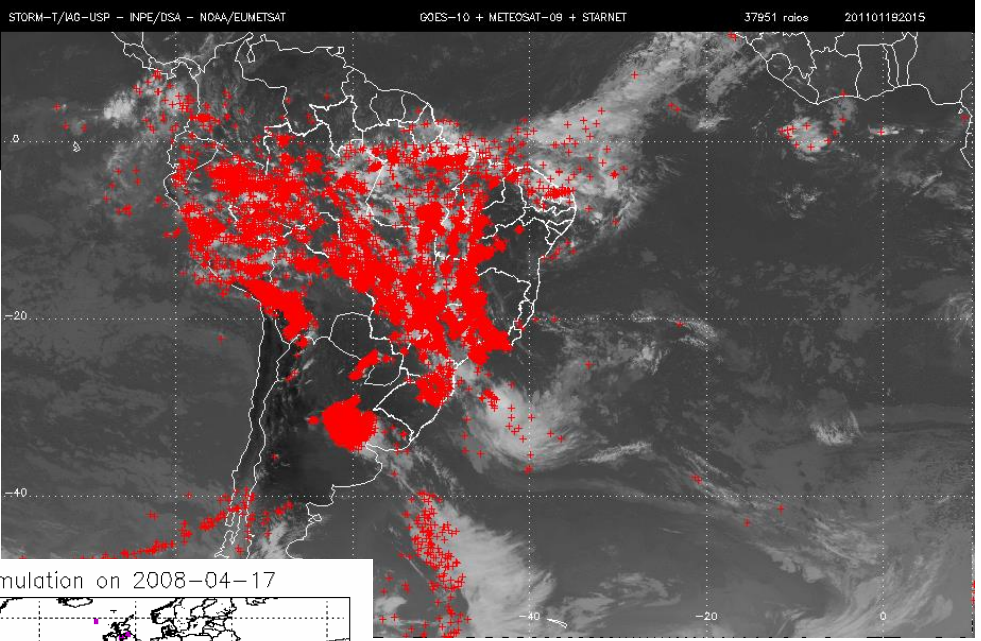
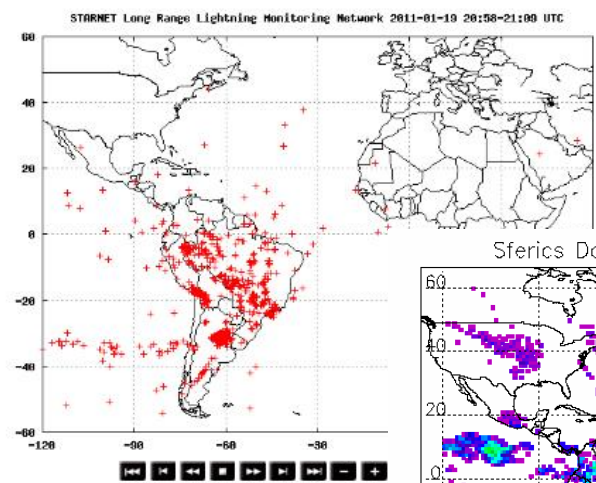
- Principal
- Descrição do Sistema
- Localização das Estações
- Publicações
- Contatos
- Agradecimentos
- Links
- DADOS EM TEMPO REAL**
- Tempo Real
- GOOGLE MAPS - Brasil
- Estações**
- Acumulação Horária
- Acumulação Diária
- Acumulação Mensal
- WSJGLN**
- DADOS DE SATÉLITES**
- GOES + METEOSAT + STARNET
- Estimativa de Precipitação SIRT
- DOWNLOAD DE DADOS**
- FTP
- DADOS REPROCESSADOS**
- Dados de 2001-2009
- 15 minutos
- Acumulação Diárias
- Acumulação Mensal
- Dados Archive
- DADOS DO ANIMA**
- 15 minutos
- Acumulação Diárias
- FTP

STARNET Sferics - Medições em Tempo Real

Initial Date					Real Date				
Day	Month	Year	Hour	Minute	Day	Month	Year	Hour	Minute
15	01	2008	00	00	15	01	2008	00	00

Search

[Imagens da última hora](#)





METEOROLOGIA

Tempo

Clima

MONITORAMENTO DO TEMPO

Satélite GOES

Satélite EUMETSAT

Radar

Raios

Estações Meteorológicas

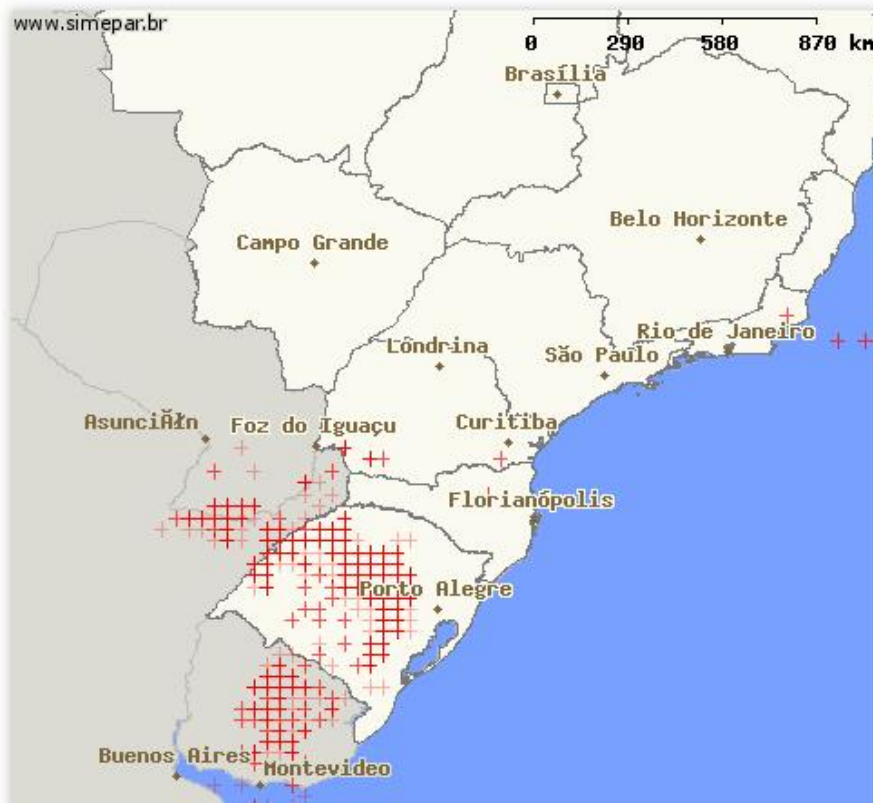
OUTRAS INFORMAÇÕES

Nascer e Pôr do Sol

Fases da Lua

Descargas Atmosféricas

Passa o cursor sobre a figura e clique nas setas laterais para controlar a sua exposição

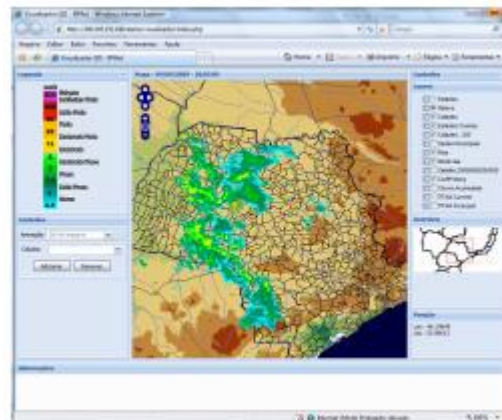


RINDAT
Consórcio:
SIMEPAR
FURNAS
CEMIG
INPE

<http://rindat.com.br/>

Sistema de Alertas a partir de dados de Radar e Raios

- IPMET/UNESP – Bauru (radar) } Chuva Forte e Granizo
- SIMEPAR – Paraná (radar, raios) }
- SAISP/FCTH – São Paulo (radar) } Chuva e Alagamentos
- Cemaden – (radar, raios, pluv) } Escorregamentos, Enchentes



<http://www.ipmet.unesp.br/alerta/gis/>

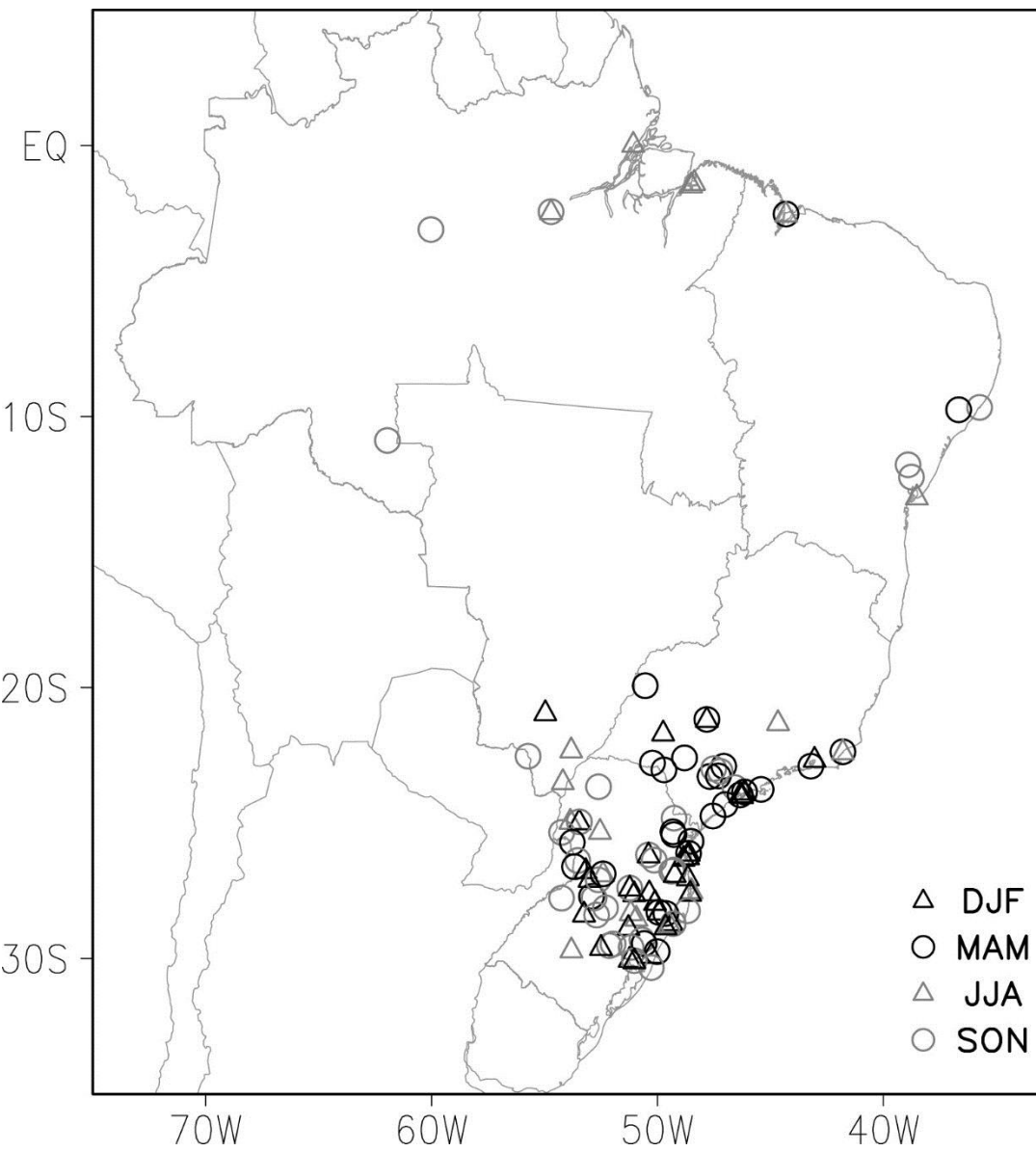
Latência e Resolução das Informações

- **Radares Meteorológicos:**
5 a 30 minutos - 90m a 2km
Atualizações: 5 a 15 minutos
- **Satélites Meteorológicos:**
18 a 26 minutos – 1 a 4km
Atualizações: 5 a 15 minutos
- **Rede de detecção de raios:**
1 a 5 minutos – 500m a 5 km
Atualizações – 1 a 5 minutos

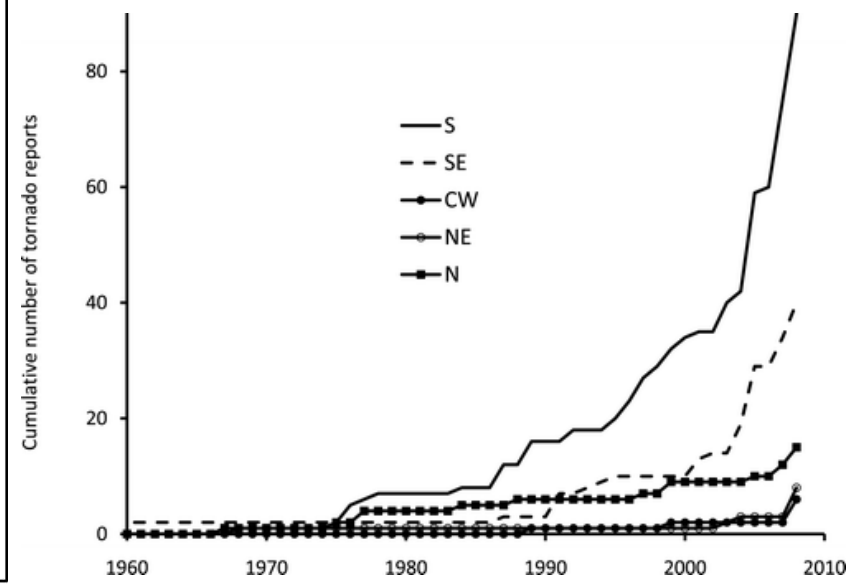
Aonde podemos
encontrar as

***Tempestades severas e
tornados*** no Brasil?

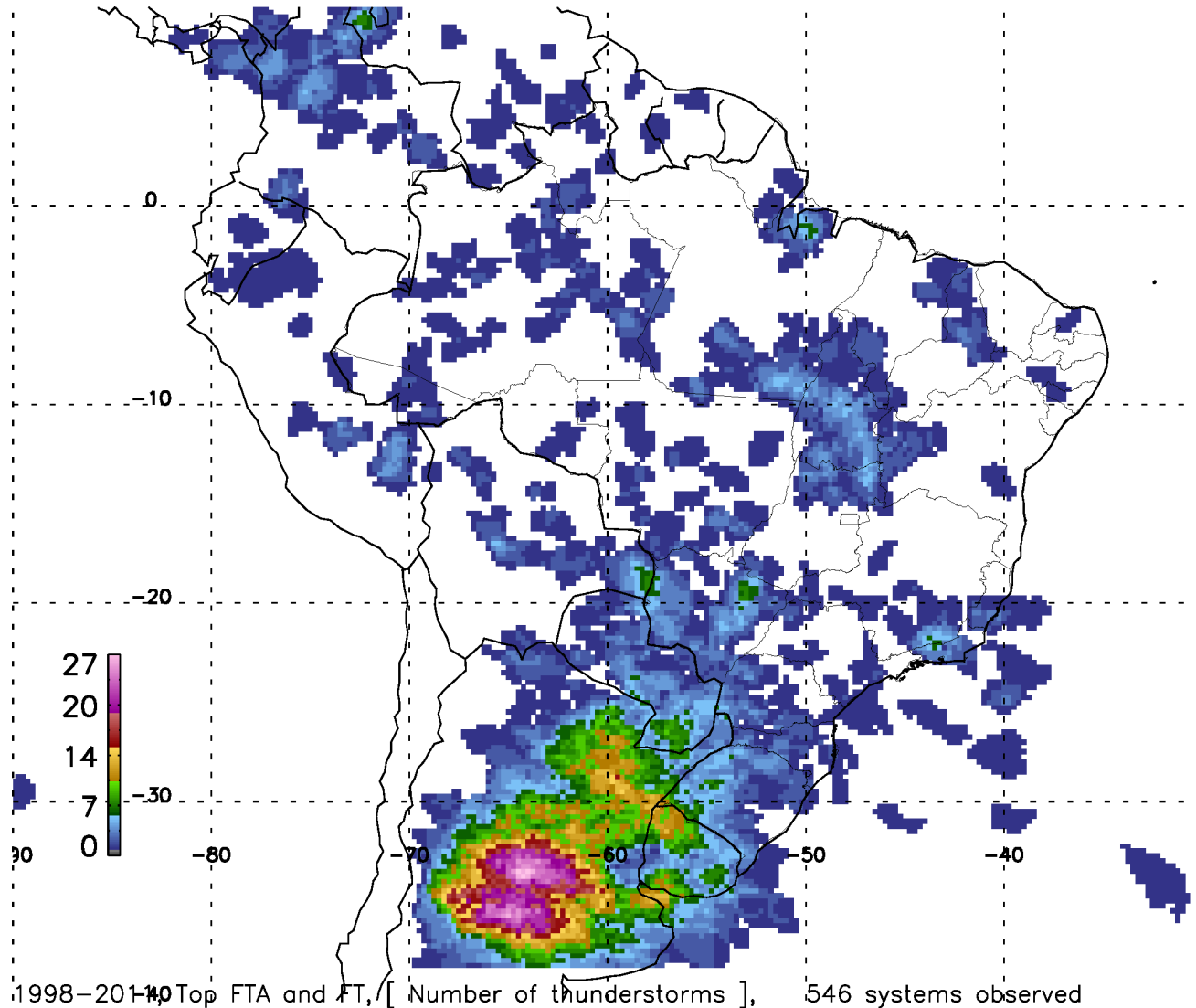
Levantamento Histórico: Silva Dias, 2011



Tornado classification	No.	%
F3	6	3.8
F2	5	3.2
F1/F2	4	2.5
F1	6	3.8
F0/F1	5	3.2
F0	9	5.7
Tornado	69	43.7
Funnel cloud	24	15.2
Waterspout	30	19.0
Total	158	100.0



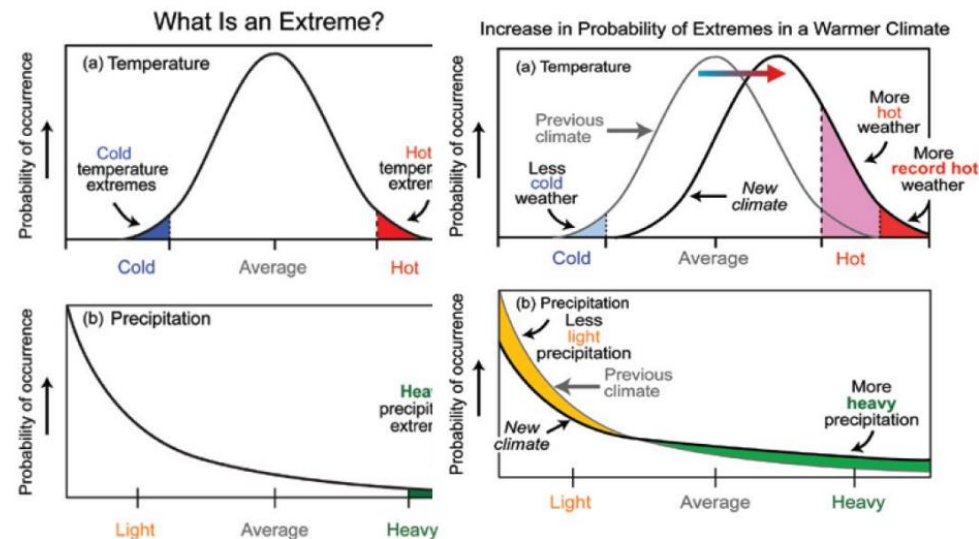
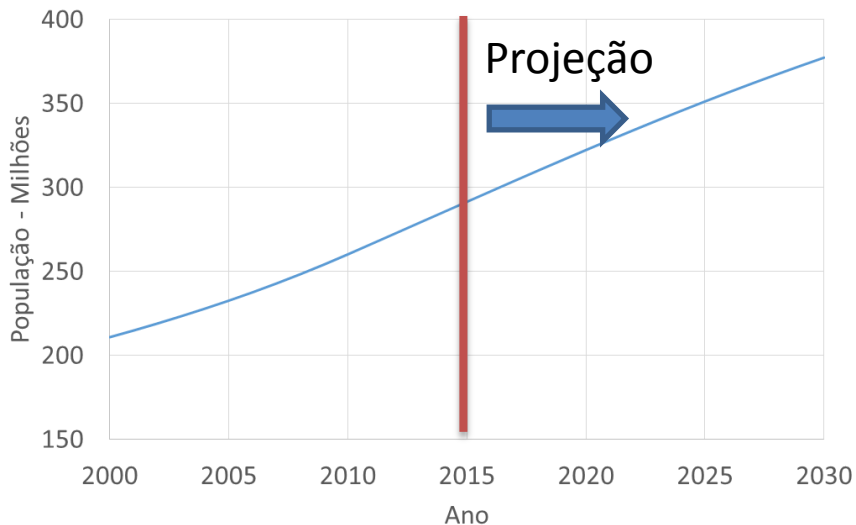
Tempestades Severas - Climatologia



Perspectivas Futuras

- Mudanças Climáticas – Aquecimento Global
- Aumento da População
- Expansão das Cidades

População Brasileira - IBGE



Mitigação destes efeitos

- Prevenção e Planeamento a médio e longo prazo;
- Educação;
- Difusão destas informações seguida de procedimentos;
- Centro especializado em Tempo Severo ;



Obrigado

Visitem os portais

<http://chuvaonline.iag.usp.br>

e

<http://www.starnet.iag.usp.br>