



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

Aplicações do Sensoriamento Remoto



Elisabete Caria Moraes
elisabete.moraes@inpe.br

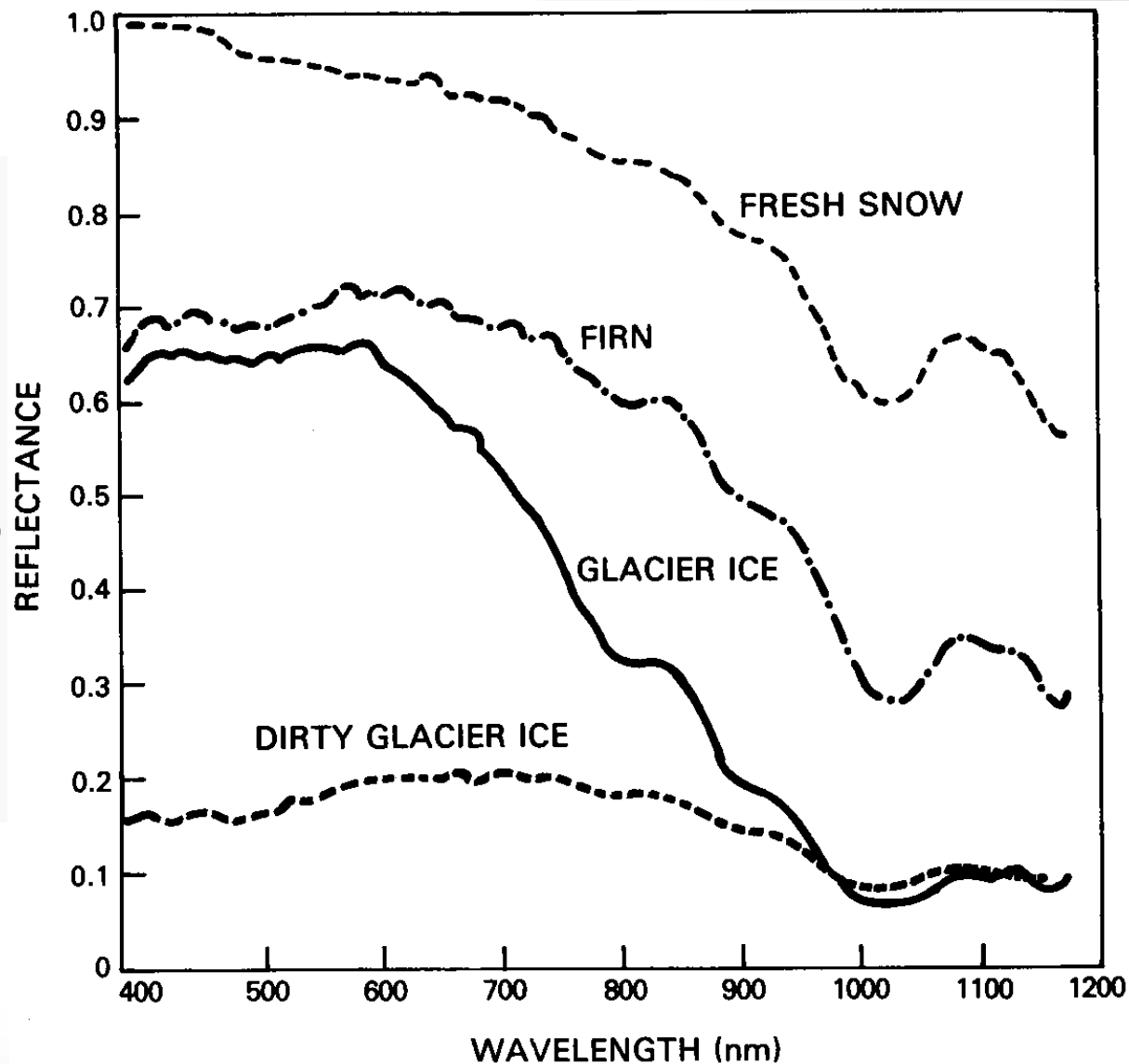
São José dos Campos - SP
13 de julho de 2022

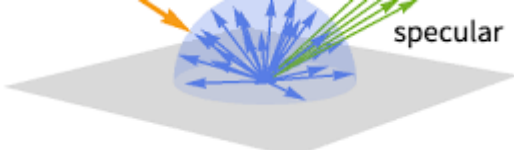
Reflectância da Neve

Reflectância da Neve

Recém-caída → alta
Derretida → médio
Suja → baixa
Gelo → médio no vis e baixo no IVP

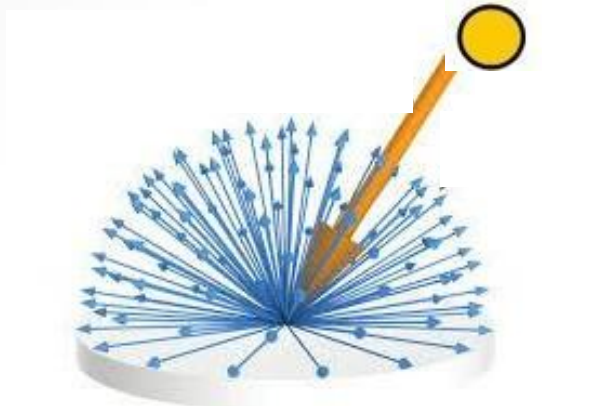
Fonte: Hall et al., 1985



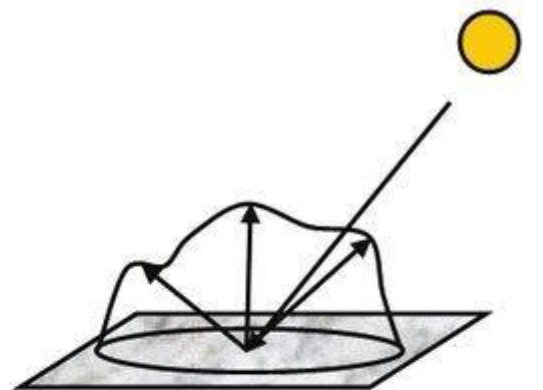


UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI

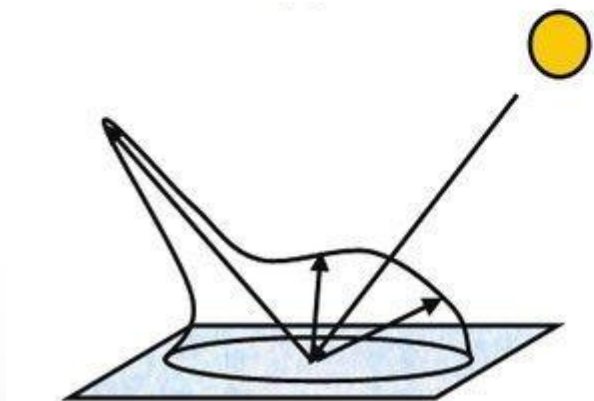
Exemplos de Refletância de Superfície



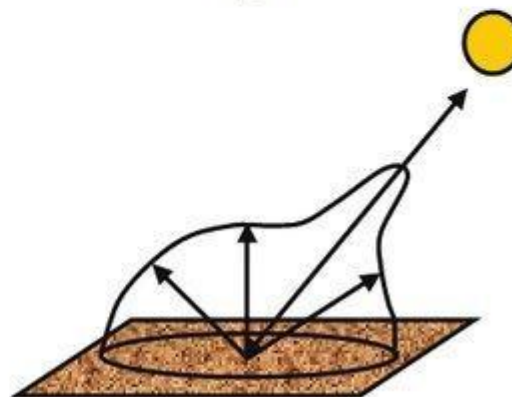
refletância lambertiana



refletância não lambertiana

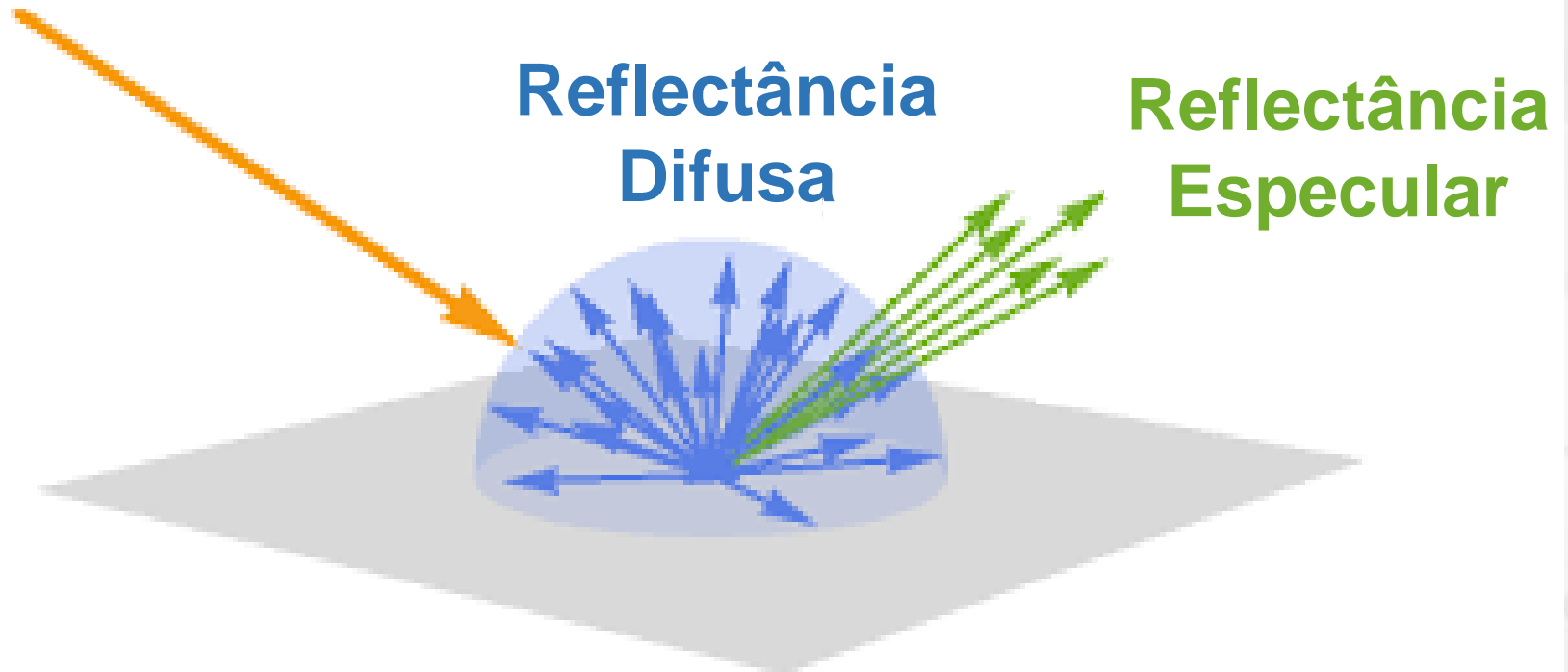


refletância especular
(semelhante a espelho)

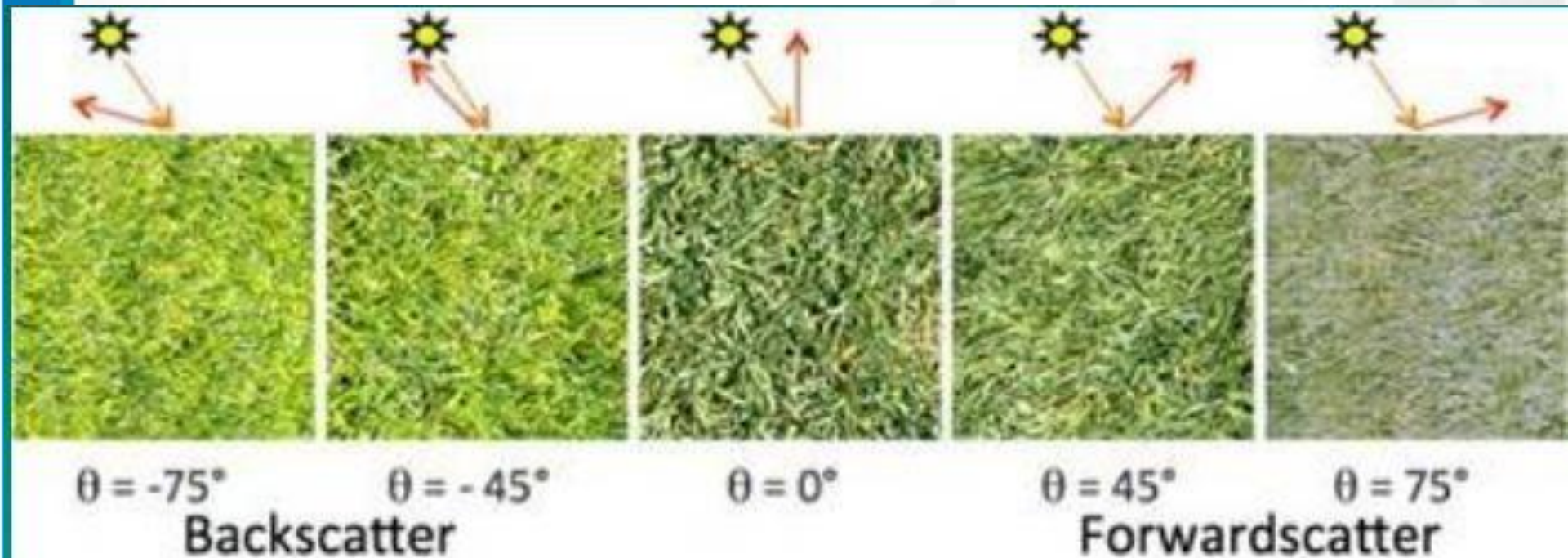


pico de retrorreflexão
(hotspot)

Irradiância Solar



Influência da Geometria de visada



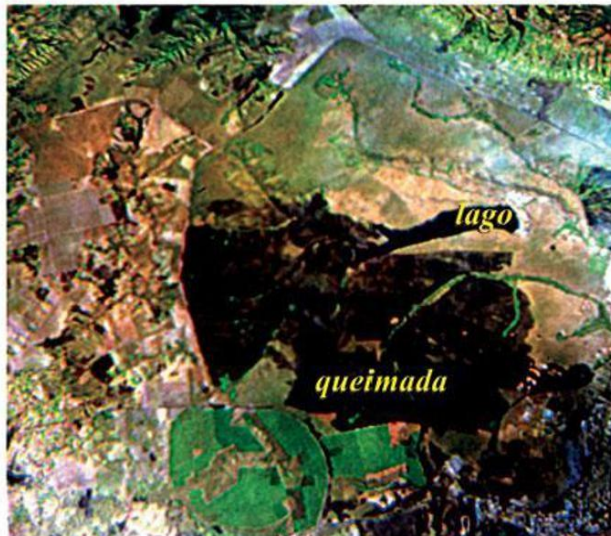
Análise Temporal



06/02/1985



14/06/1985



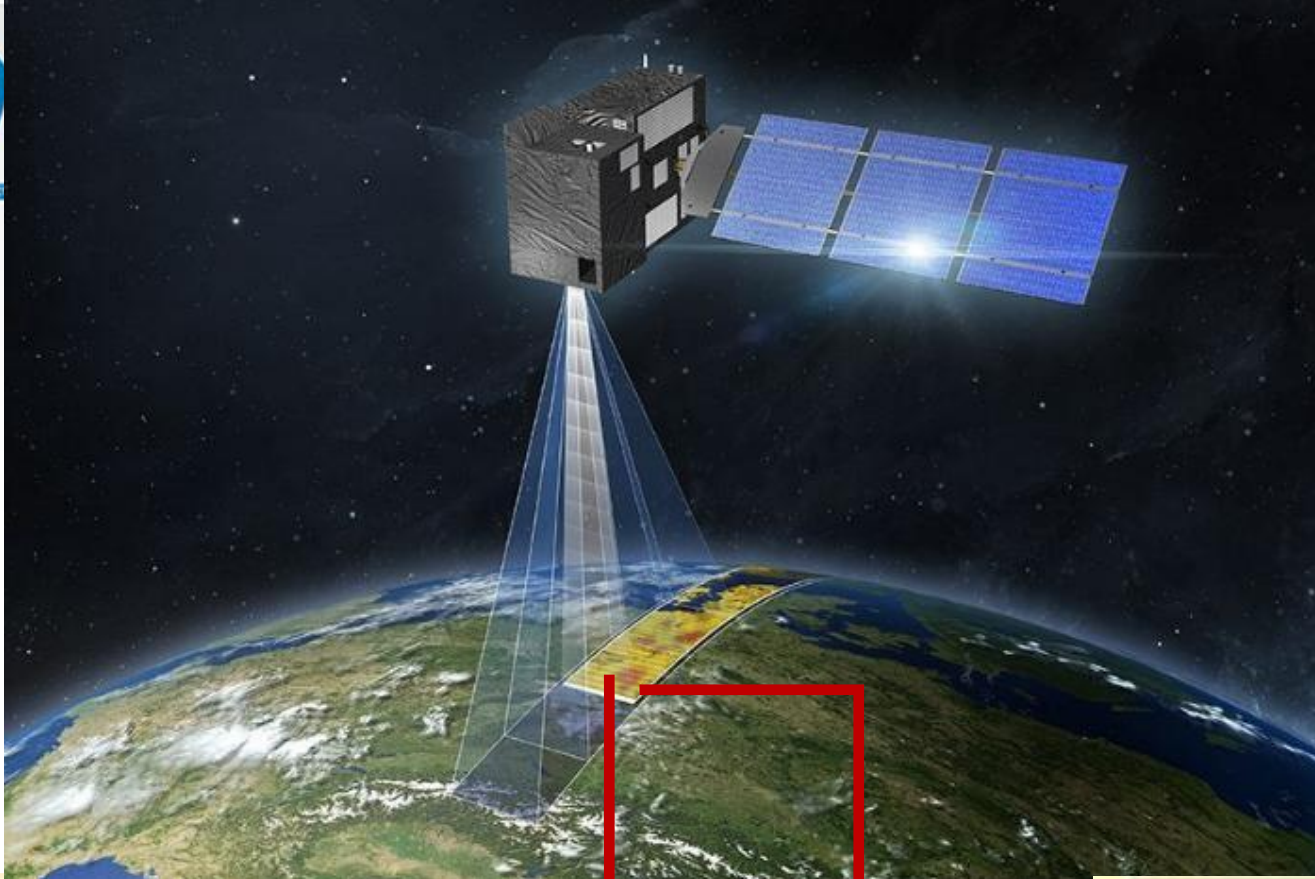
30/06/1985



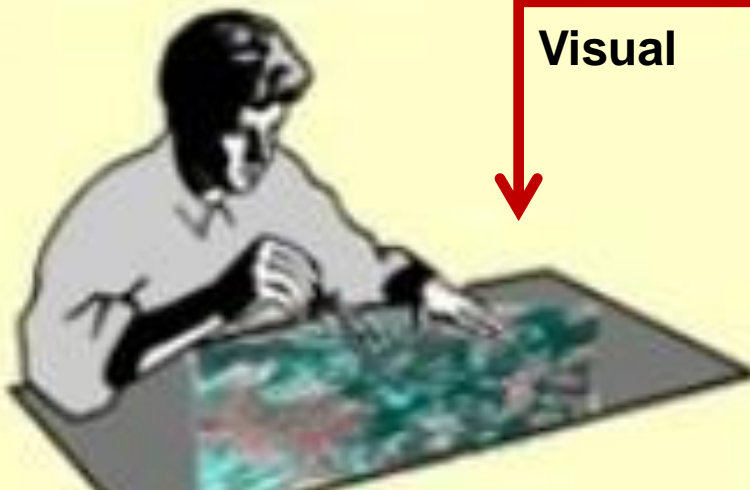
02/09/1985

Aplicações do Sensoriamento Remoto





Visual



Automatizada



**Ambientes
Marítimos**

**Gerenciamento
Emergencial**

Aplicações

**Monitoramento
da Atmosfera**

Segurança

**Mudanças
Climáticas**

**Monitoramento
da Superfície**



Promove o desenvolvimento de benefícios sociais

Energia



Agricultura



Ecosystemas



Transporte



Saúde



Lazer



Segurança



Tempo e Clima



Desastres



Biodiversidade



Extremos Climáticos





O GLOBO

Tragédia e descaso

Mais um temporal do janeiro deixa 271 mortos na Região Serrana

6 mortos e 70 mil desabrigados

RETRATO DA TRAGÉDIA

FHC promete operação de guerra em AI

GAZETA DE ALAGOAS

COMITÊ PARA COM CARTELAS DE PROTESTOS

COMERCÍO E ABANDONO DE MONDAIS DEBILIS

ALLEN ROBERTO DE MENEZES DE MENEZES

SÓ PRESENTE COMBATE DO PULO-SALTO (PUL)

6 mortos e 70 mil desabrigados

RETRATO DA TRAGÉDIA

FHC promete operação de guerra em AI

The political awakening of Taylor Swift *Exclusive inter*

A week in the life of the world | *Global edition*
30 AUGUST 2019 | VOL. 201 NO.12 | \$12

The Guardian Weekly

Blairitz breakdown
The story of a wild G7 summit

The burning of the Amazon.

Da testes de qualid
de água do rio cont
varam ainda que d
gênio diluído (O
água esta em tot
1,08 miligramas p
tro, "quando o id
ria uma presenç
mais de 4 milig
de OD por litro
temperatura al
bem contribui
aumento dos r
gânios que m
mem o oxig
"água", explica
Ferrari dis
que, com a s
xa, aumenta
tração de p
água. "A qu
água dimin
lançament
"ão", come
O gerente ac
hoje os técnico
inspeccionar o

The Washington Post

Color, August 21, 2019 \$1.00 Democracy Dies in Darkness

Biden puts electability first, like him or not

Campaign's argument: Even with fans, he's the best bet to beat Trump

BY MARY MURPHY

PHOTO, 2019 — Joe Biden, his wife and his entire campaign team have put an electability argument first, and a campaign that would be an attempt to defeat his verbal mistakes.

While acknowledging that Biden is the party with the most momentum — they are attempting to make the case that he is the Democrat best positioned to defeat President Trump.

"Biden has the potential to be a winner. He's the person who is who is best capable of defeating the president from where the rest of us have to agree with the president's policies," Biden said. "He needs to show multiple paths have been explored."

electability is the point of his

jornal do commercio

Drama se repete

President's sudden shifts, aides' conflicting message, chaos on the markets, GDP

BY DANIEL PALATKA, RONALD COHEN, JIM DEWITT AND PAUL BROWER

The White House admits another month that more internal forecasts showed that the economy could be slipping into a recession but Republicans had such to re-elect him in 2020.

The global financial, one of several delivered to Trump and devalued by those people familiar with the market, market data by which the Republican-backed president's policies are being measured to describe the economy.

From the side view of a business (source: a) president has

CIDADE

baixo nível de oxigênio matou peixes

rios são a estiagem e a concentração de poluentes, aponta a Cetesb

Da testes de qualid
de água do rio cont
varam ainda que d
gênio diluído (O
água esta em tot
1,08 miligramas p
tro, "quando o id
ria uma presenç
mais de 4 milig
de OD por litro
temperatura al
bem contribui
aumento dos r
gânios que m
mem o oxig
"água", explica
Ferrari dis
que, com a s
xa, aumenta
tração de p
água. "A qu
água dimin
lançament
"ão", come
O gerente ac
hoje os técnico
inspeccionar o



As Amazon burns, Bolsonaro takes swipes

A deforested plot of the Brazilian Amazon. Deforestation is a key factor in the fires covering the region, which since January has suffered 7% less fires, according to the Brazilian agency that monitors the Amazon, as it prevented jump from the same plot last year.

From the side view of a business (source: a) president has

ÉPOCA

EDIÇÃO VERDE

O BRASIL PEDE ÁGUA

NO PLANALTO
O poder e a influência do ex-diretor da Petrobras preso pela polícia

DIETA DA PRINCESA
"O açúcar é o vilão", diz o criador do regime do Kate Middleton

A SUCESSÃO DE ERROS QUE GEROU A CRISE DE ENERGIA E AMEAÇA FECHAR NOSSAS TORNEIRAS

FOMOS AO TAPAJÓIS VER A REVOLTA DOS ÍNDIOS MUNDURUCUS CONTRA AS NOVAS HIDRELÉTRICAS

POR QUE A OPÇÃO PELAS USINAS TÉRMICAS CUSTOU CARO E NOS TORNOU MAIS POLUIDORES

em discussão

ESCARSEZ DE ÁGUA

Cada gota é preciosa

Falta de chuva evidencia insegurança hídrica no país. Senado analisa soluções

LEIA TAMBÉM

Expansão da banda larga espera mais recursos
Reforma política e prioridade na pauta de 2015

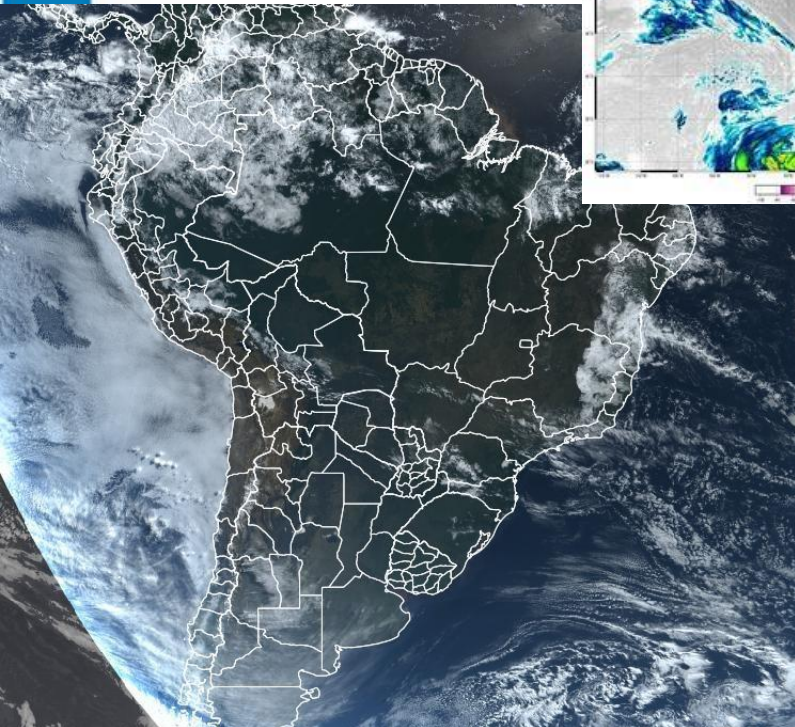
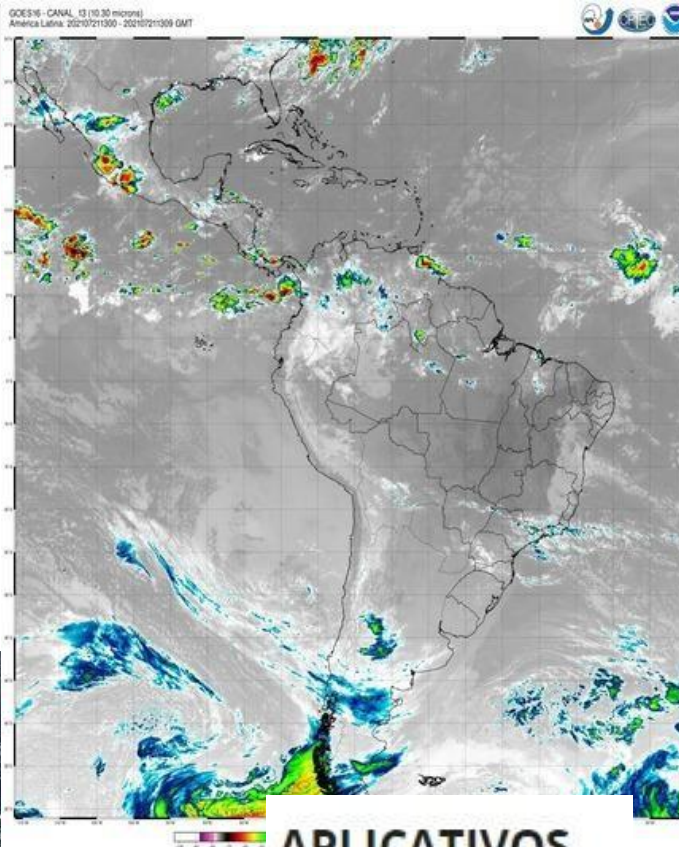
Área queimada no Pantanal em 2020 foi 5 vezes maior que a média

do rio Sorocaba
e tamanhos aparentes no rio Sorocaba problema, segundo os

Fumaça de queimadas florestais aumenta o risco de contrair COVID-19, diz



Previsão do Tempo



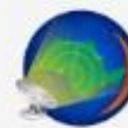
APLICATIVOS



CPTEC
Previsão de Tempo



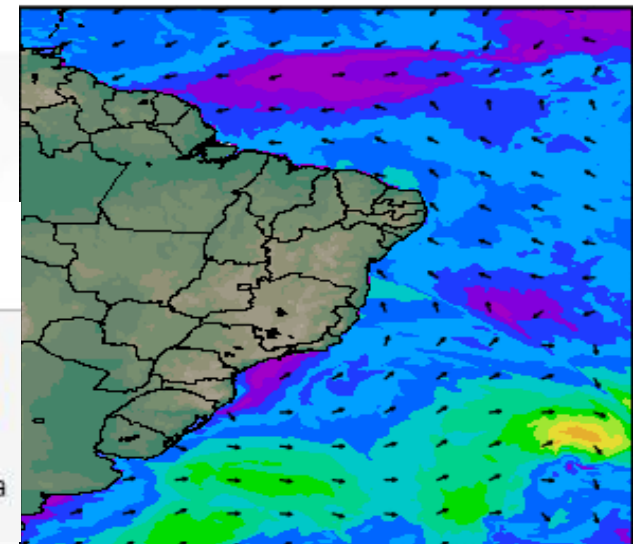
MapSAT



SOS Chuva

Vento

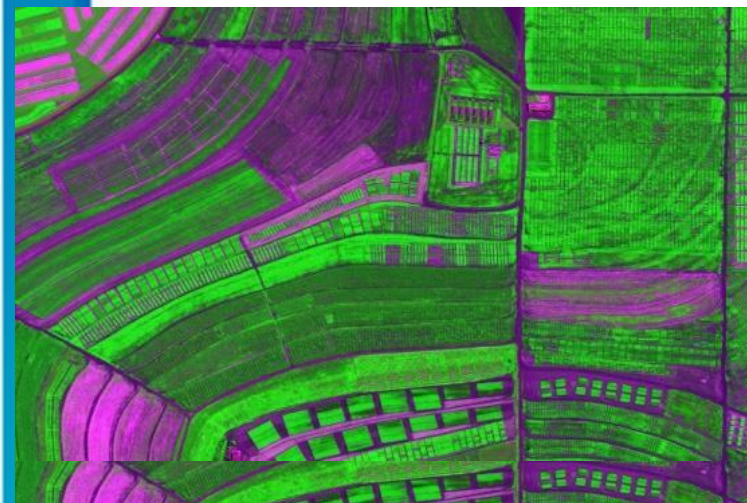
00Z do dia 21/07/2021



Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura

➤ Estimativa:

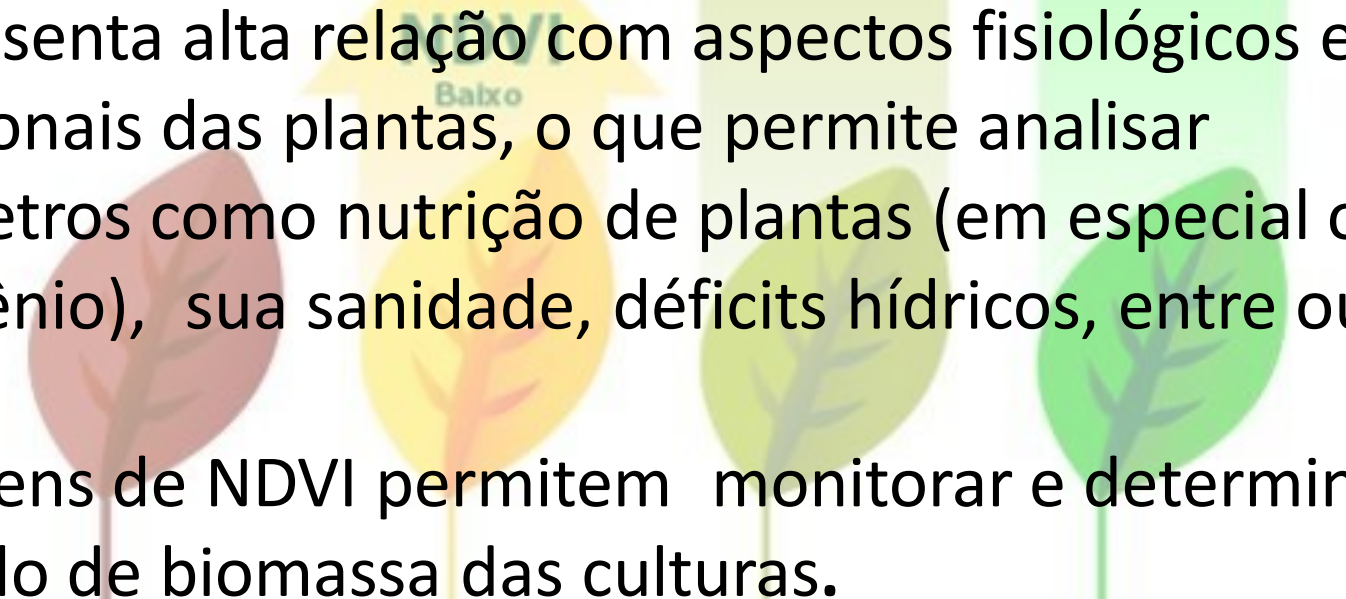
- área plantada com culturas agrícolas;
 - balanço de energia e de carbono;
 - produtividade de culturas agrícolas por meio de modelagem agrometeorológica;
- ## ➤ Experimentação agrônômica para o estabelecimento de relações entre variáveis espectrais e parâmetros biofísico.



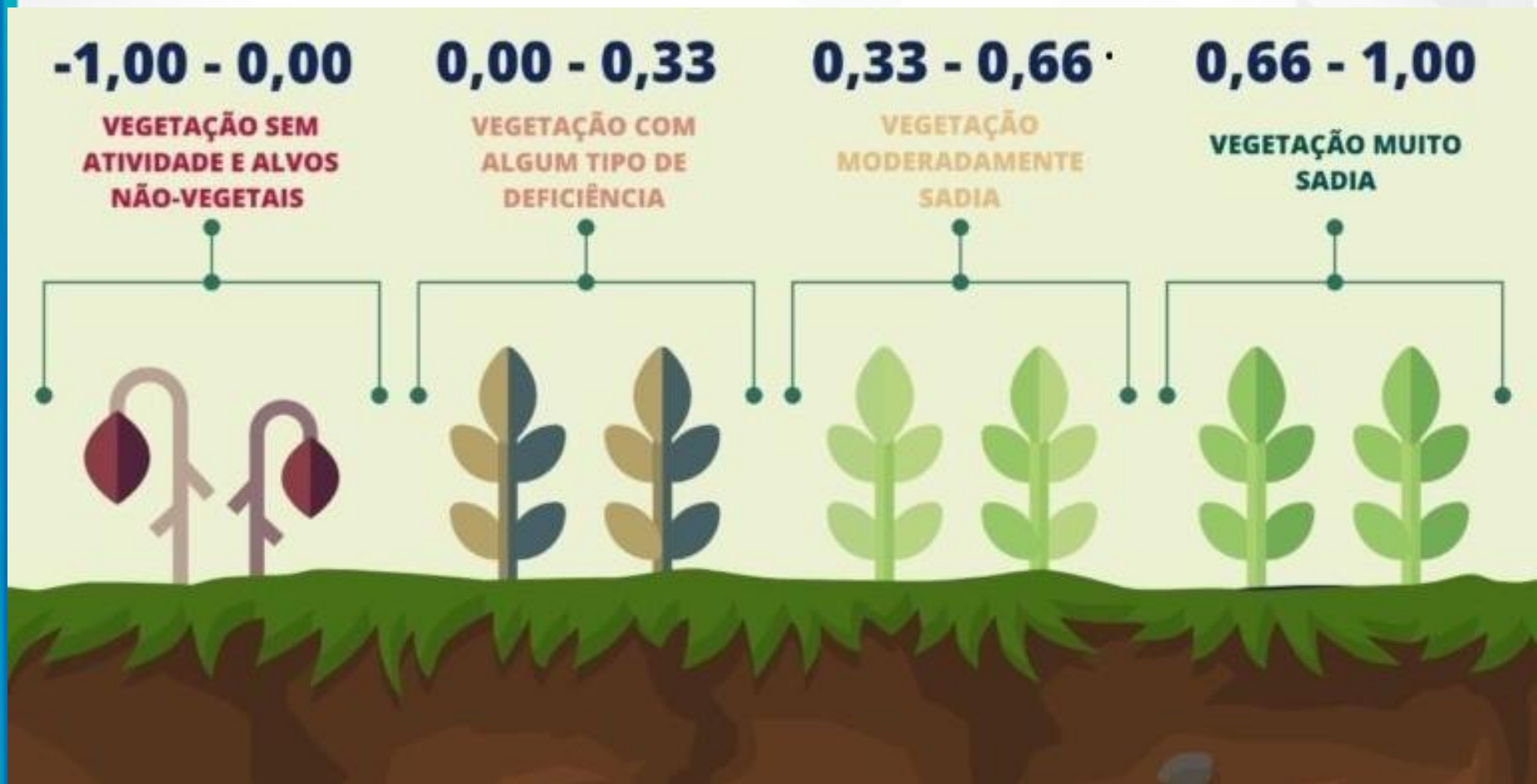
NDVI

Índice de Vegetação por Diferença Normalizado

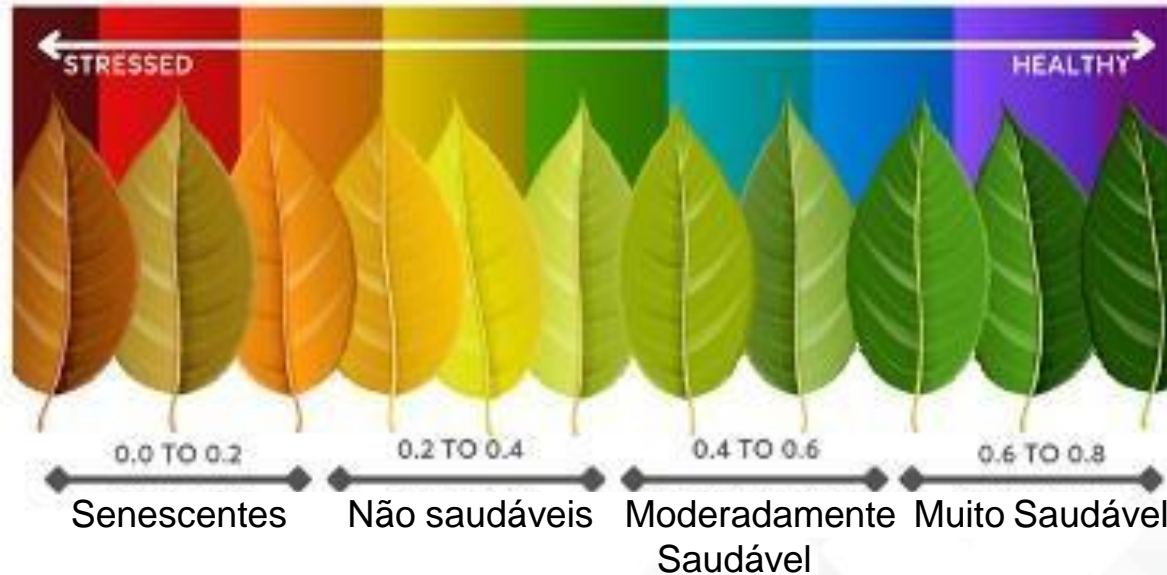
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$$

- 
- Apresenta alta relação com aspectos fisiológicos e nutricionais das plantas, o que permite analisar parâmetros como nutrição de plantas (em especial o Nitrogênio), sua sanidade, déficits hídricos, entre outros.
 - Imagens de NDVI permitem monitorar e determinar o acúmulo de biomassa das culturas.

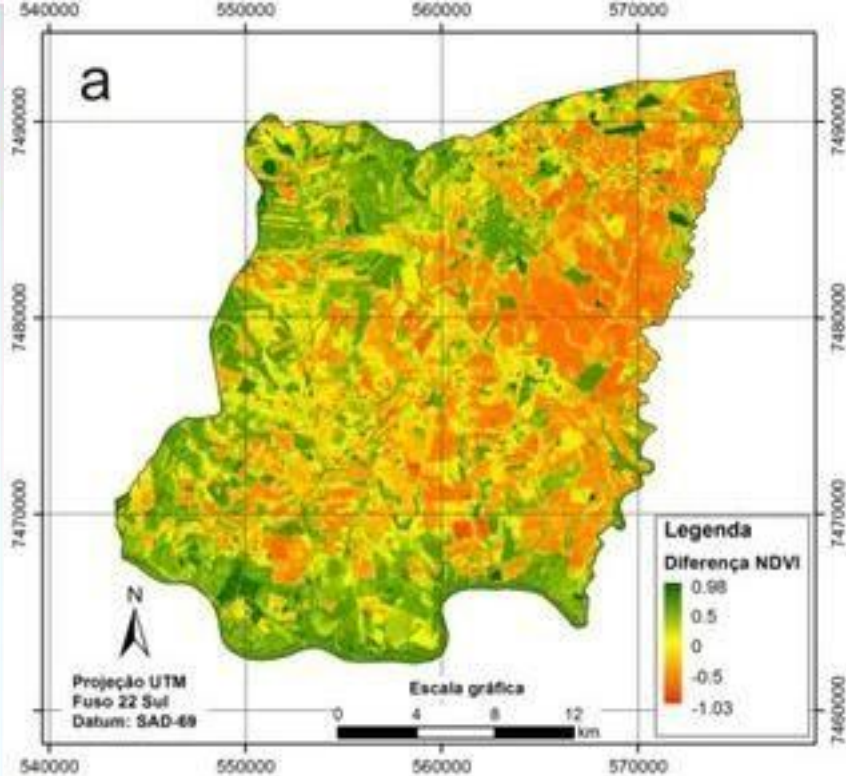
Interpretação do NDVI



Quais são os benefícios para a agricultura do uso de imagens de NDVI?

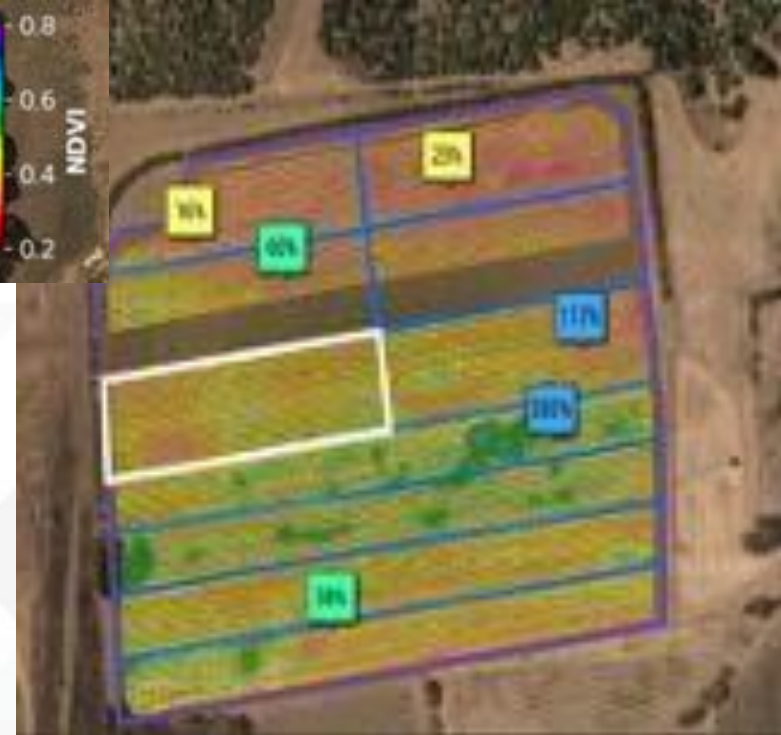
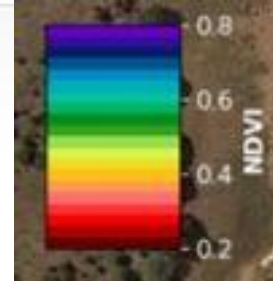


- Visão ampla e detalhada de fazenda e lavoura, topografia, solo e vegetação;
- Análise das falhas de plantio;
- Análise da fotossíntese e produtividade de culturas;
- Análise da superfície do solo, assim como identificação de erosões e da presença de nematóides



Município de Cândido Mota
(28.05.2011)

Fonte: Demarchi e Piroli, 2015

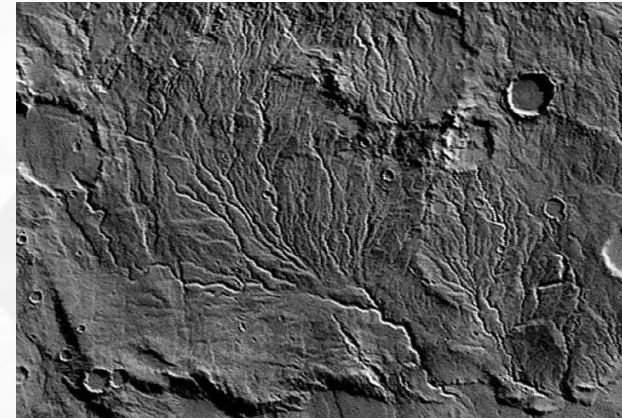
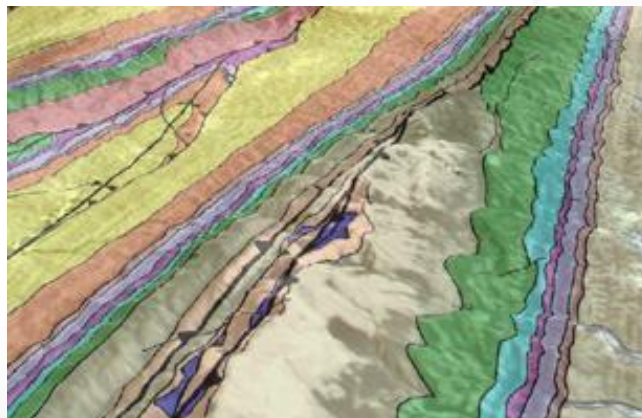
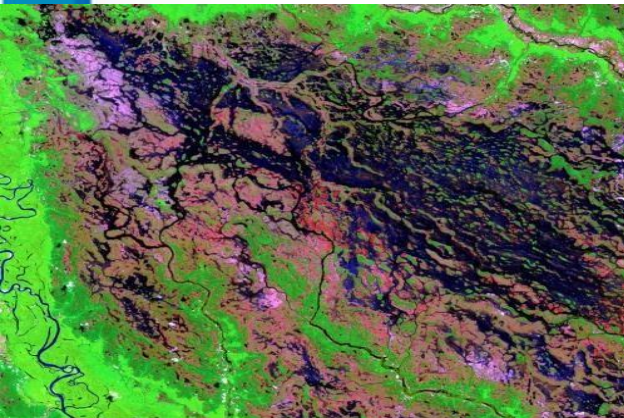


Vinhedo de Shiraz - California
(17.02.2020)

O município ou o produtor rural pode analisar as imagens de NDVI, identificar potenciais problemas, tomar decisões para corrigir as falhas, reduzindo perdas e elevando a produtividade.

Sensoriamento Remoto Aplicado à Geologia

- Discriminação multi-espectral e hiper-espectral de alvos geológicos;
- Fotogeologia com imagens orbitais;
- Tecnologia de GIS em aplicações geológicas;
- Sensoriamento remoto por radar em geologia;
- Reconstituição da paisagem em ambientes de cobertura sedimentar no tempo e espaço.

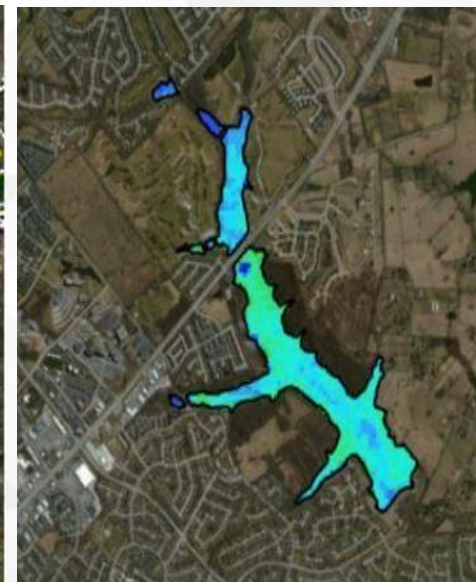
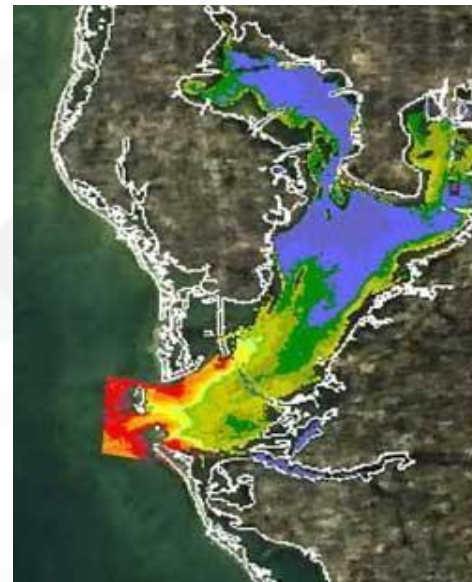
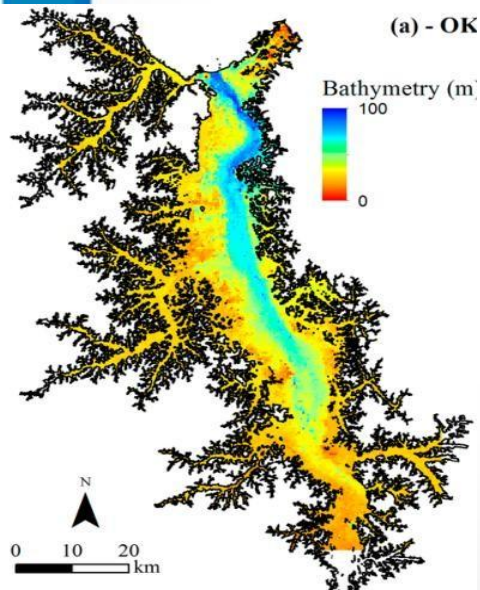


Exploração de Minérios através de Imagens de Satélite

- Dados de satélite podem fornecer várias informações que auxiliam o processo de exploração de minérios, especialmente em áreas remotas ou perigosas, onde a exploração é mais difícil.
- É possível a geração de índices e melhorias que destaquem os corpos de minério, a variabilidade ao longo da exploração local, bem como recursos estruturais associados, como direções de camadas, de cinturão de cisalhamento e falhas.
- Auxilia no estudo de viabilidade e planejamento de missões, pois permite identificar a infraestrutura da região e a proximidade de áreas sensíveis.
- Auxiliam na identificação e manejo dos riscos ambientais
- Monitoramento do processo de encerramento e revitalização

Sensoriamento Remoto Aplicado à Processos da Hidrosfera

- Processos Oceânicos e Costeiros;
- Ecossistemas Marinhos;
- Monitoramento Ambiental dos Sistemas Aquáticos.

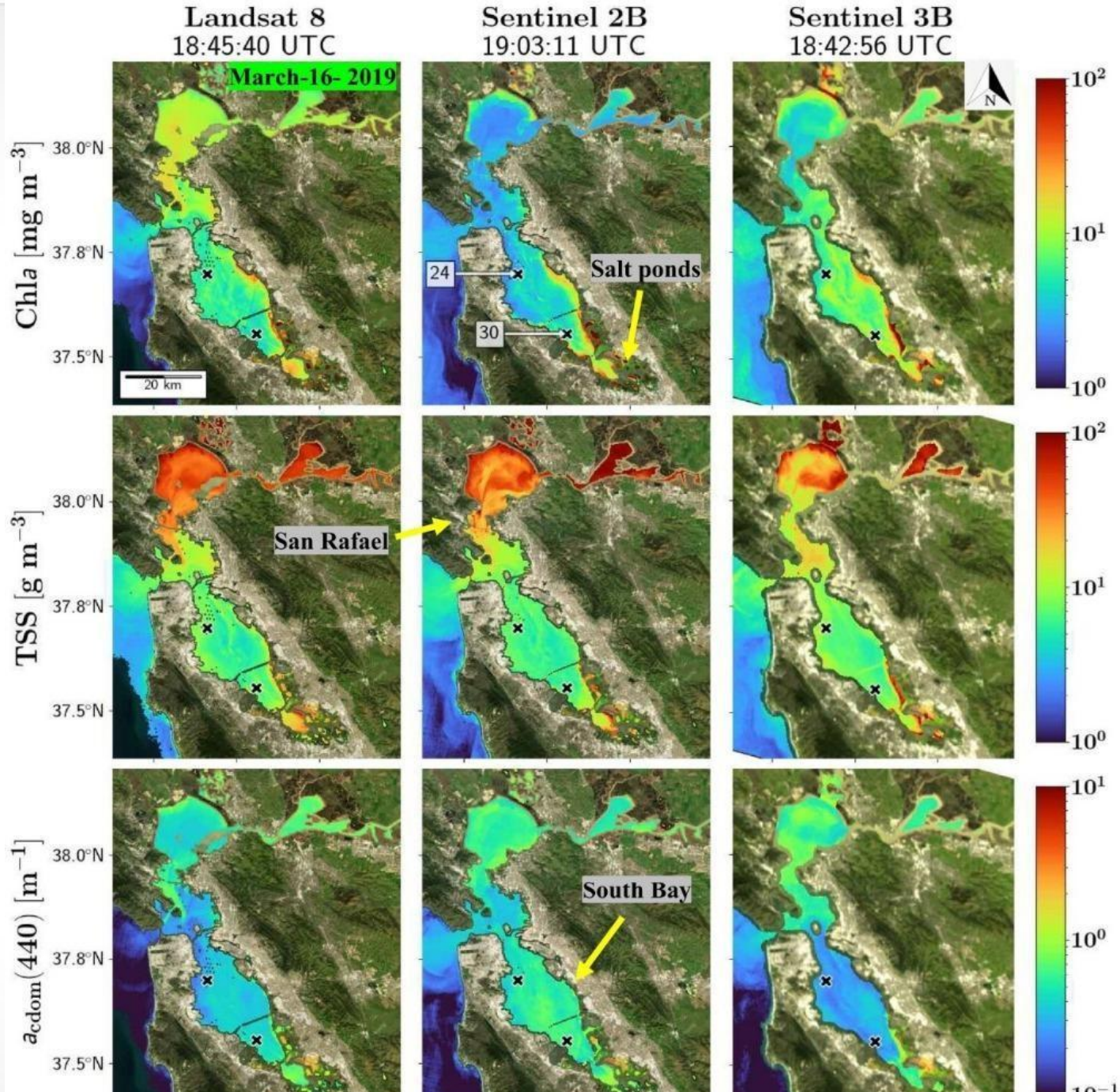




Qualidade de água da San Francisco Bay

derivados de imagens dos sensores OLI, MSI e OLCI, a bordo do Landsat-8, Sentinel-2 and Sentinel-3.

Equipe LabISA (DIOTG/INPE)



Comportamento Espectral de Alvos

- Propriedades Espectrais de Culturas Agrícolas e Solos, por Radiometria e Modelagem;
- Caracterização Espectral da Vegetação;
- Detecção e Avaliação de Queima de Biomassa e sua Emissão de Gases do Efeito Estufa;
- Detecção da Radiação e Caracterização de sua Interação com a Atmosfera;
- Sensoriamento Remoto Hiperespectral.

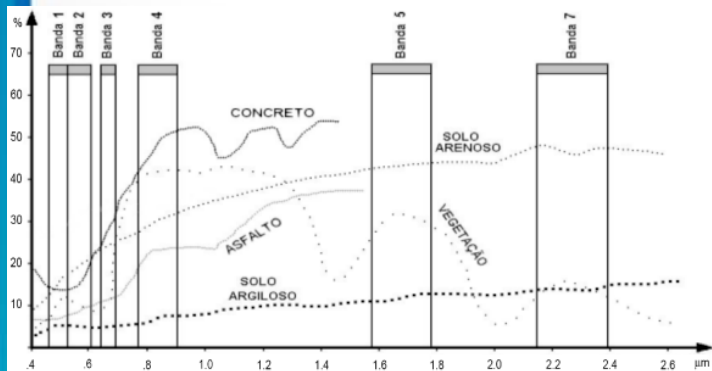
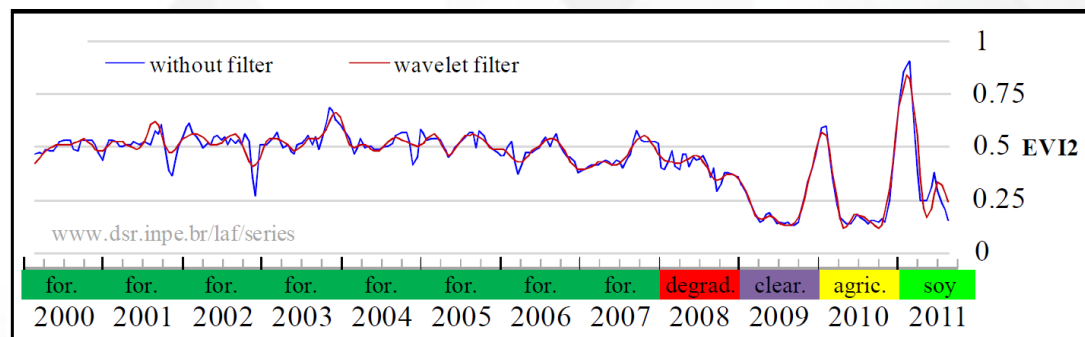


Figura 3. Bandas do TM e comportamento espectral de alguns objetos. Fonte: adaptada de Bowker (1985).



Geoprocessamento

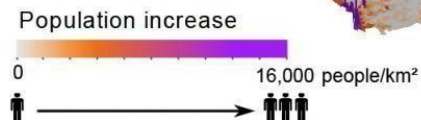
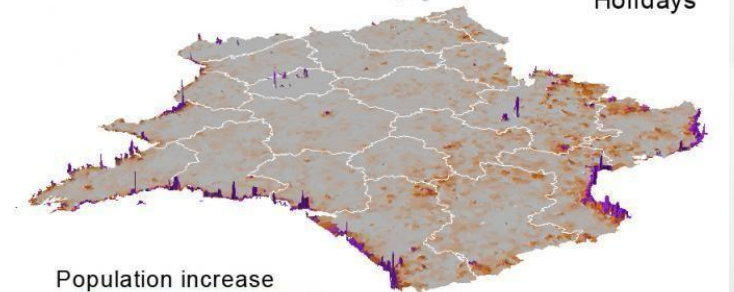
- Mudanças de Uso da Terra;
- Estudos Urbanos;
- Saúde Pública;
- Modelagem Ambiental;
- Estatística Espacial.



Working periods



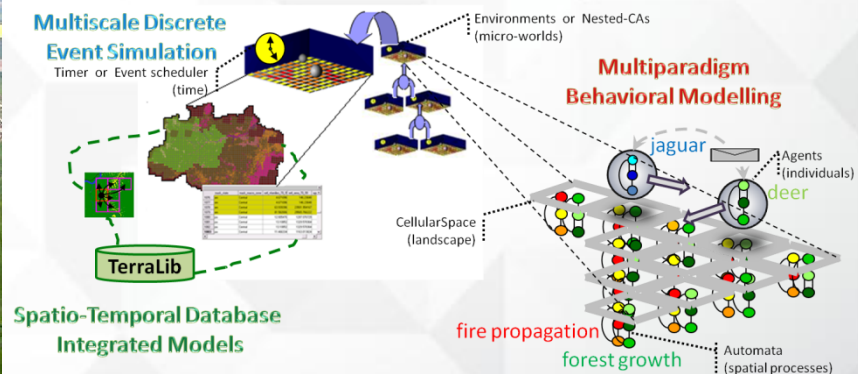
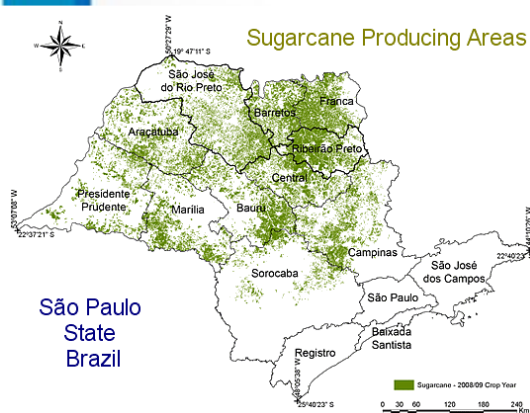
Holidays



As imagens de satélite fornecem uma boa representação no planejamento de projetos, no **monitoramento de desastres e calamidades naturais e na orientação de pessoas para a defesa civil.**

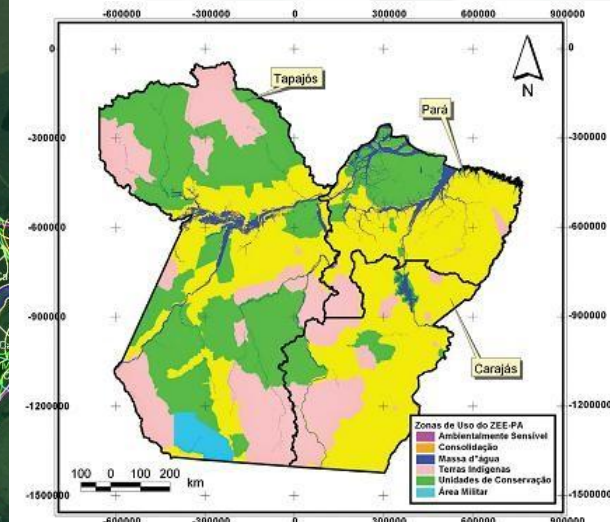
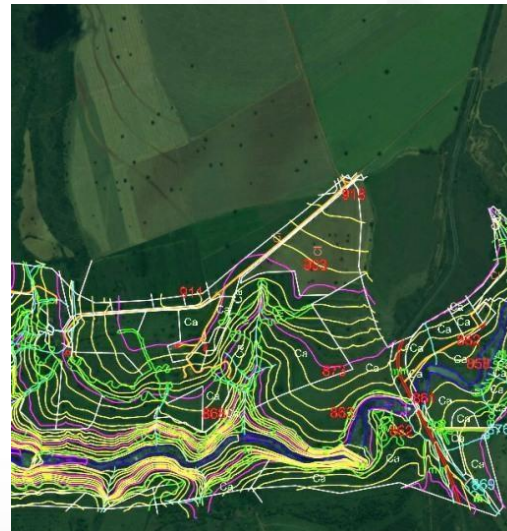
Sensoriamento Remoto Aplicado à Ecosystemas Terrestres

- Classificação e Monitoramento;
- Dinâmica do uso da terra;
- Modelagem de processos.



Sistemas e Métodos de Planejamento e Gestão Territorial

- Geoinformação para Gestão Municipal;
- Gestão Ambiental;
- Zoneamento Ecológico-Econômico.



Exploração de Imagens de Satélites em Áreas Urbanas

O uso da tecnologia espacial na administração pública permite resolver muitos dos problemas que acometem as cidades e sua gerência.

O mapeamento e o monitoramento da atividade humana obtidos por imagens de satélites e a espacialização de problemas sociais em cidades ou em áreas escassamente povoadas, auxilia governos e as autoridades locais a entender o impacto da população no uso e cobertura da superfície.

Permite a melhoria dos planejamentos ambientais, de saúde, segurança, transporte, coleta de lixo, emissão de carbono e de outras atividades essenciais na região.

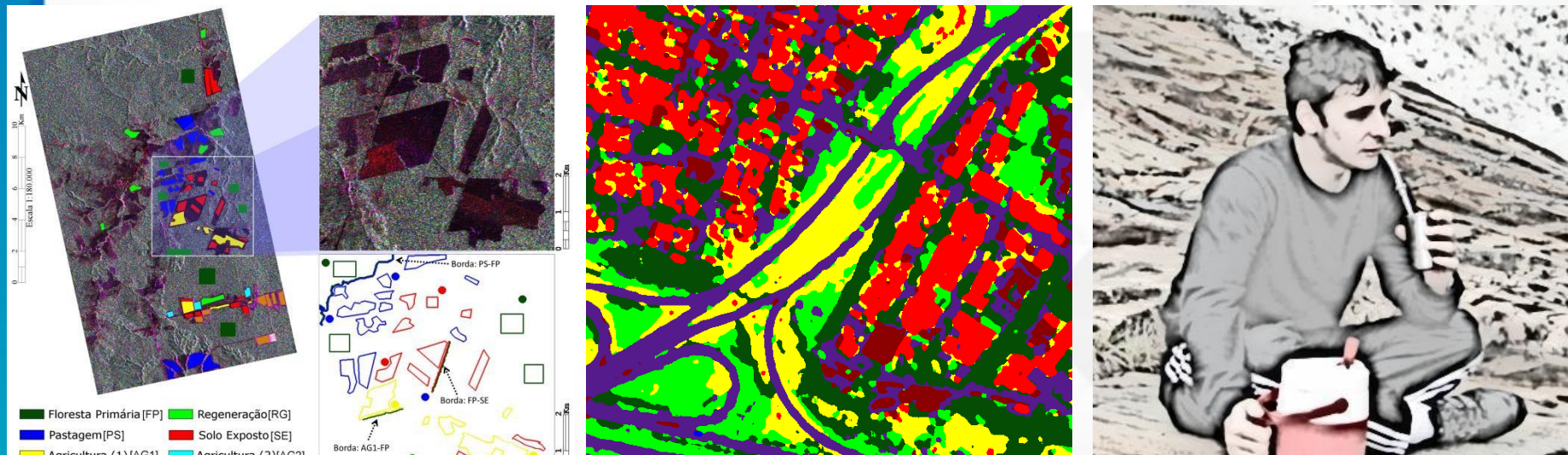


A variabilidade de resoluções temporais das imagens de satélite auxiliam na geração de **mapas de cobertura do solo para planejamento ambiental, detecção de mudanças no uso da terra e planejamento urbanos, como por ex. de transporte.**

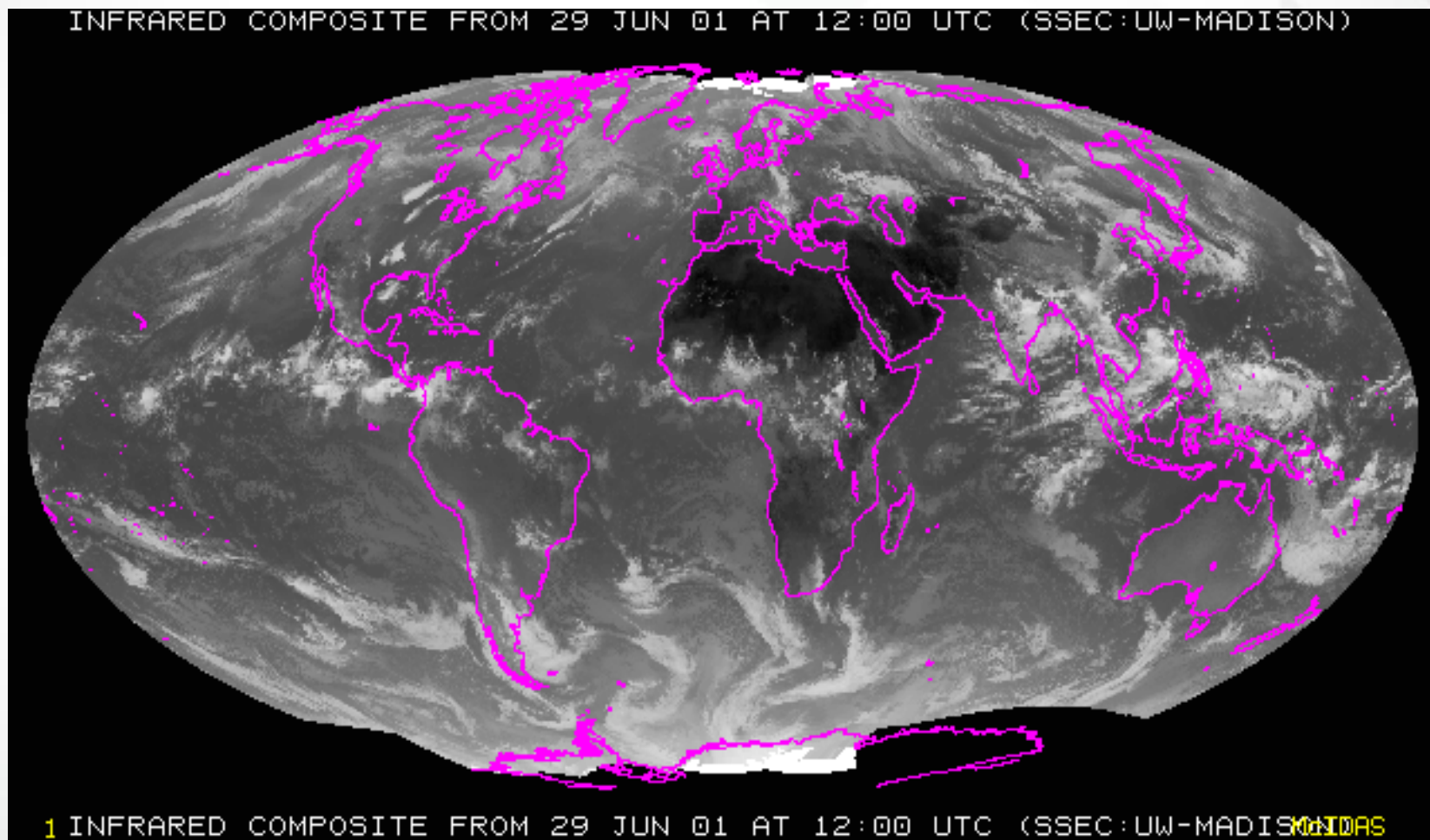
<http://www.codexremote.com.br/blogcodex/imagens-de-satelite-no-planejamento-municipal/>

Processamento de Imagens

- Processamento e Análise de Imagens Ópticas e Novos Sensores;
- Processamento e Análise de Imagens de Radar;
- Morfologia Matemática.

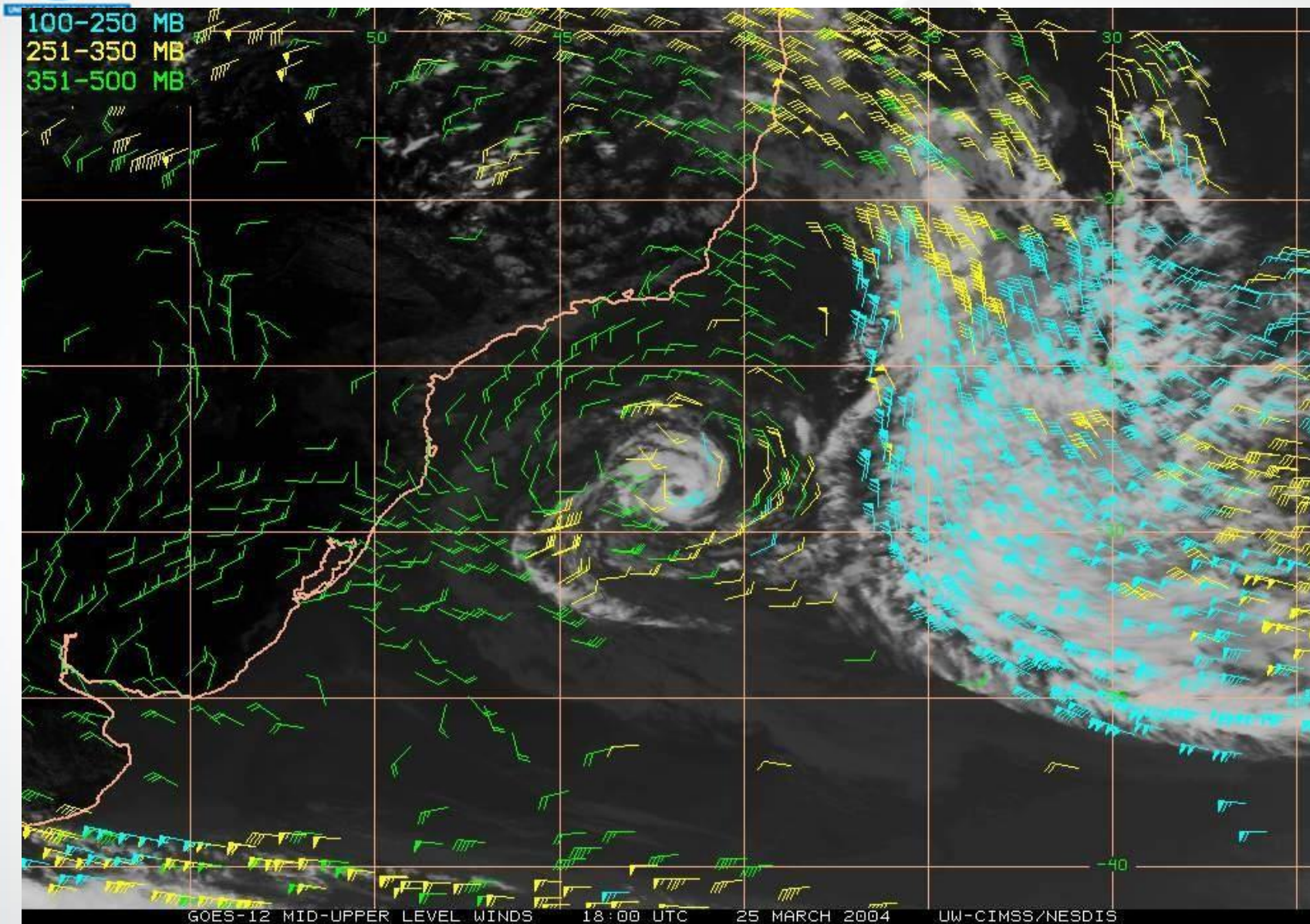


Mosaico das Imagens dos Satélites Geoestacionários



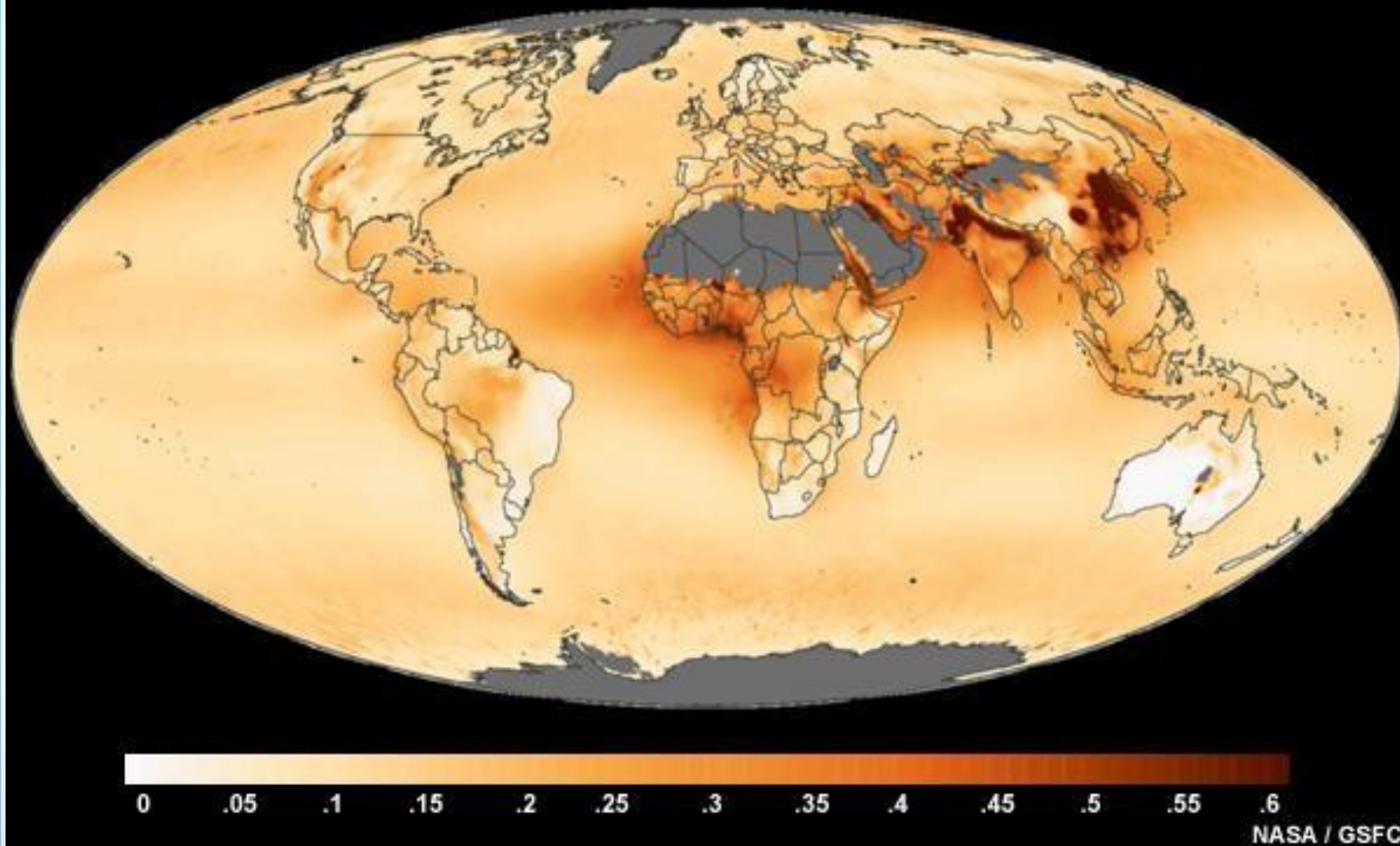


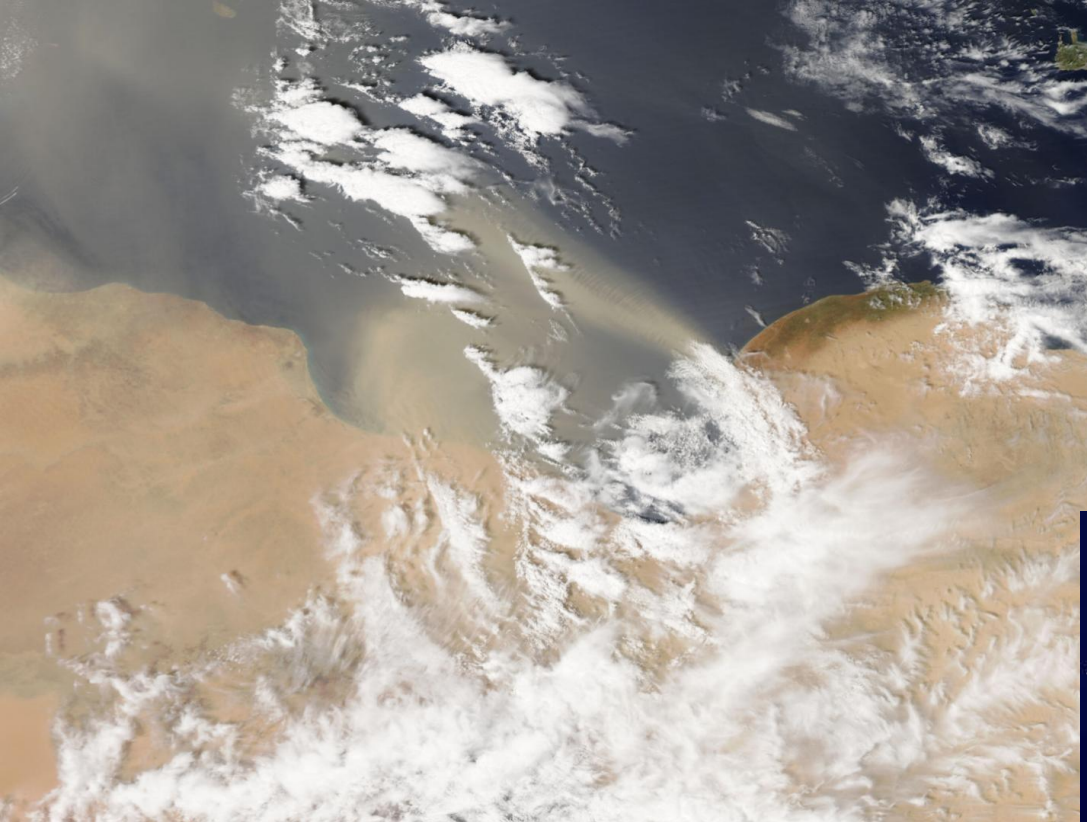
Estimativa de Vento



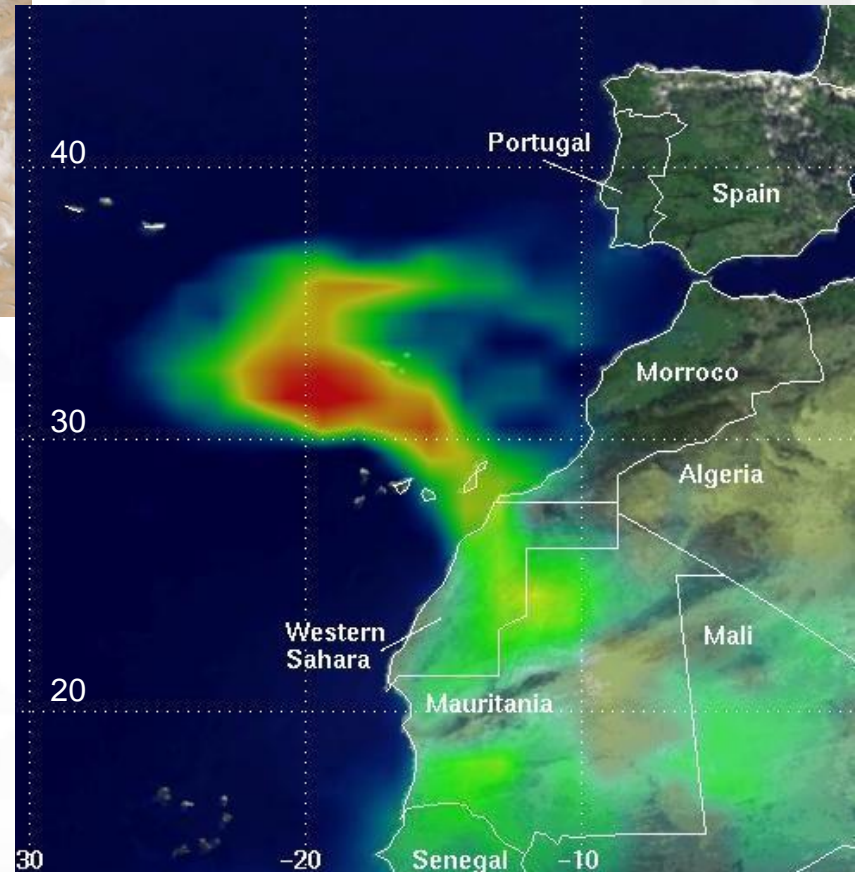
Aerossóis

Modis Terra Aerosol Optical Depth at 550nm Averaged From Jan 2005 to Jan 2010



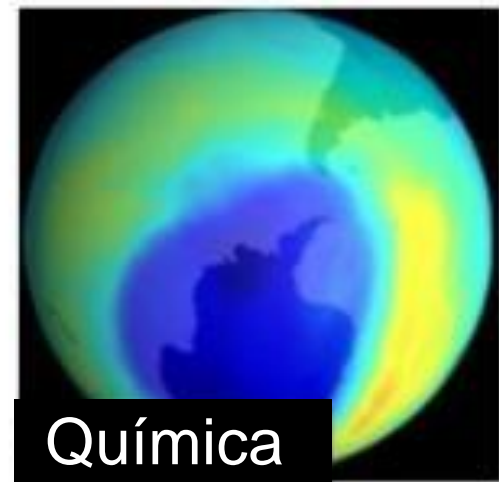


Aerossóis



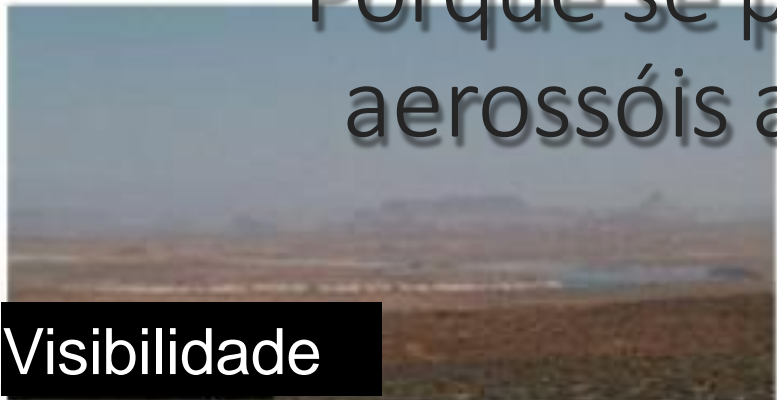


Saúde Pública

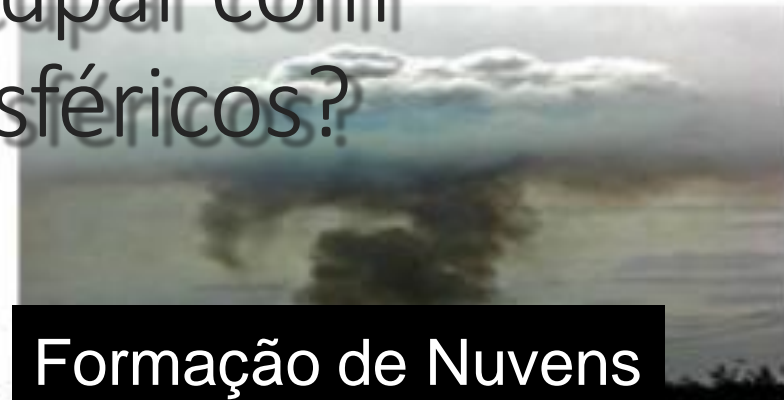


Química

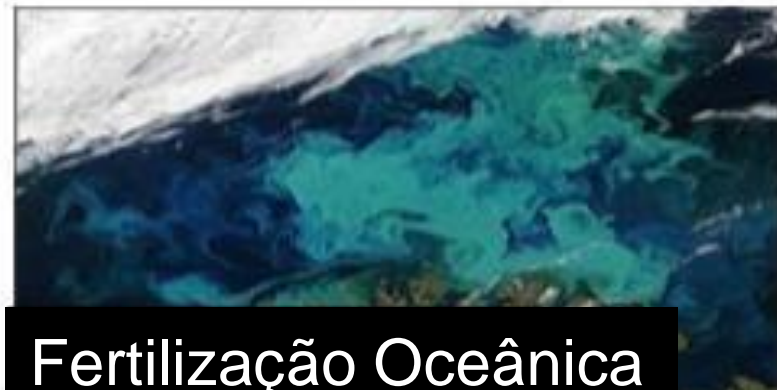
Porque se preocupar com
aerossóis atmosféricos?



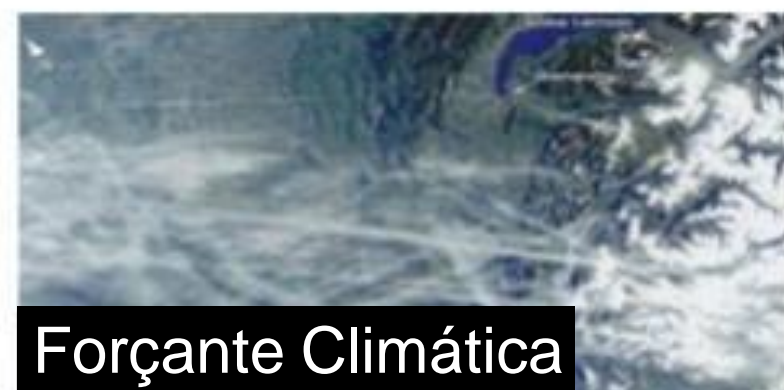
Visibilidade



Formação de Nuvens



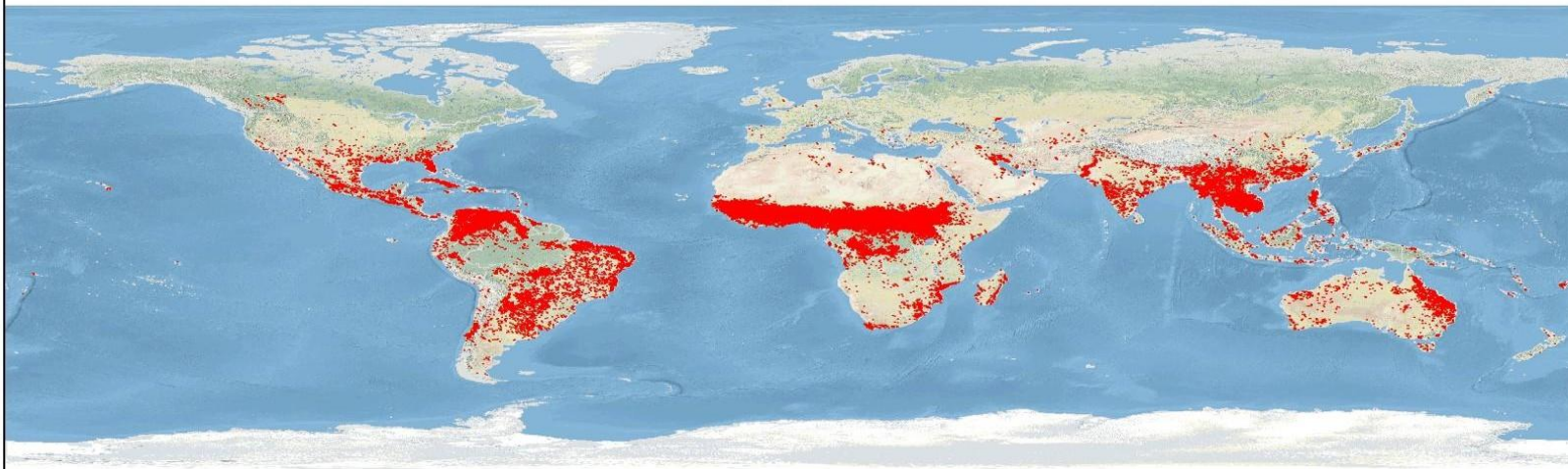
Fertilização Oceânica



Forçante Climática

Estudo de Queima de Biomassa

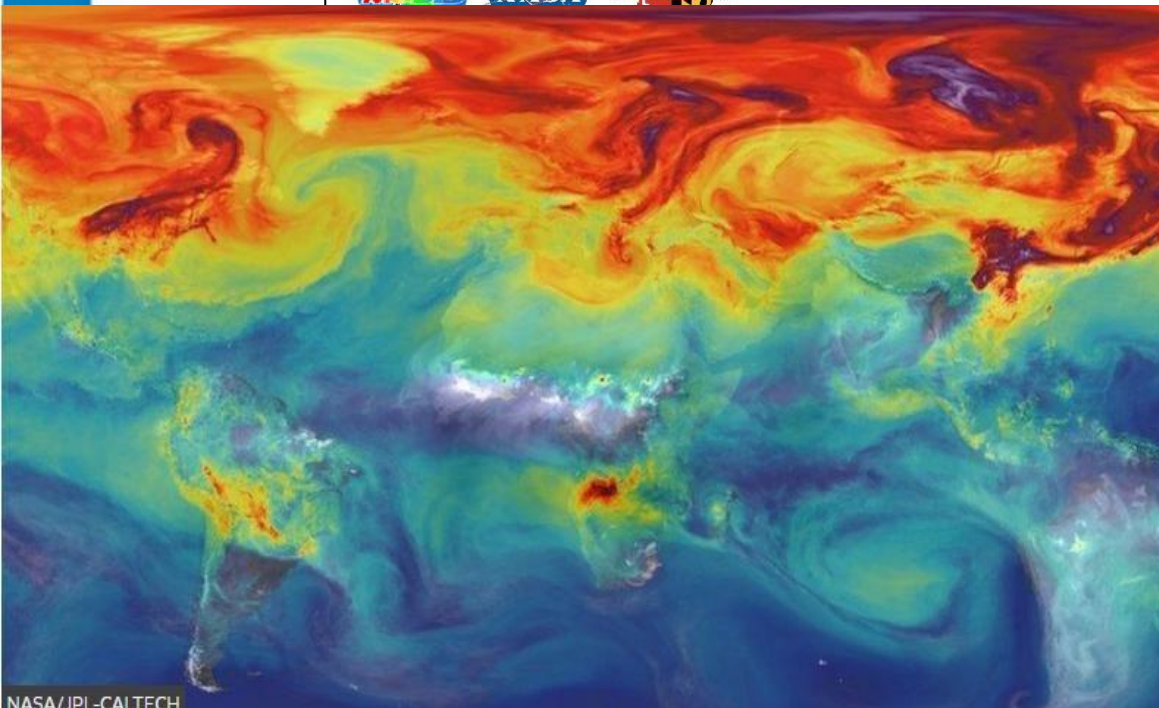
- Distribuição espacial e temporal dos focos de calor
- Estimativa da área queimada
- Estimativa da biomassa queimada e emissões
- Severidade do fogo
- Risco de fogo



January February March April May June July August September October November December



Active fires, shown in red, are detected using MODIS data from the Terra and Aqua Satellites.
Source: Fire Information for Resource Management System (FIRMS)
<http://maps.geog.umd.edu/firms/>;
MODIS Rapid Response System
<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>; and MODAPS

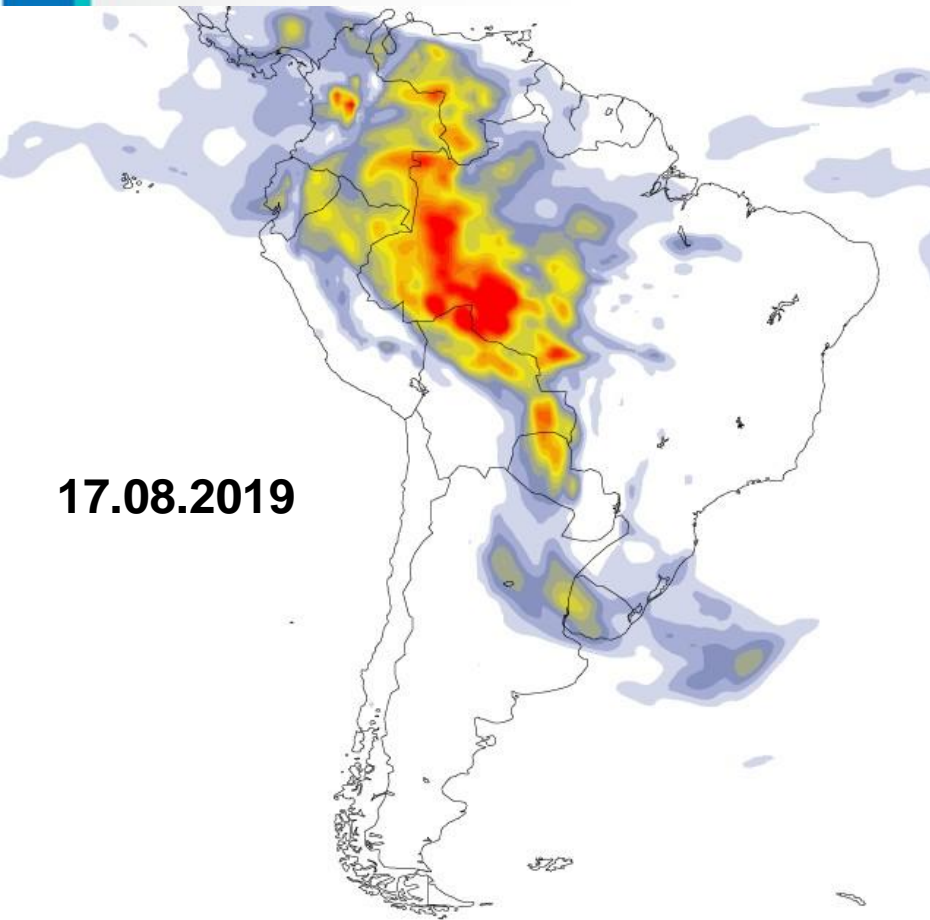


**Emissões globais de CO₂
em 2006.
Satélite GOES-5
Fonte: NASA (2015)**

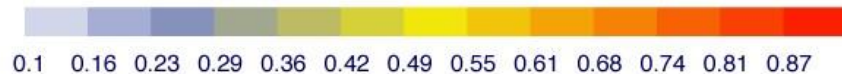
<https://svs.gsfc.nasa.gov/11719>

Concentração de aerossóis produzidos pela queima de biomassa

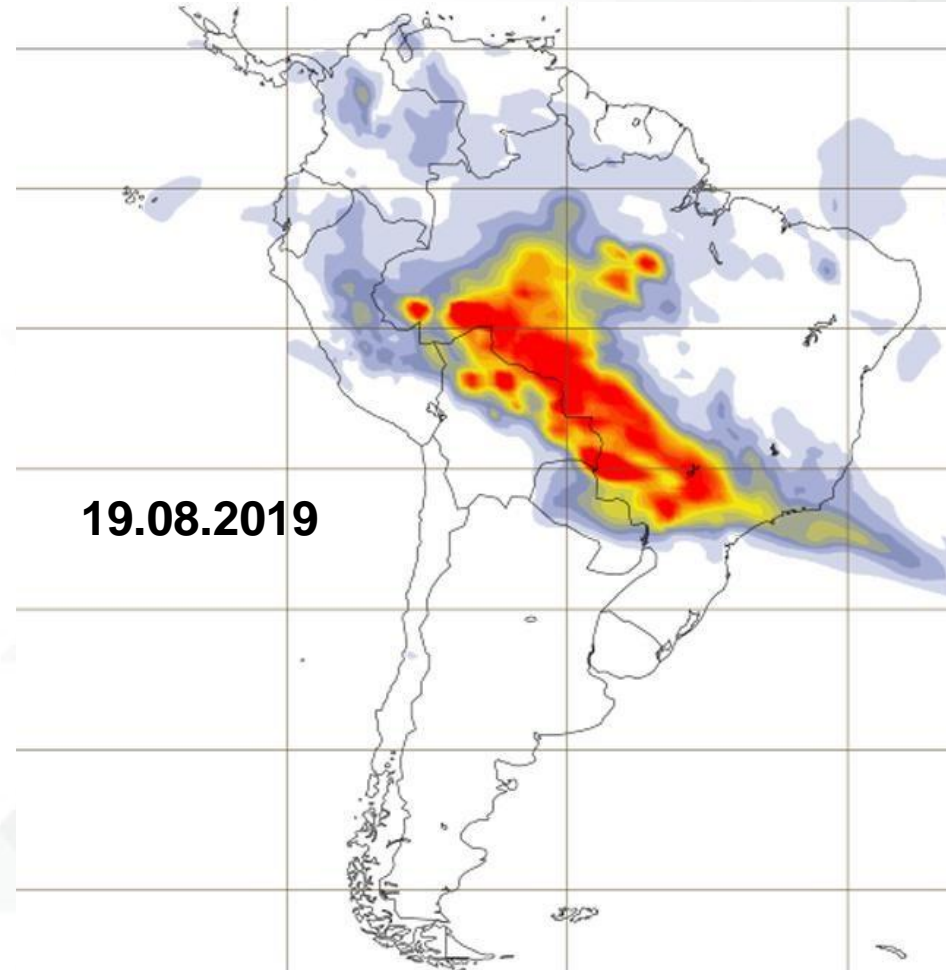
17.08.2019



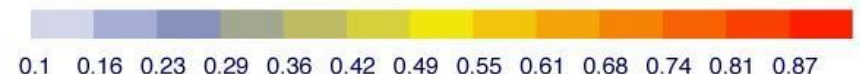
Profundidade óptica de aerossóis produzidos pela queima de biomassa em 500 nm



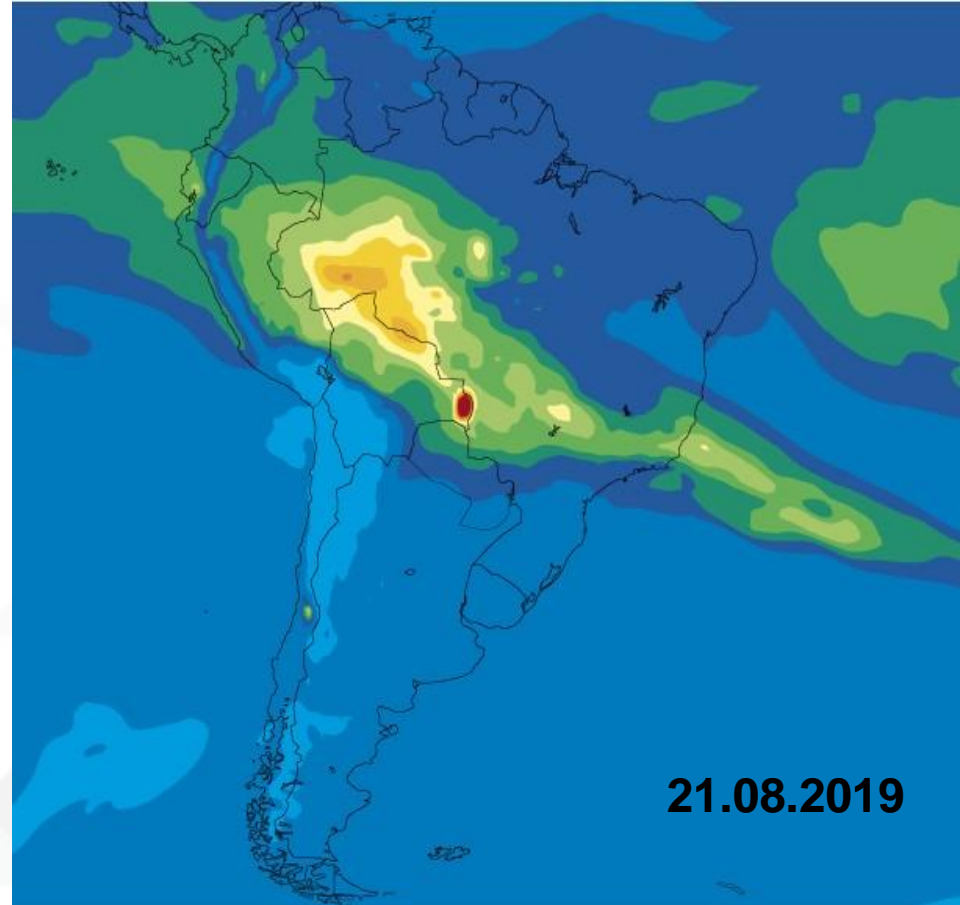
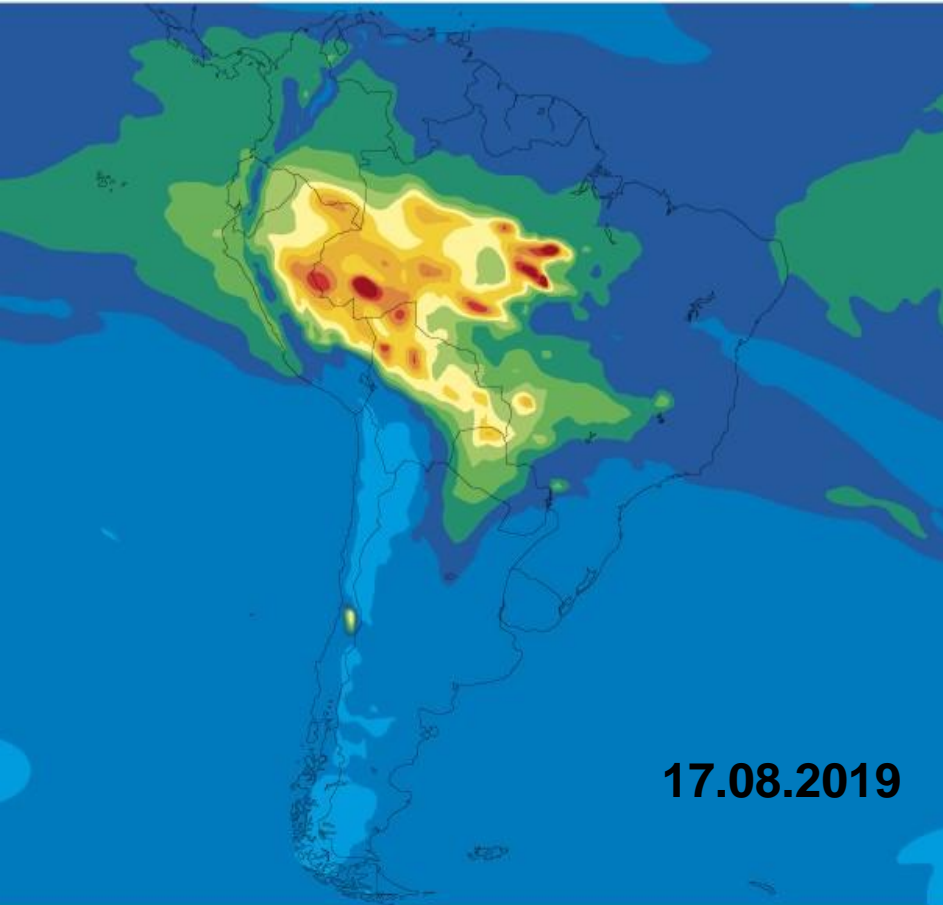
19.08.2019



Profundidade óptica de aerossóis produzidos pela queima de biomassa em 500 nm



Emissões estimadas de monóxido de carbono

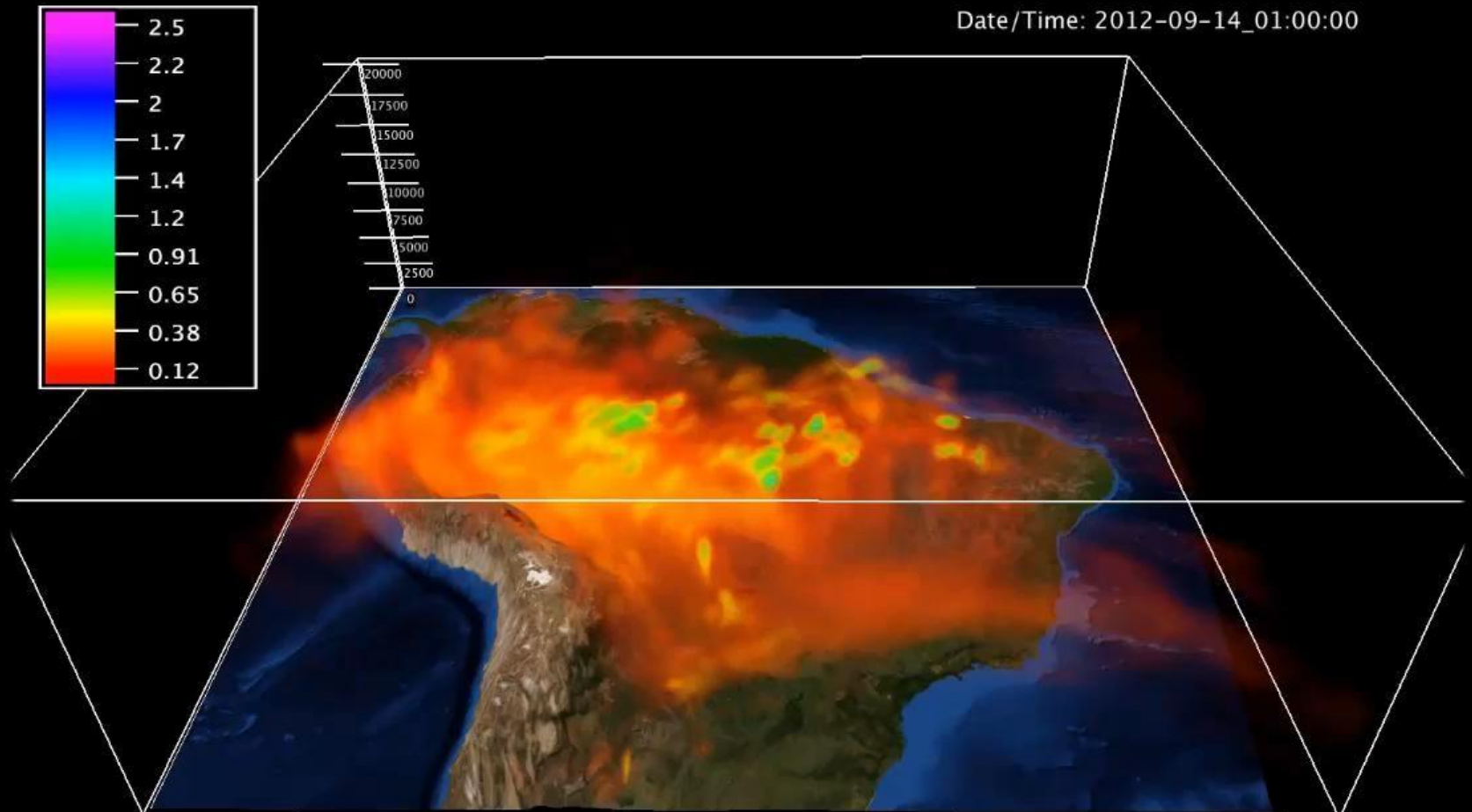


Modelagem WRF-Chem

Inclusão dos processos radiativos derivados da queima de biomassa (GRELL et al. 2011)

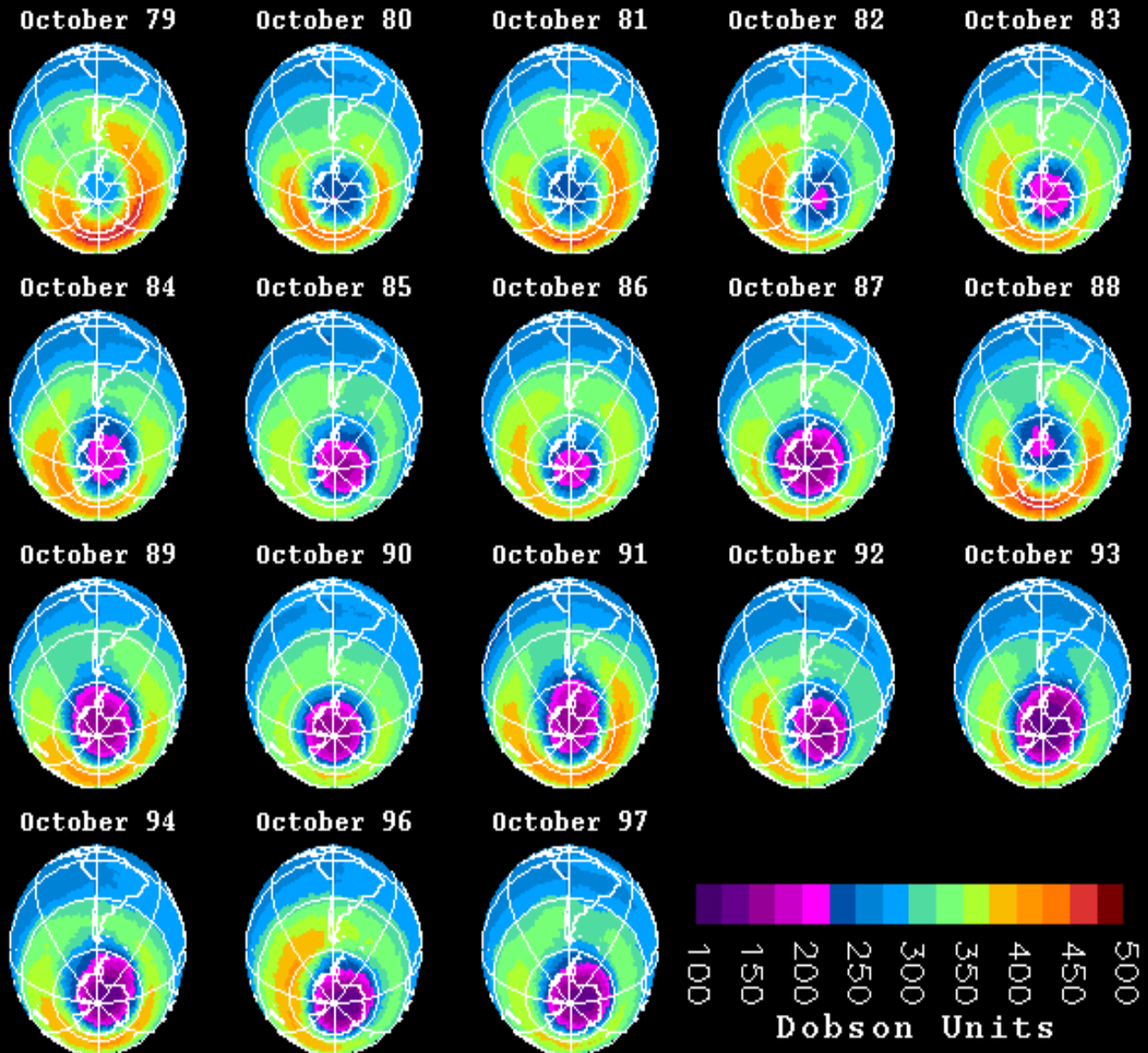
Permite verificar o impacto das emissões sobre as variáveis meteorológicas

Date/Time: 2012-09-14_01:00:00

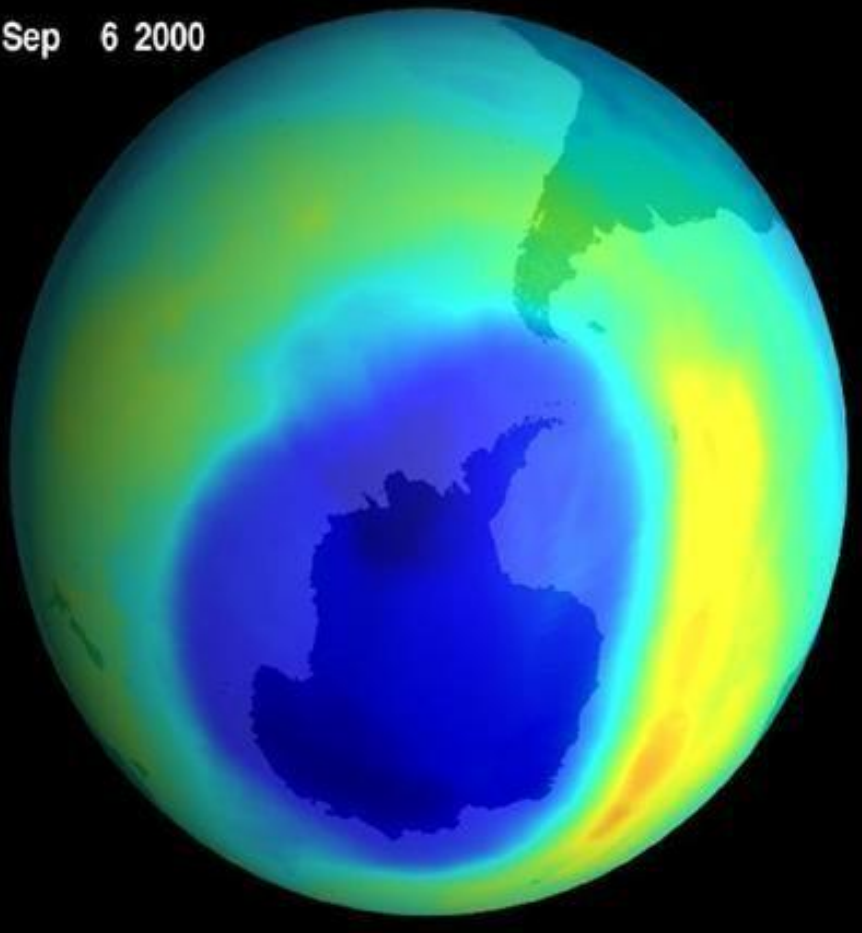


Simulação da previsão do CO (ppm) emitido executada no WRF-Chem

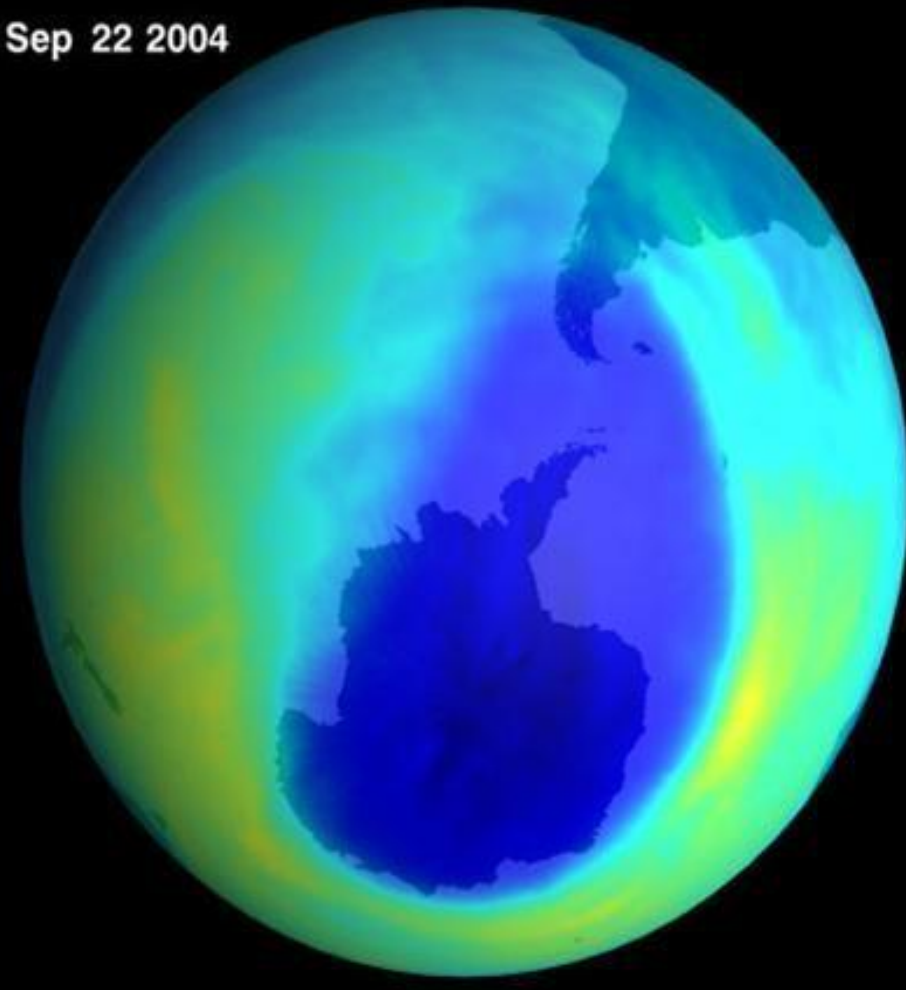
TOMS Total Ozone Monthly Averages



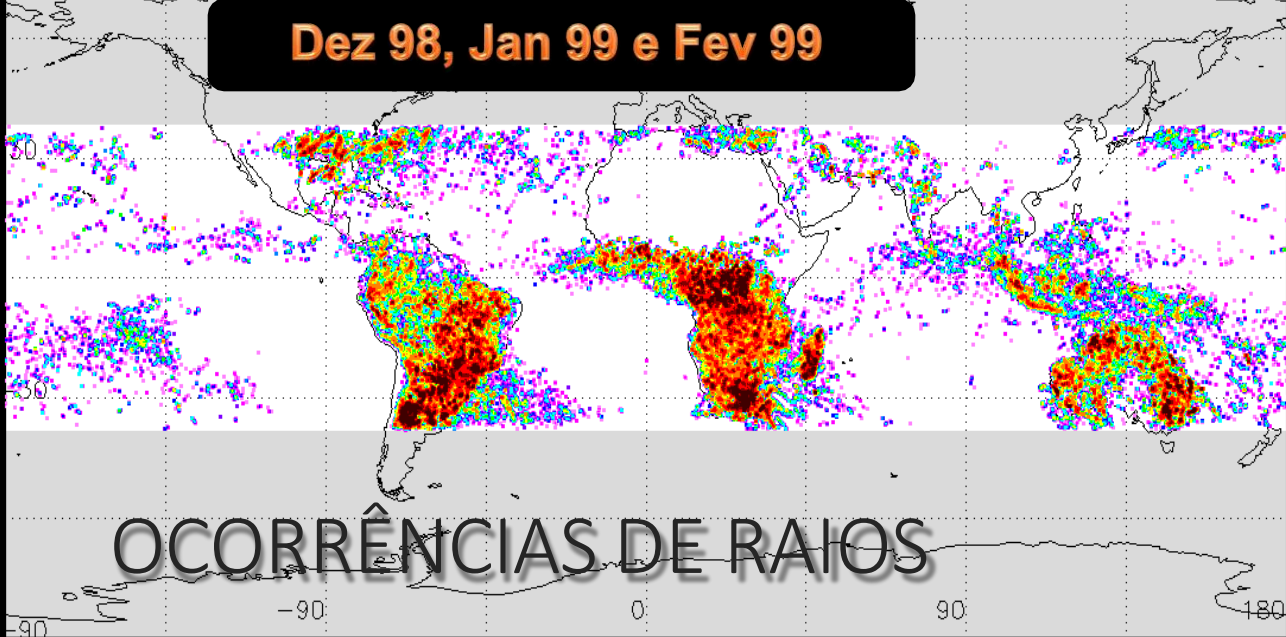
Sep 6 2000



Sep 22 2004



Dez 98, Jan 99 e Fev 99

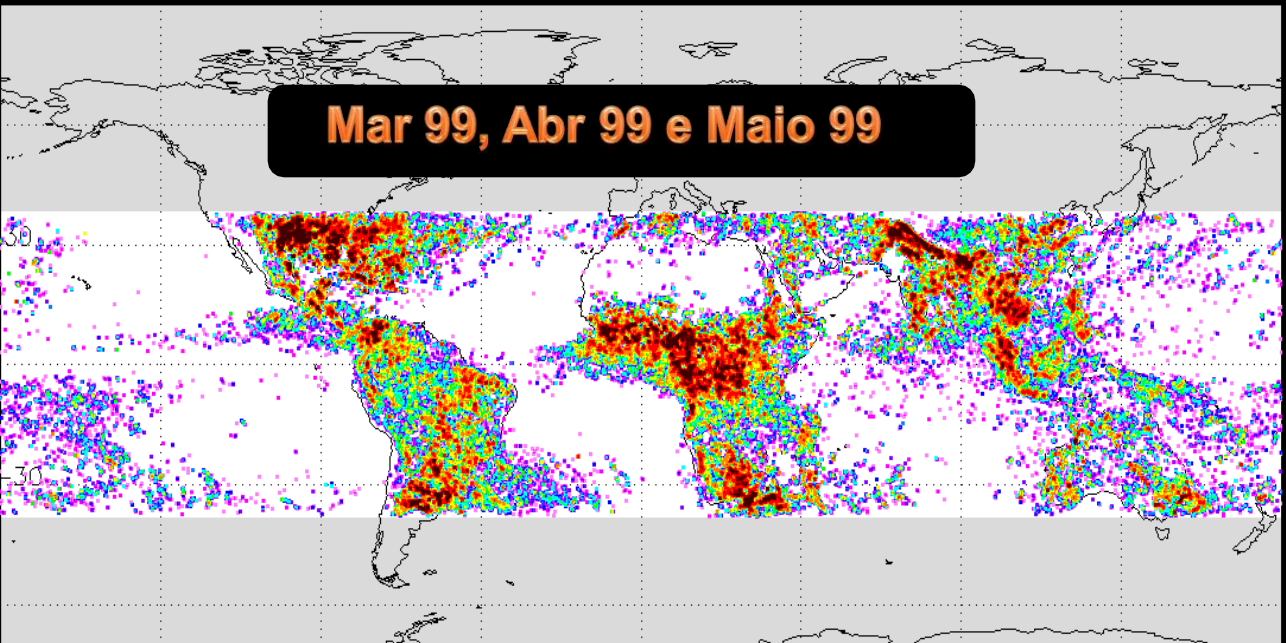


OCORRÊNCIAS DE RAIOS

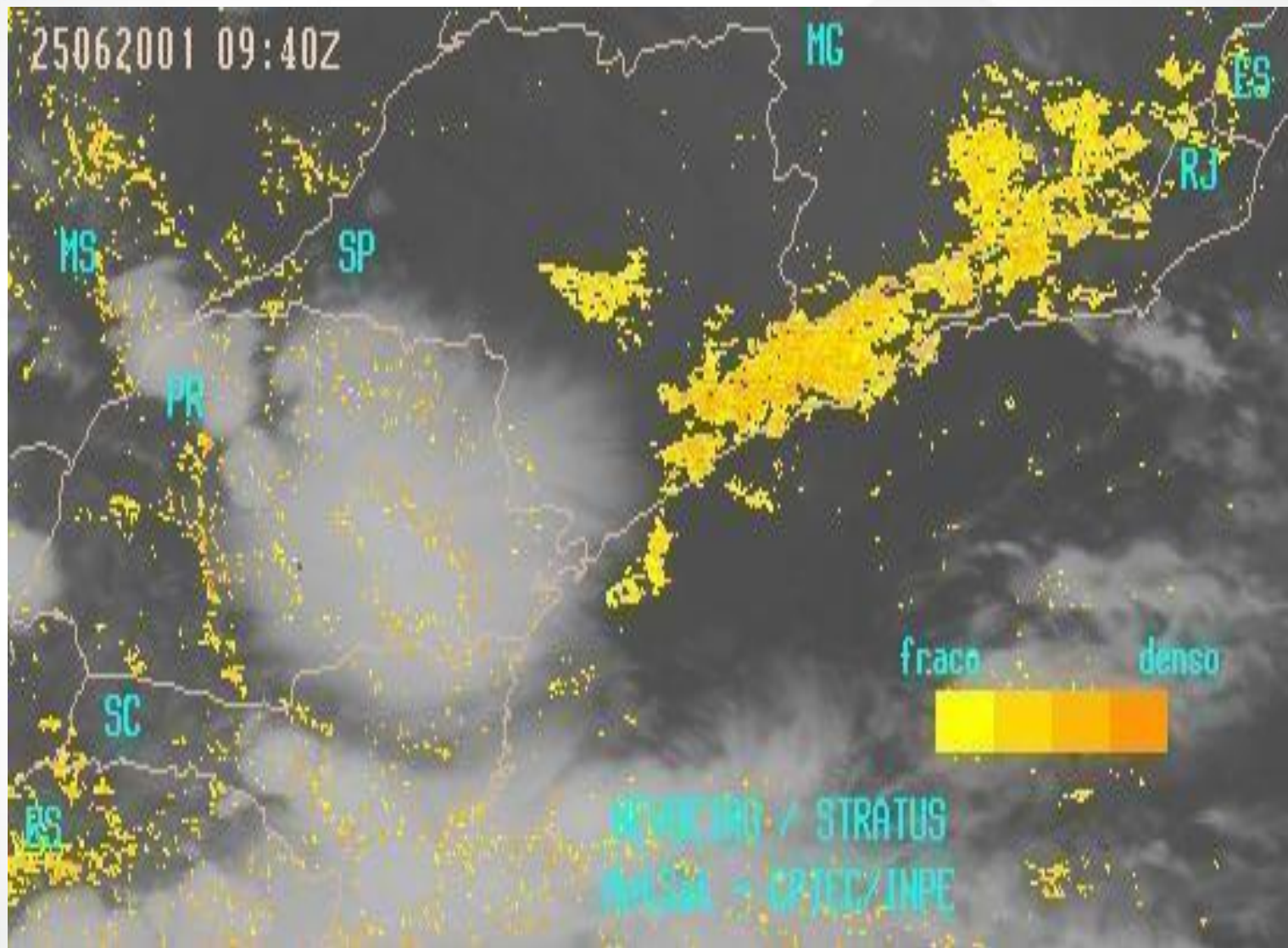
Orbits 1419
Areas 50785
Flashes 231007



Mar 99, Abr 99 e Maio 99

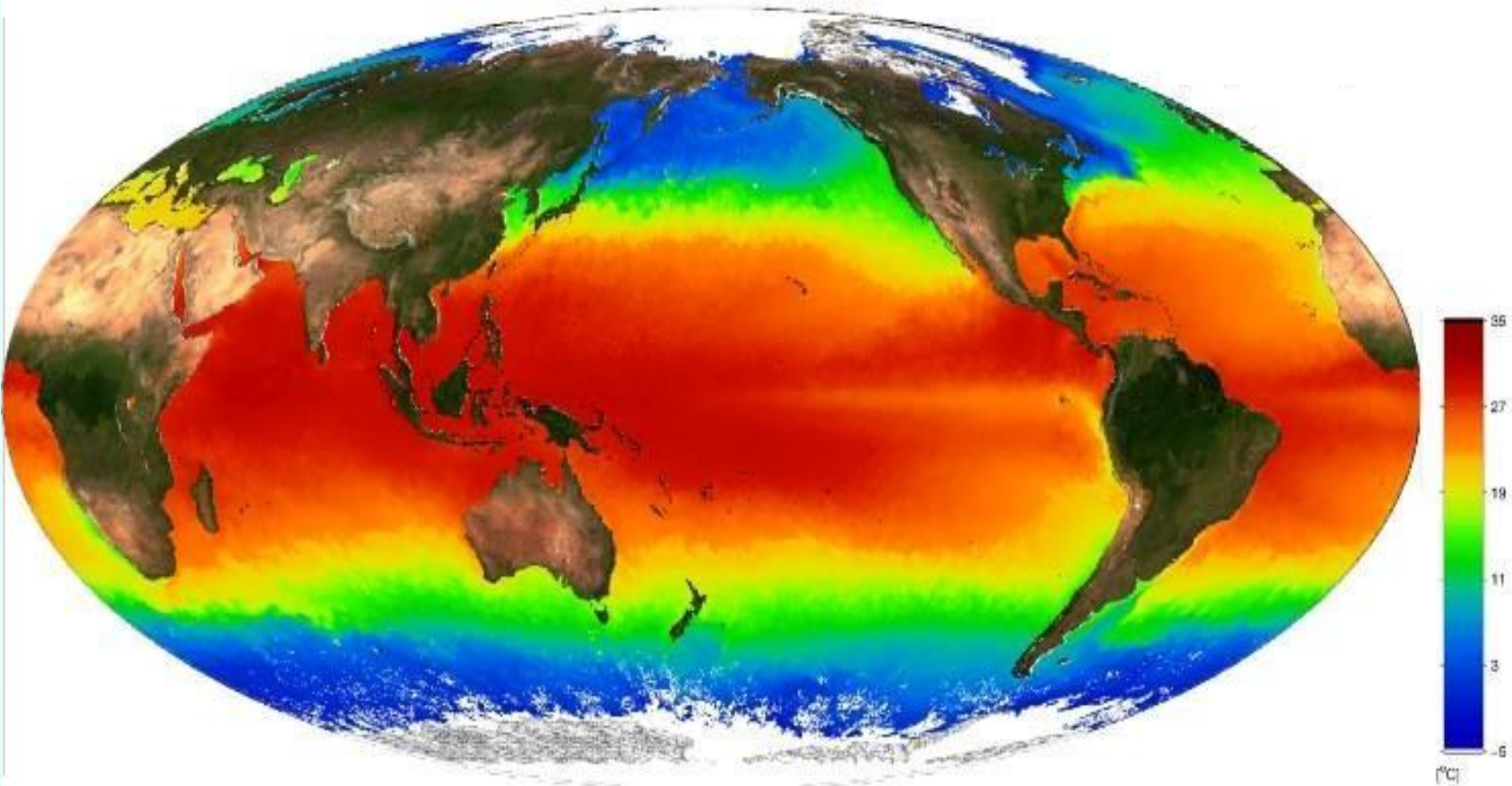


Nevoeiro

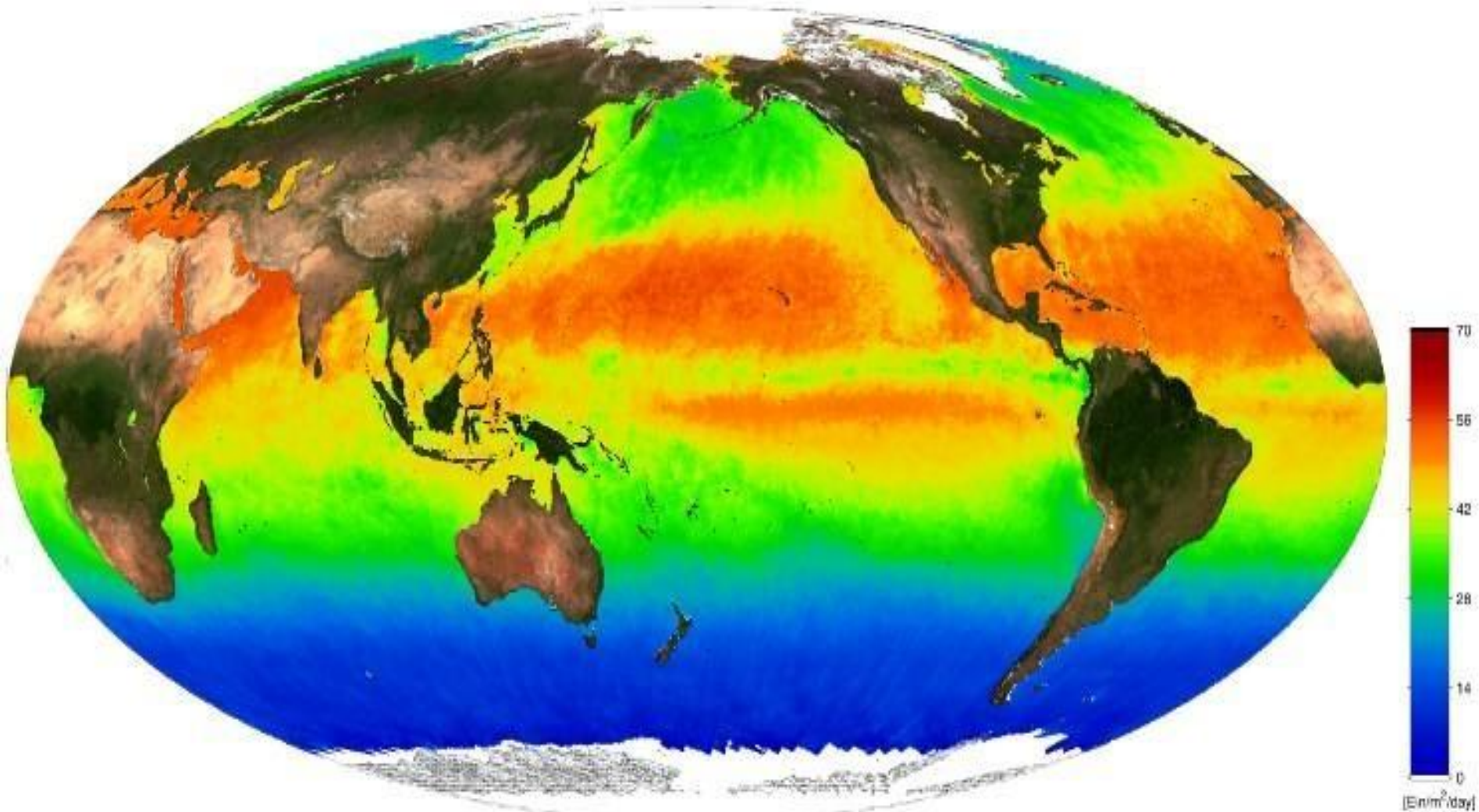


Análise sobre os oceanos

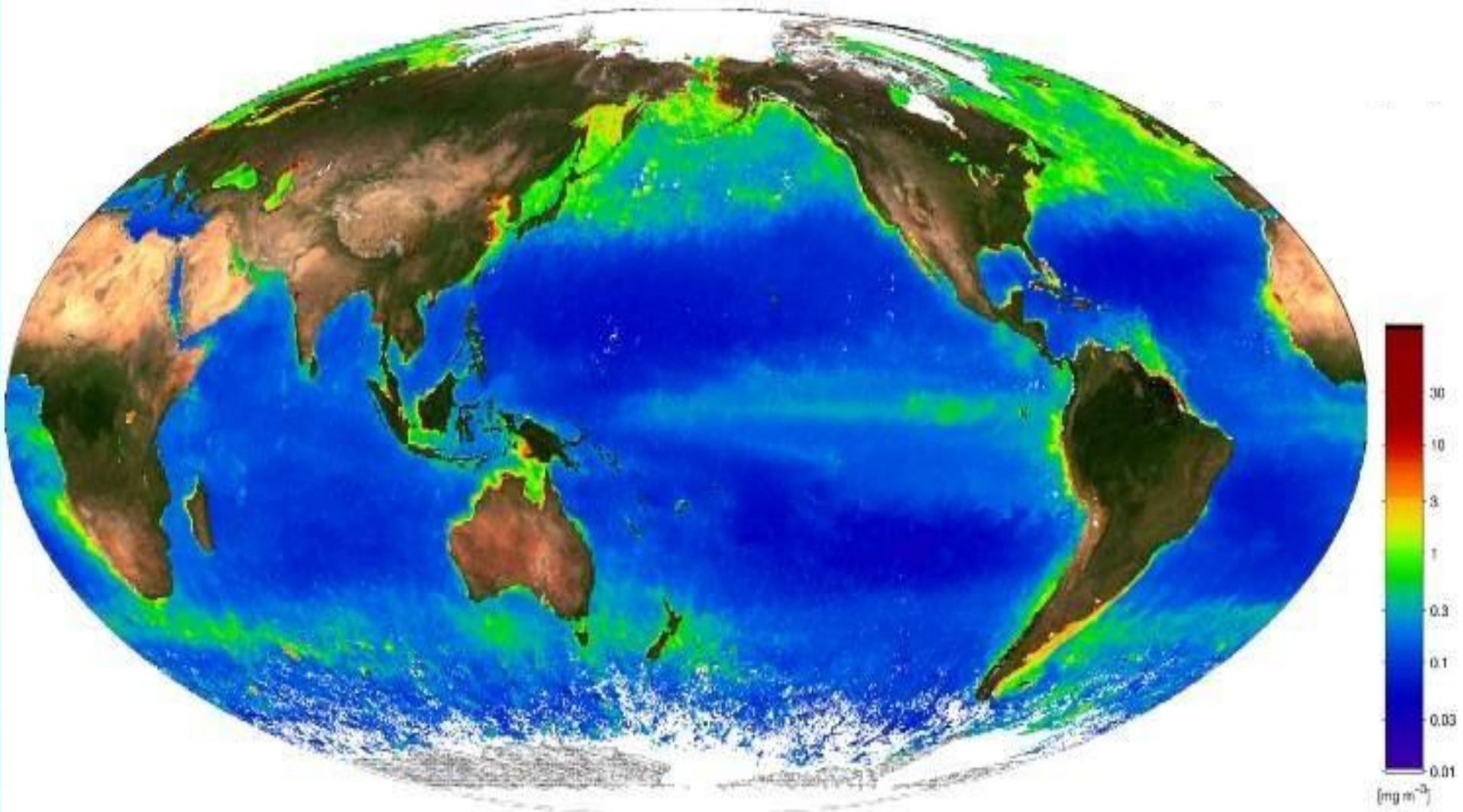
Temperatura da Superfície do Mar



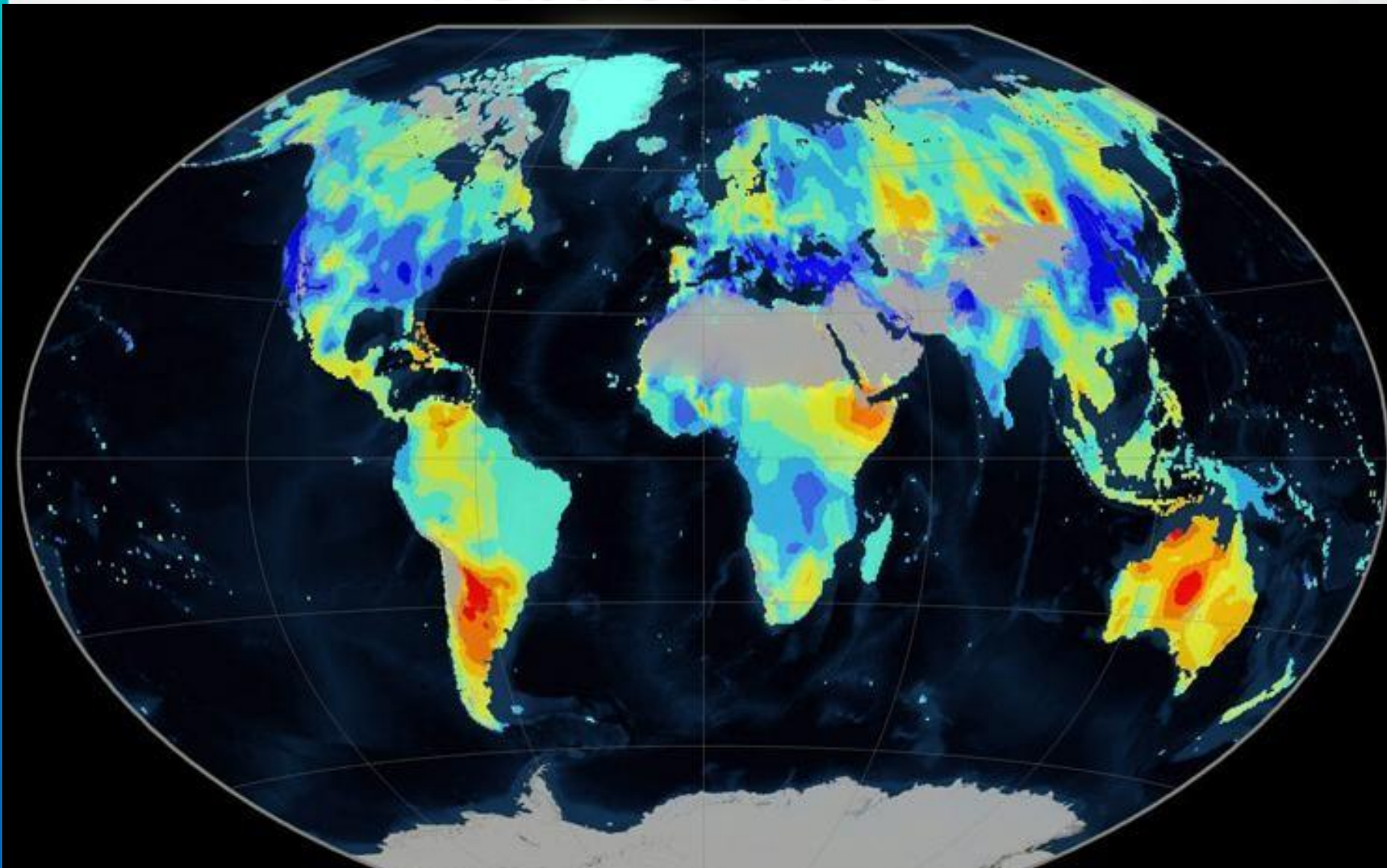
Produto Radiação Fotossinteticamente Ativa



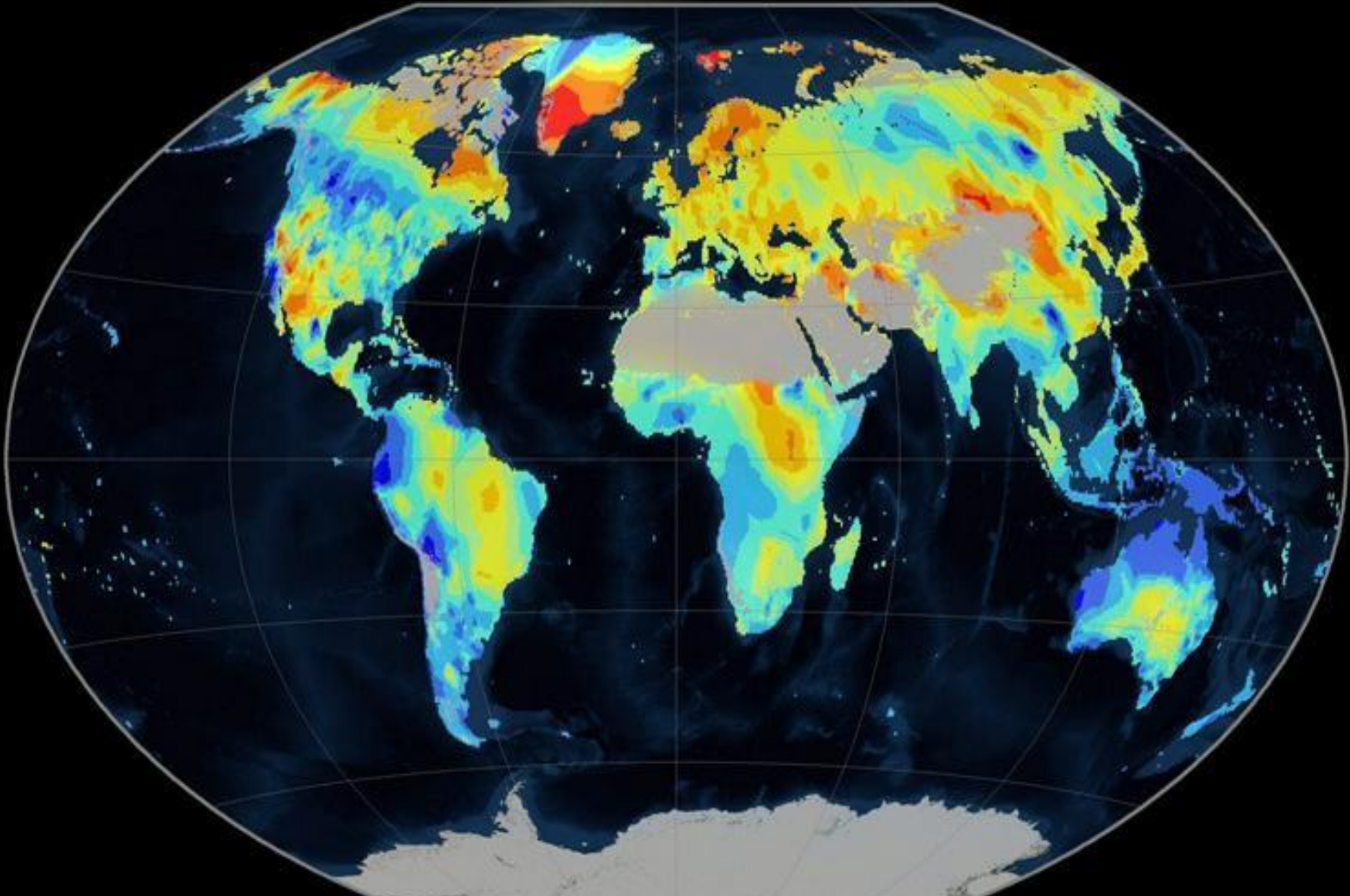
Produto Clorofila-a global



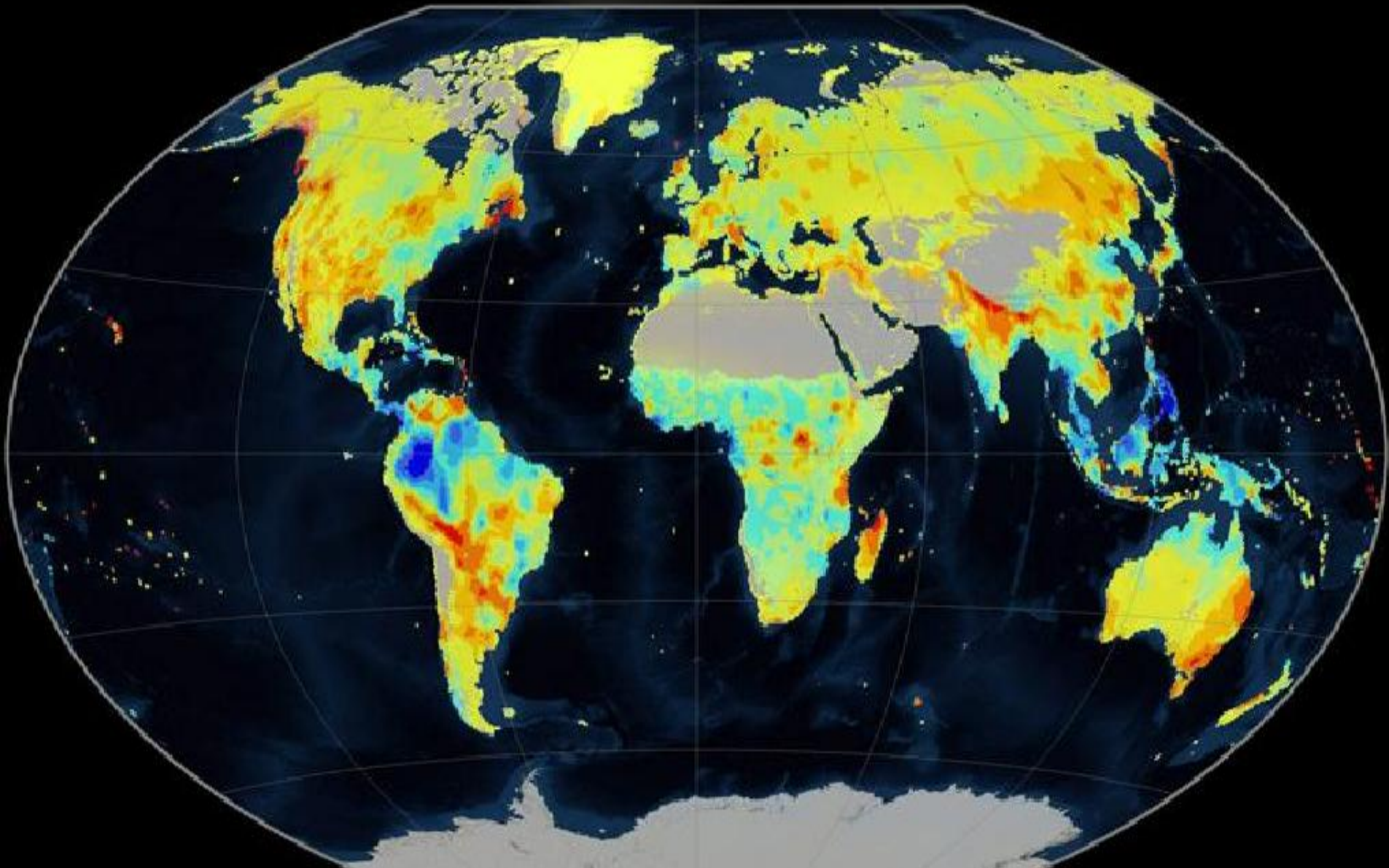
Análise sobre os continentes Nebulosidade



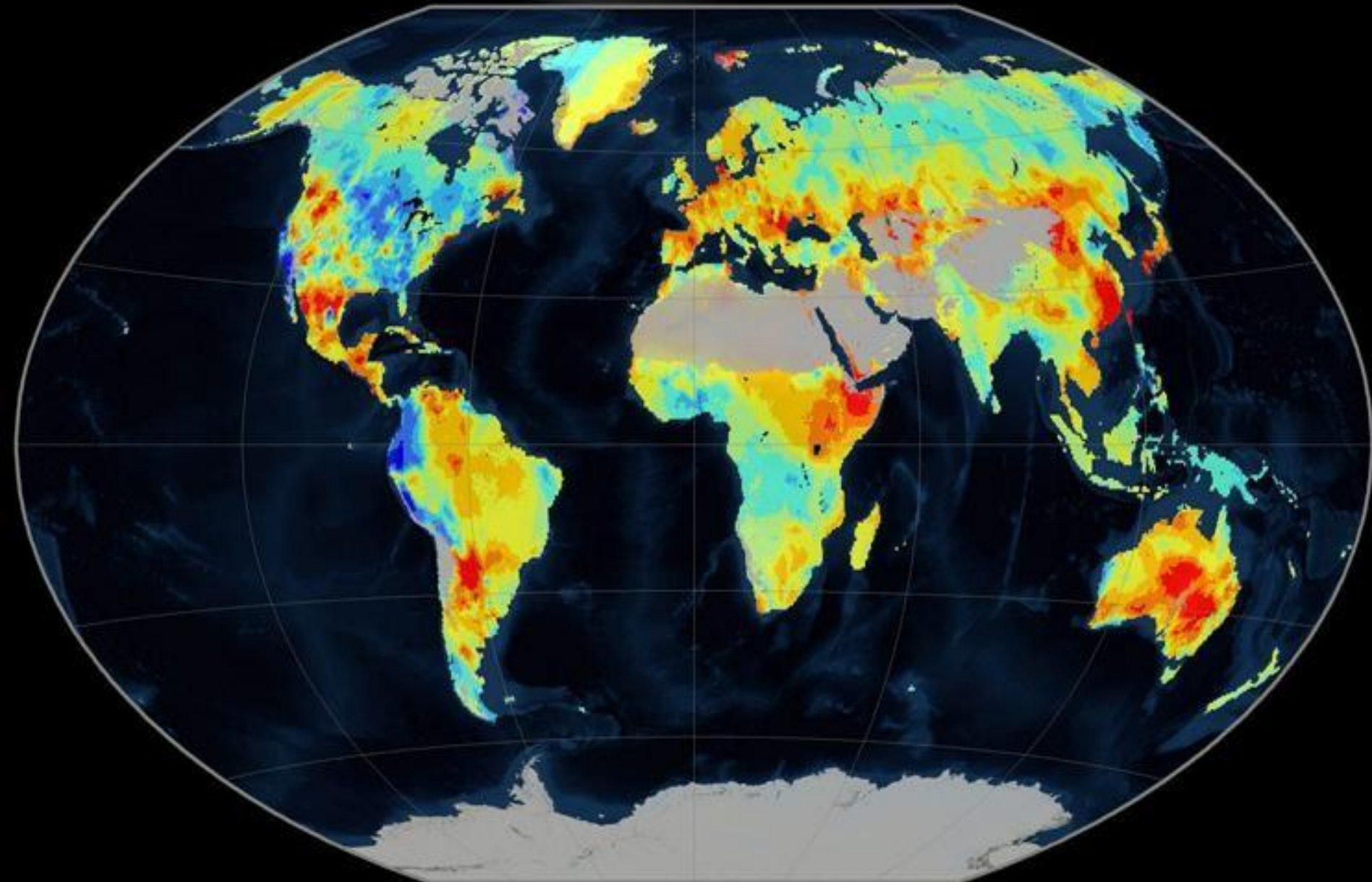
TEMPERATURA



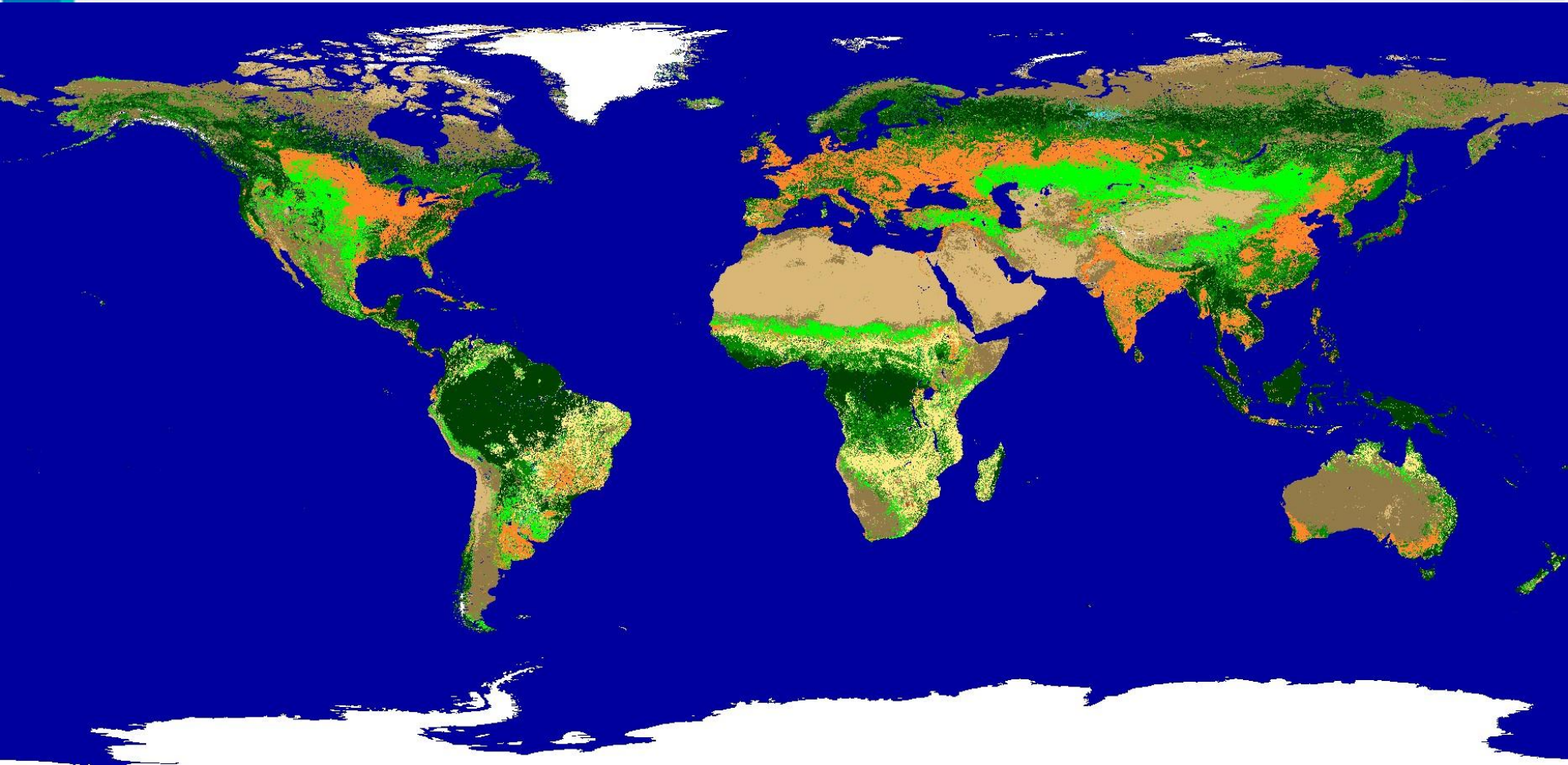
PRECIPITAÇÃO

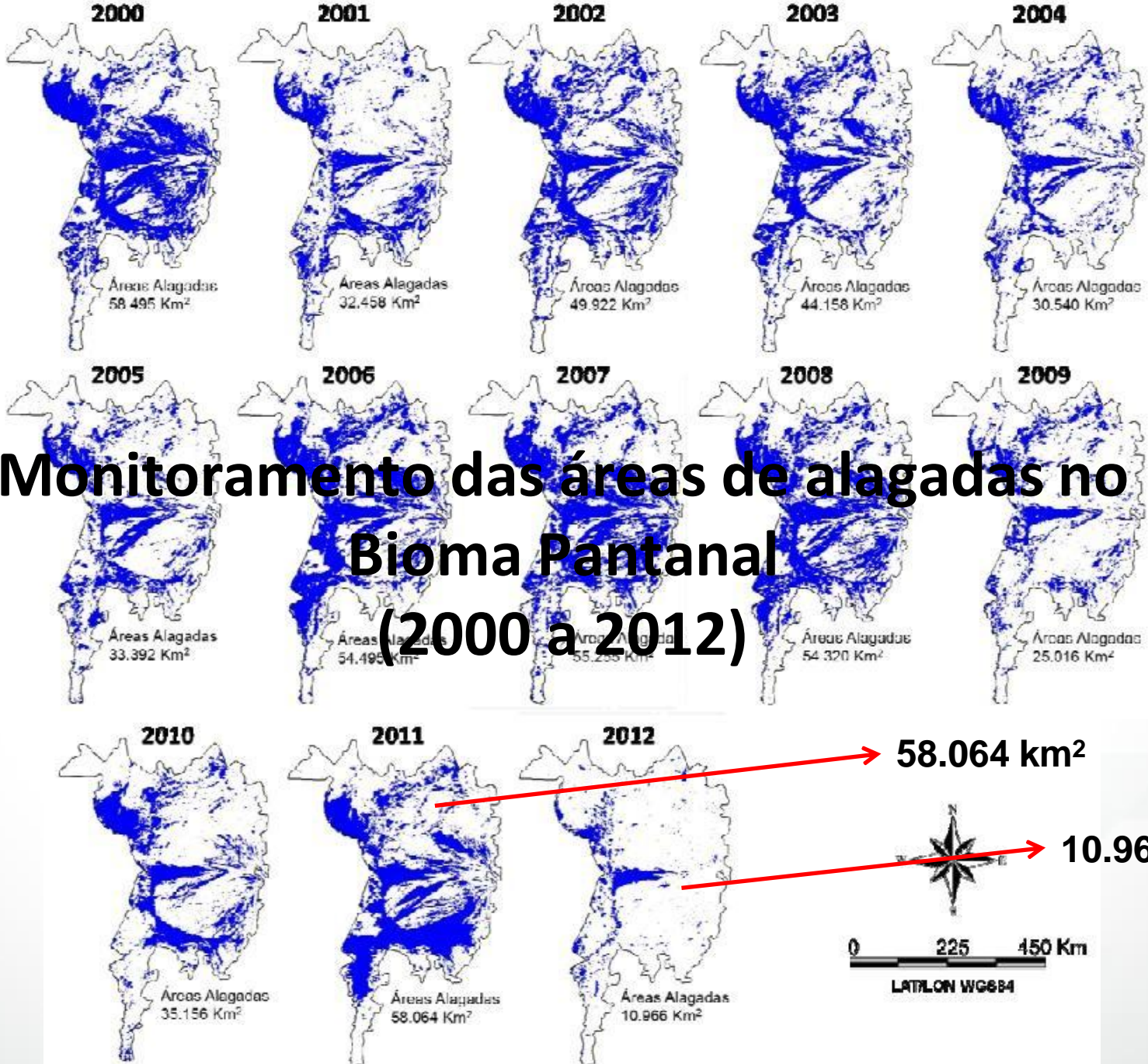


EVAPOTRANSPIRAÇÃO



Uso do Solo





Monitoramento de áreas com déficit de chuva (2011 a 2016)

Ano hidrológico
(outubro a setembro)

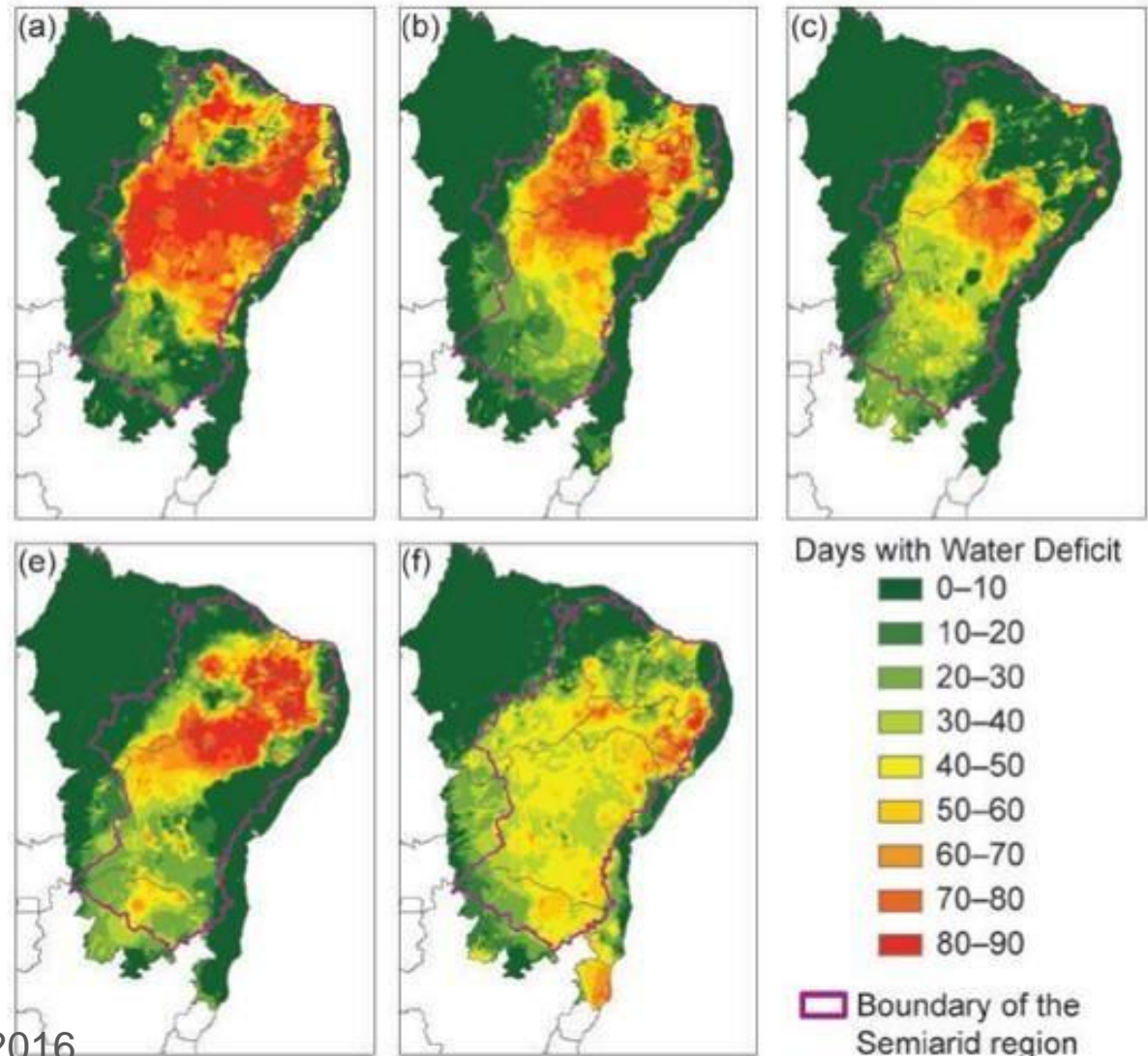
(a) 2011-2012

(b) 2012-2013

(c) 2013-2014

(d) 2012-2013

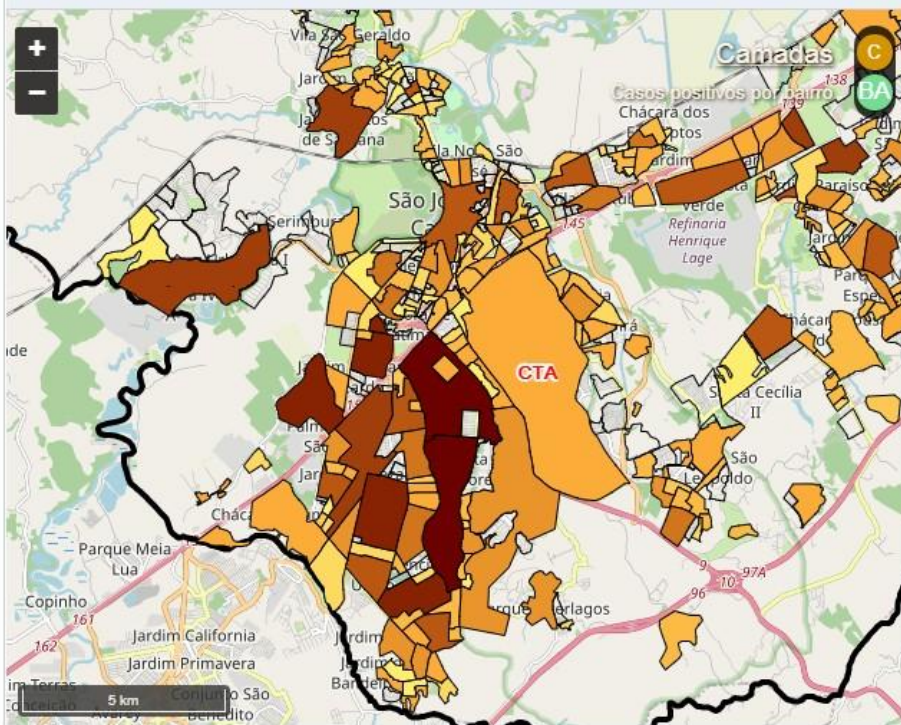
(e) 2015-2016



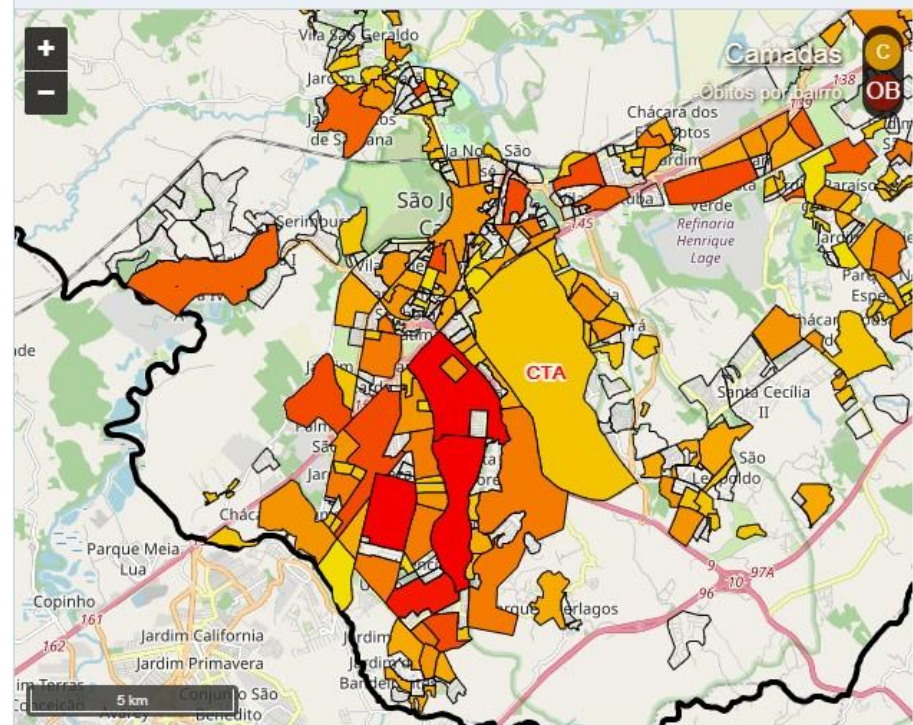
Fonte: State of the climate in 2016

Monitoramento do contágio e óbitos por Covid-19

Mapa de Casos Positivos por Bairro até 09/07/2021

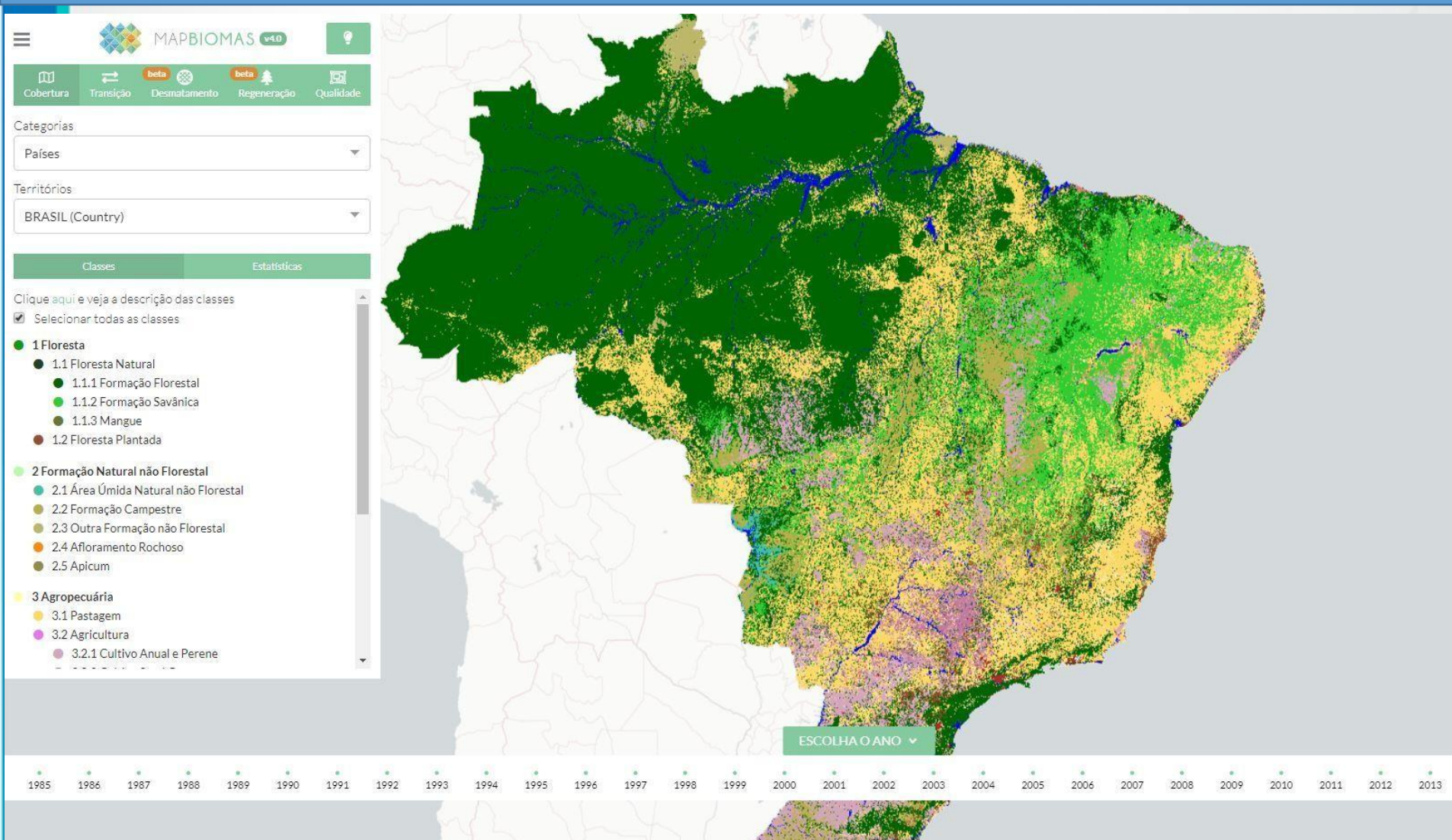


Mapa de Óbitos por Bairro até 09/07/2021



<http://sistemas.cemaden.gov.br/covid19/>

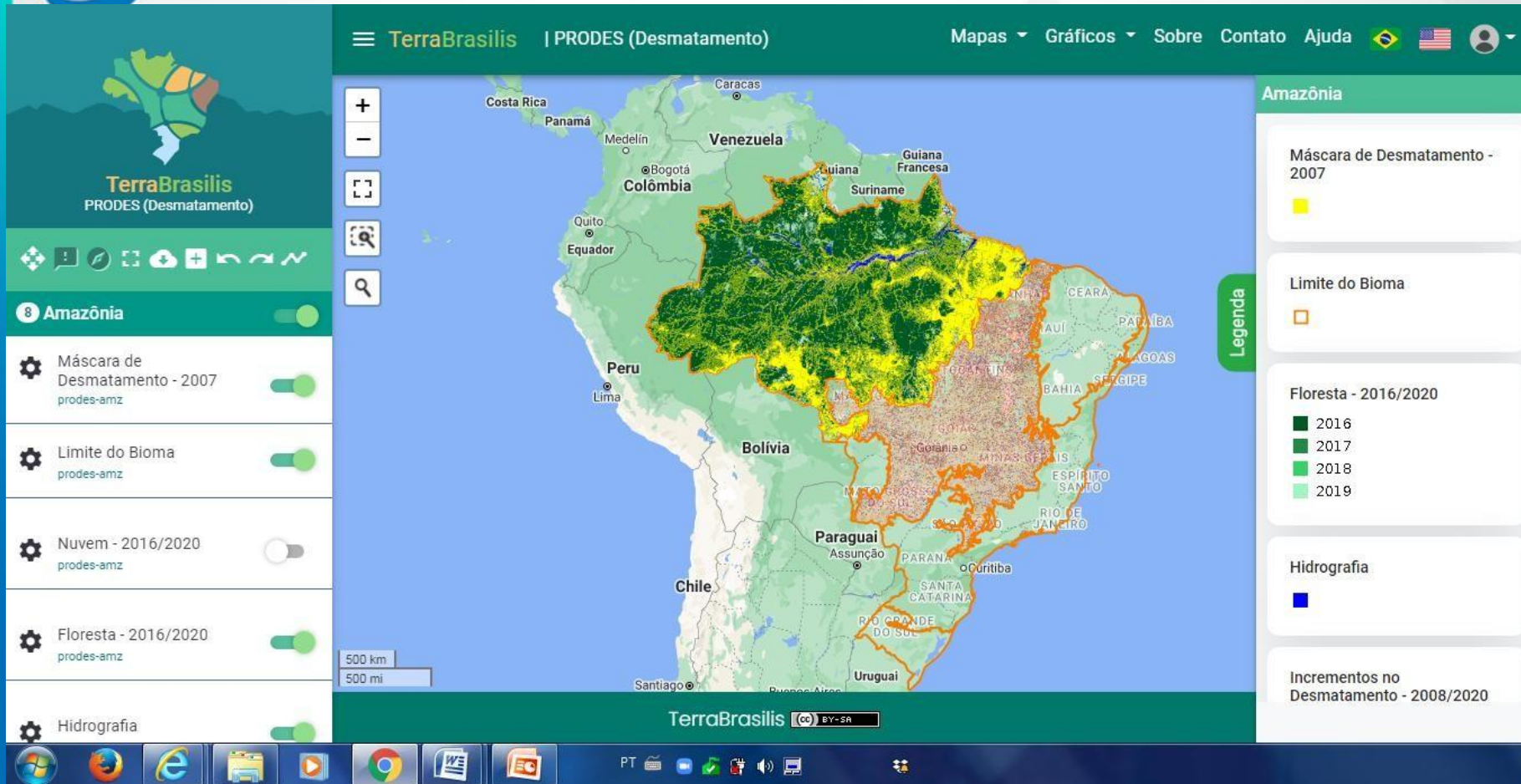
Plataforma MapBiomas atualiza a cartografia da evolução anual de cobertura e uso do solo no território brasileiro 1984 e 2018



<http://plataforma.mapbiomas.org/map#transitions> e <http://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>



Desmatamento – Prodes/Deter



Desde maio de 2004 o **INPE** utiliza dados dos satélites Terra e Aqua, e CBERS. O INPE enviar alertas de focos de **desmatamento** aos órgãos de fiscalização e controle.




Alerta sobre o papel da Floresta Amazônica no Clima

A floresta Amazônica sempre foi considerada o pulmão do planeta, porém a degradação florestal, desmatamento está fazendo a floresta perder a capacidade de absorver o CO₂ atmosférico e, em decorrência, ocasionar mudanças no clima.



Floresta Amazônica reduz o seu potencial de mitigação das mudanças climáticas.



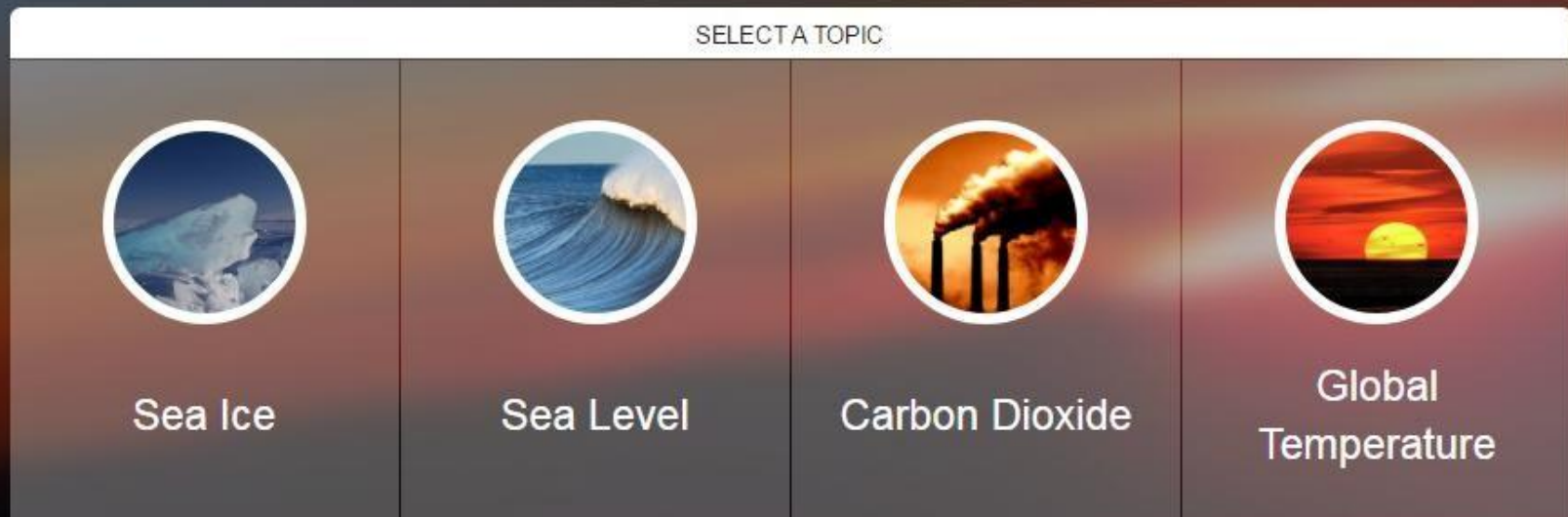
-  Deforestation
-  Precipitation ASO
-  Temperature ASO

- Total C flux (g C m⁻² d⁻¹)
- NBE C flux (g C m⁻² d⁻¹)
- Fire C flux (g C m⁻² d⁻¹)

Mudanças Climáticas Globais NASA

Climate Time Machine

This series of visualizations shows how some of Earth's key climate indicators are changing over time.



<https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>

OBRIGADA!

elisabete.moraes@inpe.br

Instagram: @bete5041