



Satélites e Sensores orbitais

Bruno Silva Oliveira

| Tópicos

1. O que é Sensoriamento Remoto?
2. Características dos satélites/sensores remotos
3. Principais sistemas sensores / imagens
4. Comportamento espectral de alvos naturais
5. Índices de vegetação / Séries temporais
6. Leituras recomendadas

O que é sensoriamento remoto?

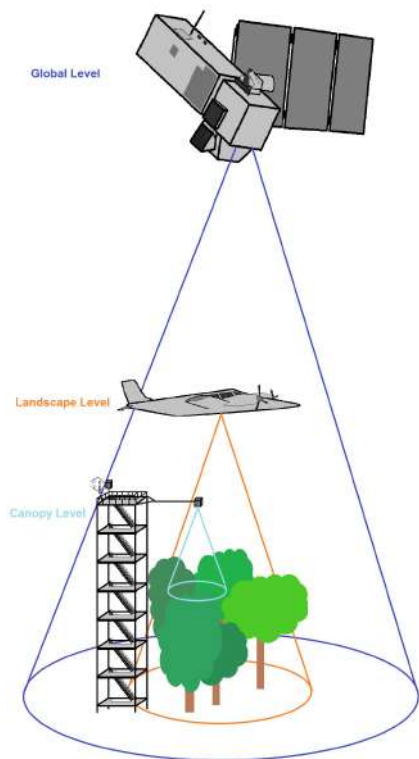
Sensoriamento Remoto é o processo de detectar/monitorar as características físicas de uma área medindo a radiação refletida ou emitida pela mesma, geralmente através de plataformas orbitais (satélites).

- Cobertura espacial
- Frequência de imagens
- Baixo Custo (Imagens e SIGs gratuitos)

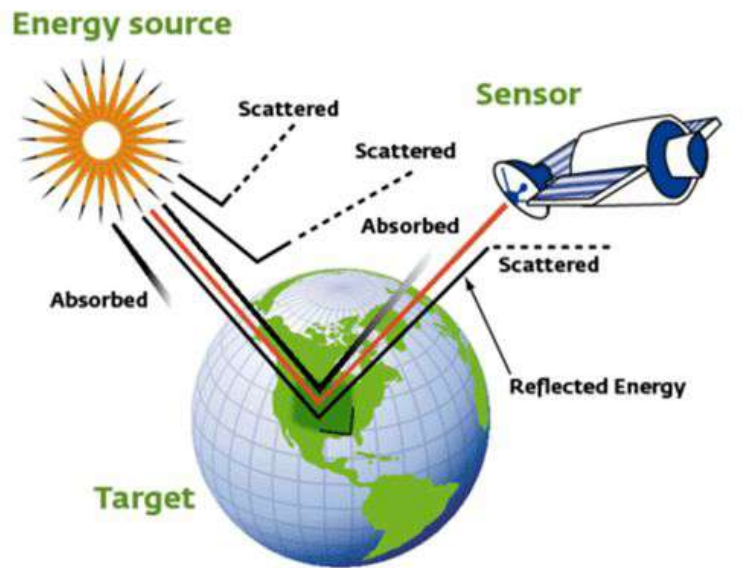
Aplicações: Mapeamento de culturas, monitoramento, estimativas de produtividade, estimativas de áreas/consumo de irrigação, fiscalização de crédito agrícola, etc



O que diferencia os sensores remotos?



Níveis de aquisição



Fonte de energia

O que diferencia os sensores remotos?



Polar



Geoestacionária

O que diferencia os sensores remotos?

Fonte de energia

Passivo

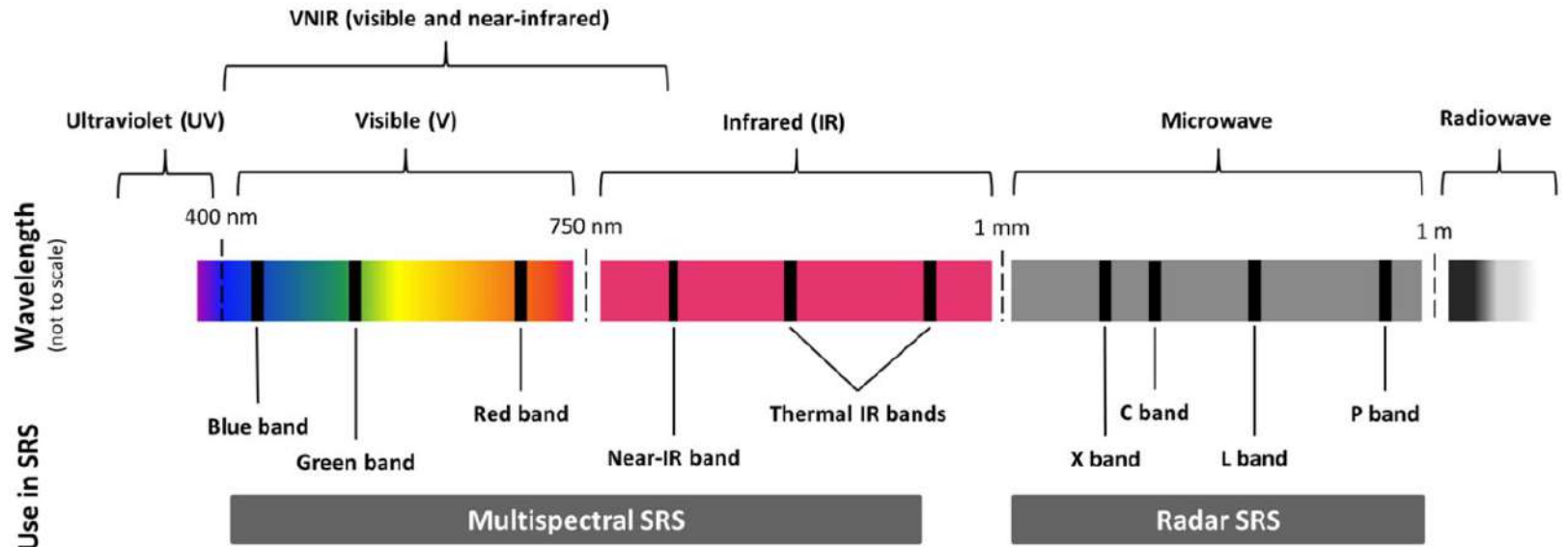


Ativo



O que diferencia os sensores remotos?

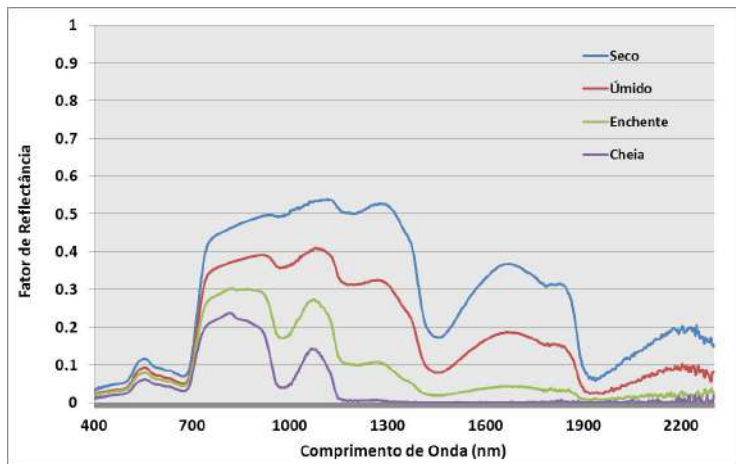
Região do espectro eletromagnético



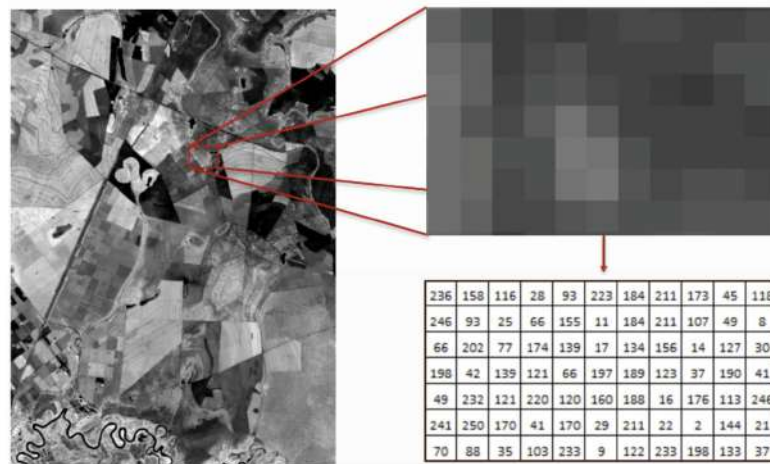
O que diferencia os sensores remotos?

Formato do dado

Gráfico



Imagem



O que é a imagem de satélite?

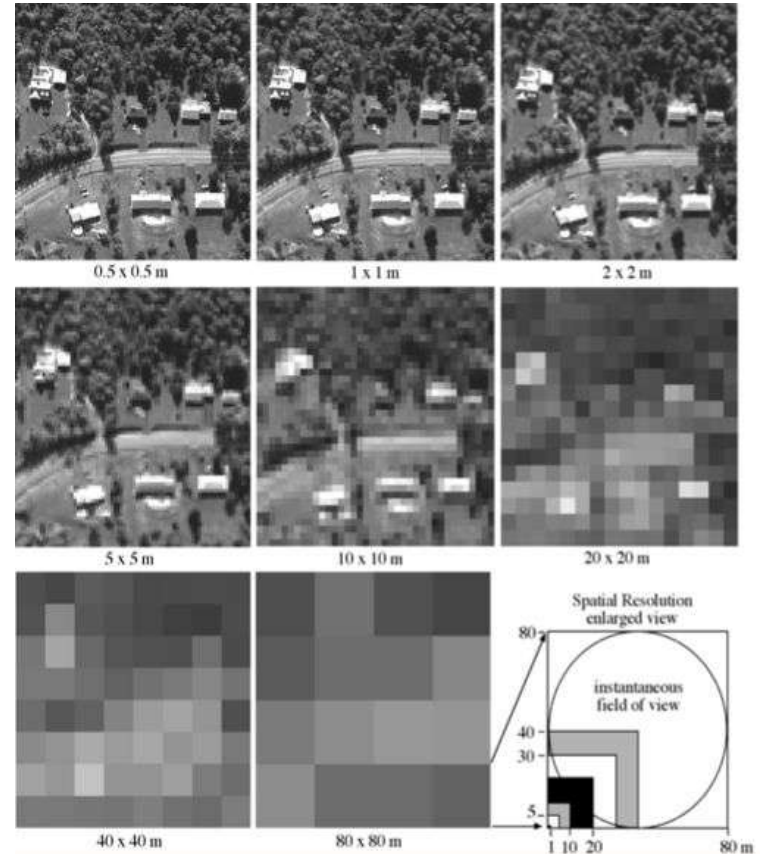


A red arrow points from the zoomed-in image to the following table, which represents the numerical values of the pixels in that region.

236	158	116	28	93	223	184	211	173	45	118
246	93	25	66	155	11	184	211	107	49	8
66	202	77	174	139	17	134	156	14	127	30
198	42	139	121	66	197	189	123	37	190	41
49	232	121	220	120	160	188	16	176	113	246
241	250	170	41	170	29	211	22	2	144	21
70	88	35	103	233	9	122	233	198	133	37

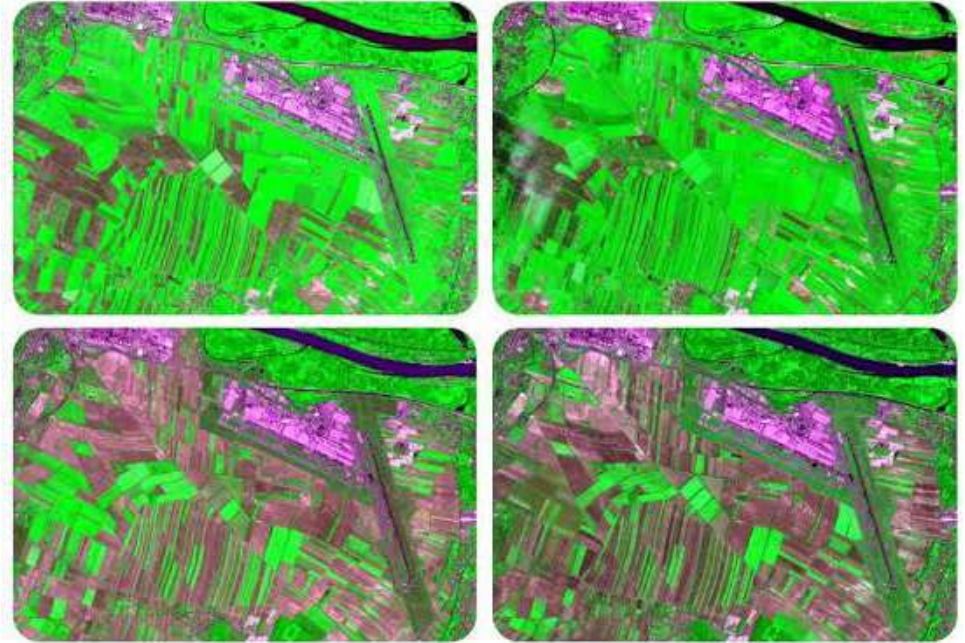
Resoluções do sensor

- **Resolução espacial**
- Resolução temporal
- Resolução espectral
- Resolução radiométrica



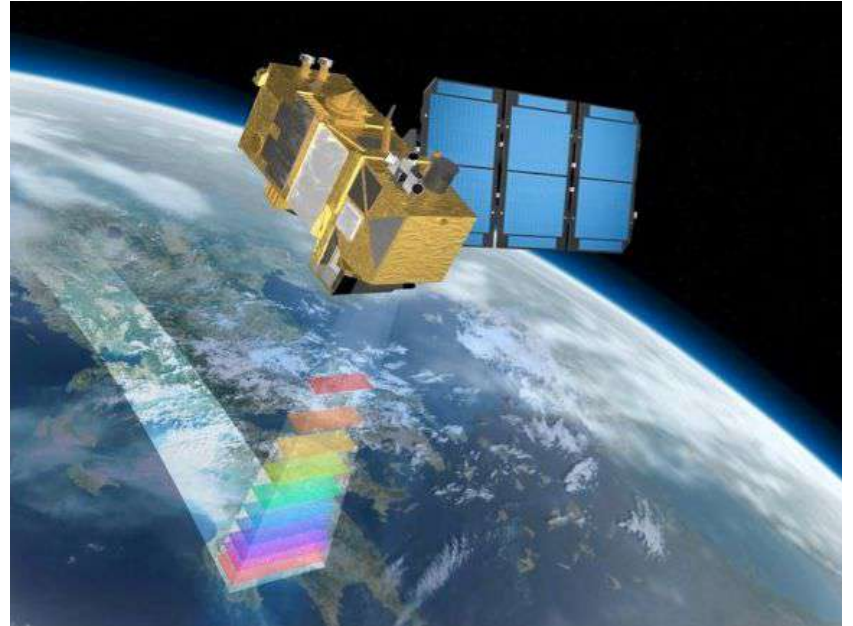
Resoluções do sensor

- Resolução espacial
- **Resolução temporal**
- Resolução espectral
- Resolução radiométrica



Resoluções do sensor

- Resolução espacial
- Resolução temporal
- **Resolução espectral**
- Resolução radiométrica



Resoluções do sensor

- Resolução espacial
- Resolução temporal
- Resolução espectral
- **Resolução radiométrica**

8-Bit



11-Bit

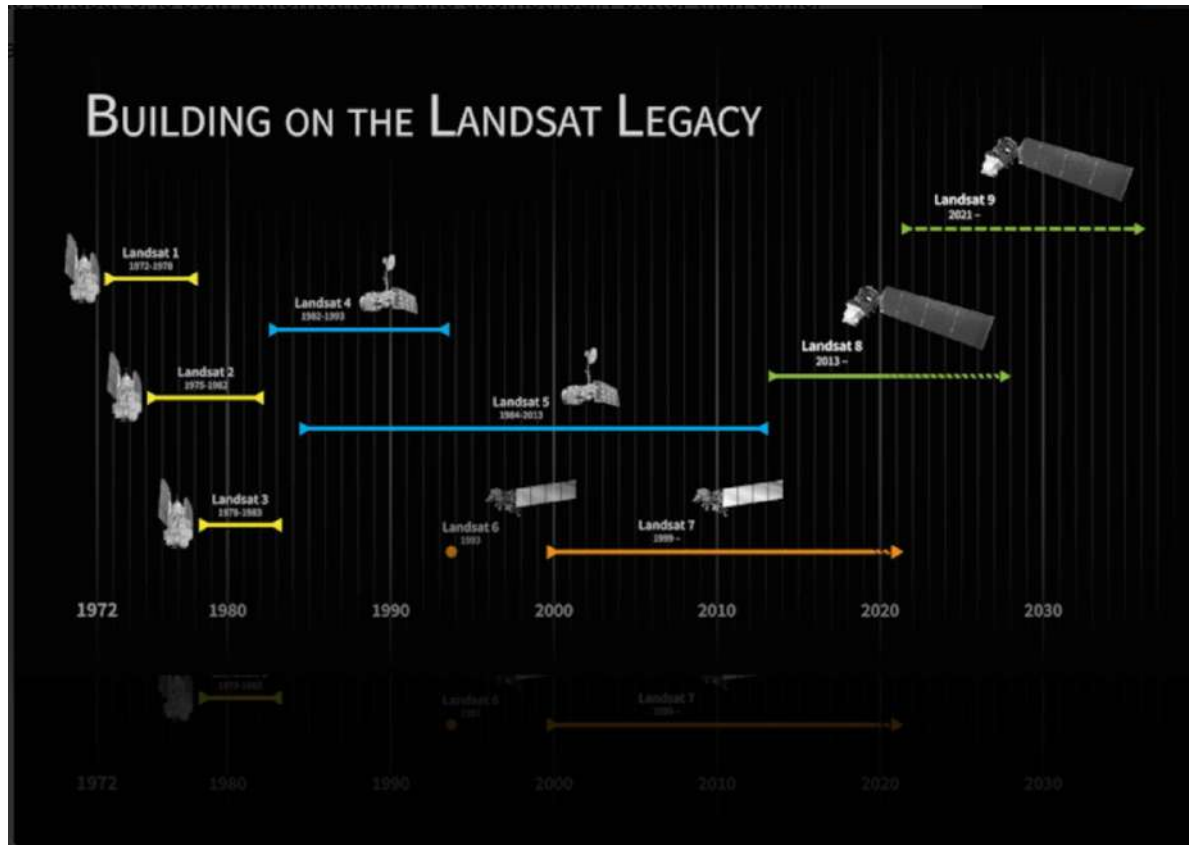


Sistemas sensores - Landsat 9

Sensores	OLI-2 (Operational Land imager) TIRS-2 (Thermal Infrared Sensor)
Res. espacial	30m (Visible-IR) 100m (Thermal)
Resolução temporal	16 days
Bandas	Visible(RGB) Near IR (NIR) Shortwave IR (SWIR) Thermal IR (TIR)
Lançamento	2013 (L8) e 2021 (L9)
# tiles Brasil	~390



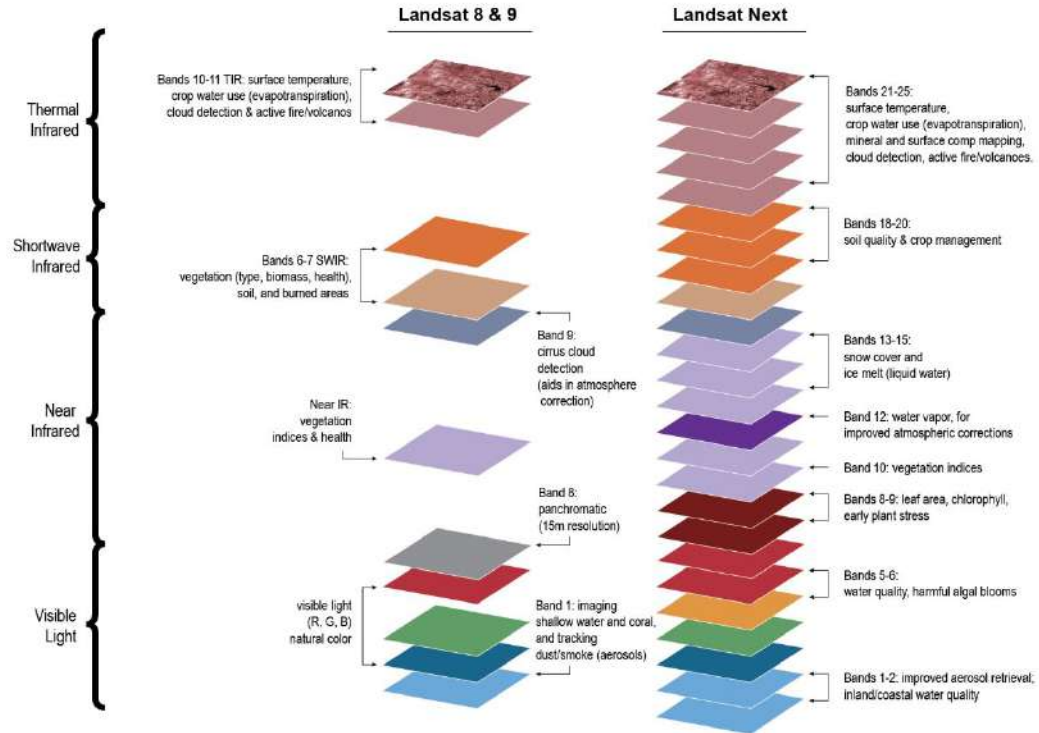
Sistemas sensores - Landsat



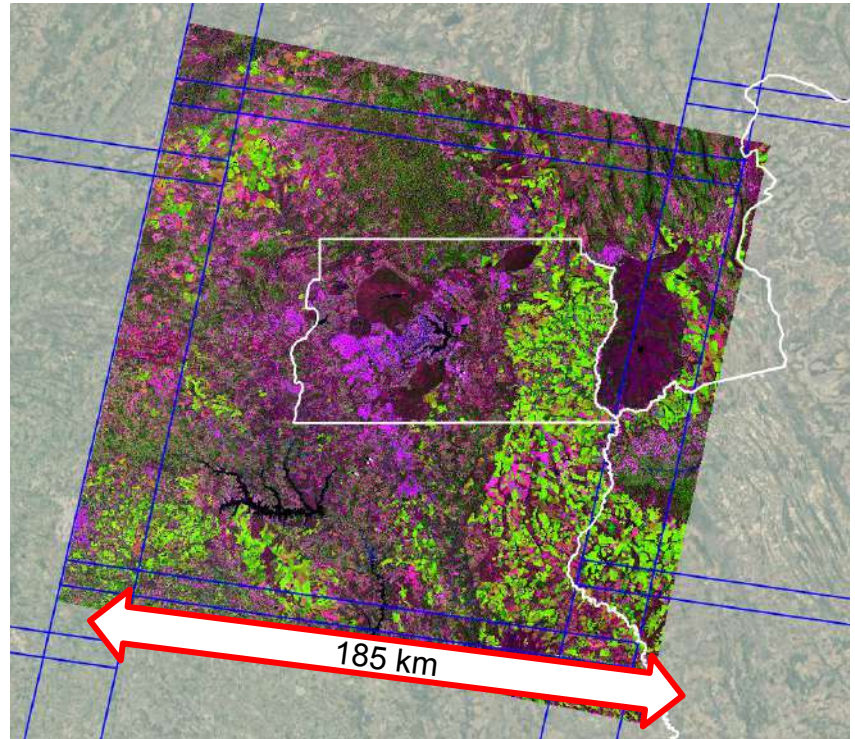
Sistemas sensores - Landsat

Spectral Comparison: Landsat 8/9, and Landsat Next

Increased spectral coverage with Landsat Next will enable new applications

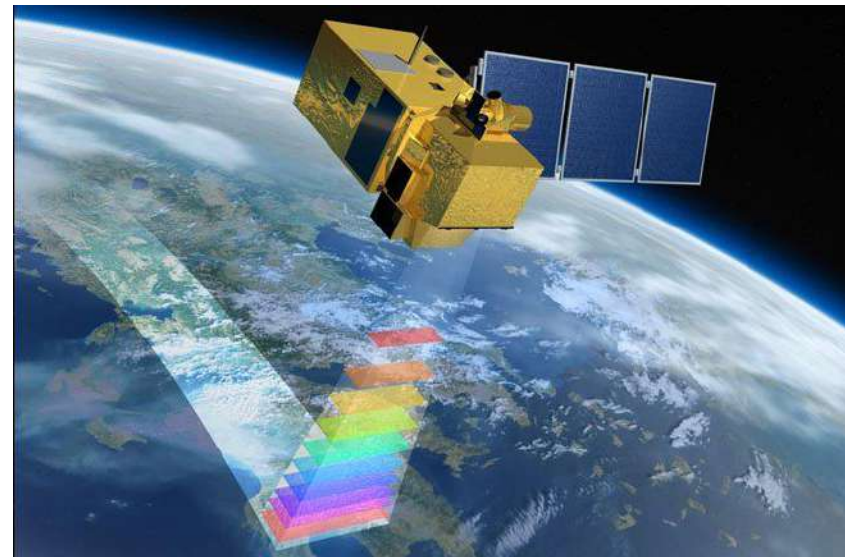


Sistemas sensores - Landsat

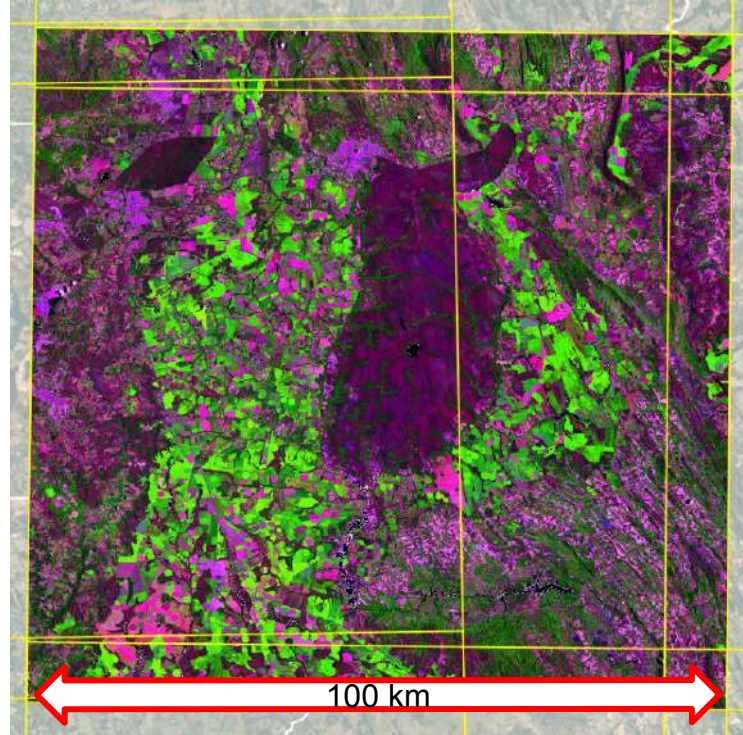


Sistemas sensores - Sentinel-2 A/B

Sensor	MSI (Multi-Spectral Imager)
Res. espacial	10m (Visível-NIR) 20m (NIR-SWIR) 60m (cloud detection)
Resolução temporal	5 dias
Bandas	Visível (RGB) Near IR (NIR) Shortwave IR (SWIR)
Lançamento	Sentinel 2A - 06/2015 Sentinel 2B - 03/2017
# tiles Brasil	1040

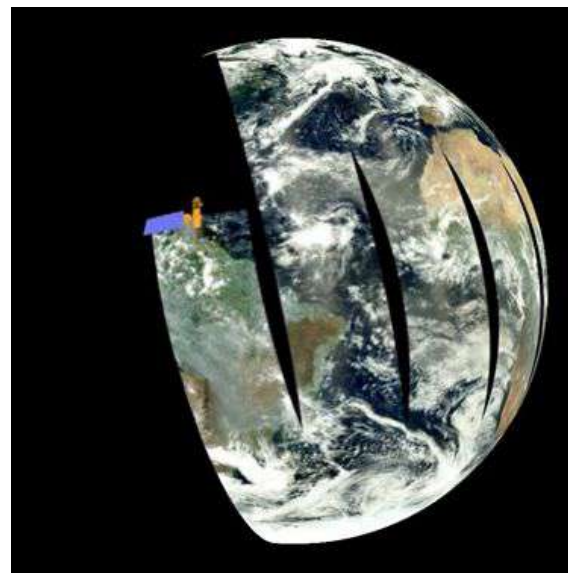


Sistemas sensores - Sentinel-2 A/B

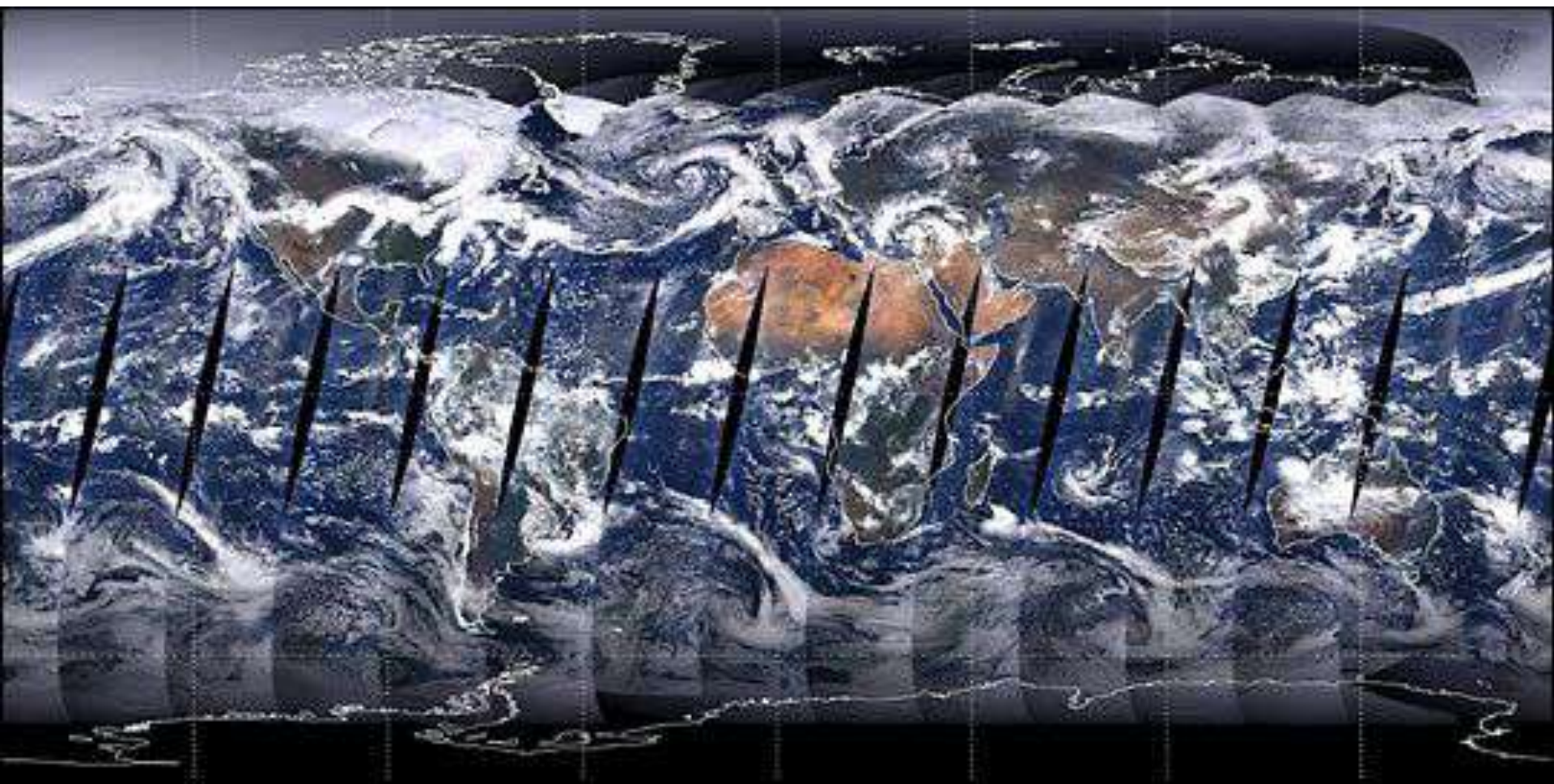


Sistemas sensores - Terra - MODIS

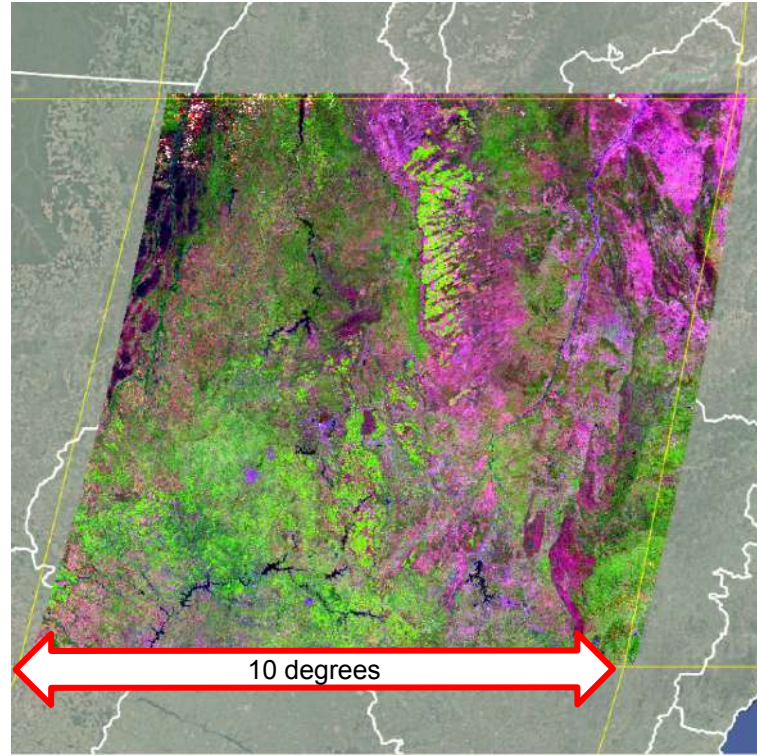
Sensor	MODIS
Res. espacial	250m (Red - NIR) 500m 1000 m
Resolução temporal	1 ou 2 dias
Bandas	36 bandas
Lançamento	12/1999
# tiles Brasil	21



Sistemas sensores - Terra - MODIS



Sistemas sensores - Terra - MODIS



Alta resolução espacial - Planet Labs

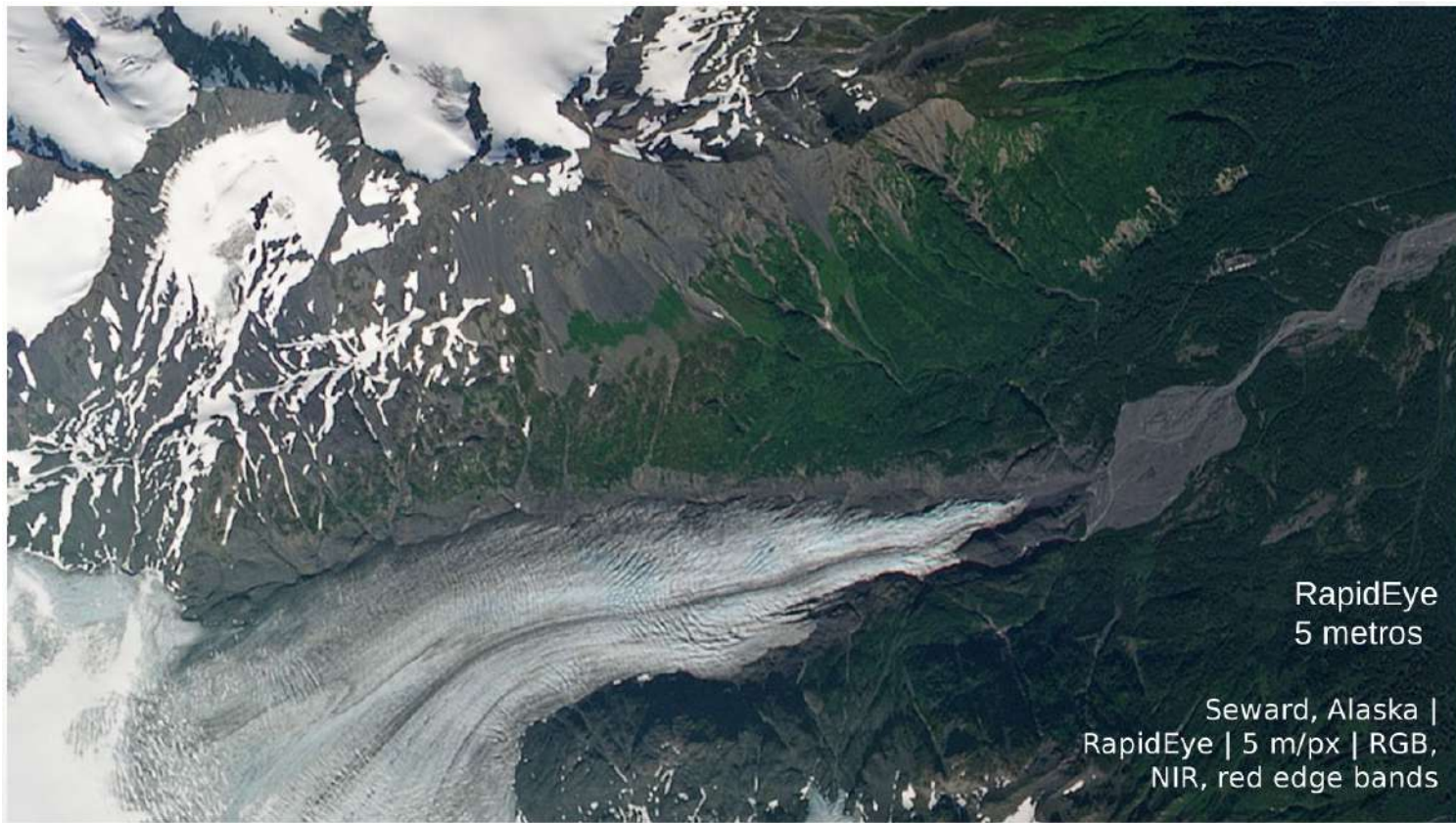


Alta resolução espacial - Planet Labs



San Francisco, California | PlanetScope | 3 m/px | RGB, NIR bands

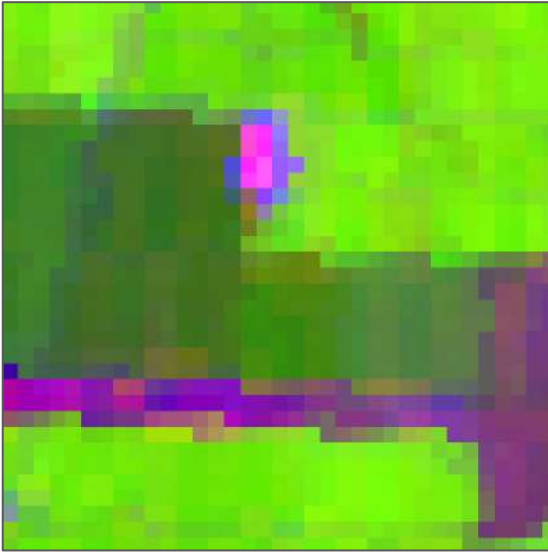
Alta resolução espacial - Planet Labs



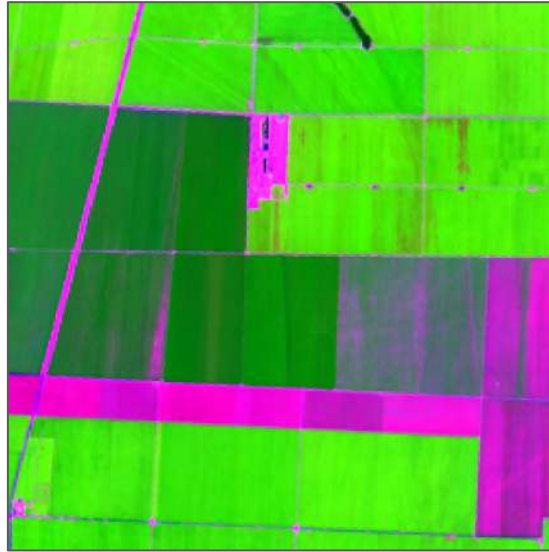
RapidEye
5 metros

Seward, Alaska |
RapidEye | 5 m/px | RGB,
NIR, red edge bands

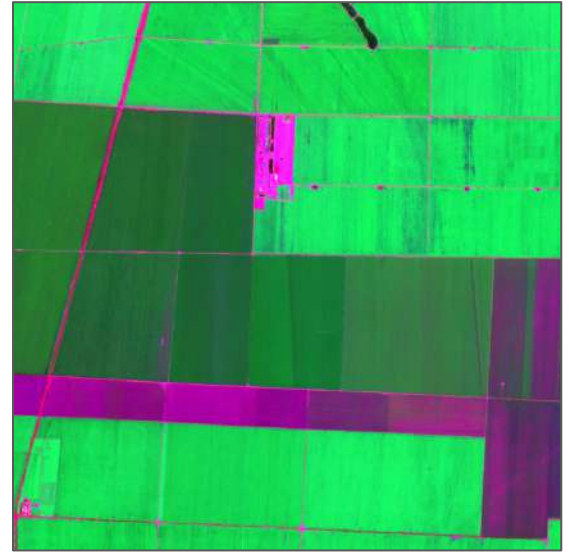
MODIS / Landsat-8 / Sentinel-2: Spatial resolution



MODIS (250m)



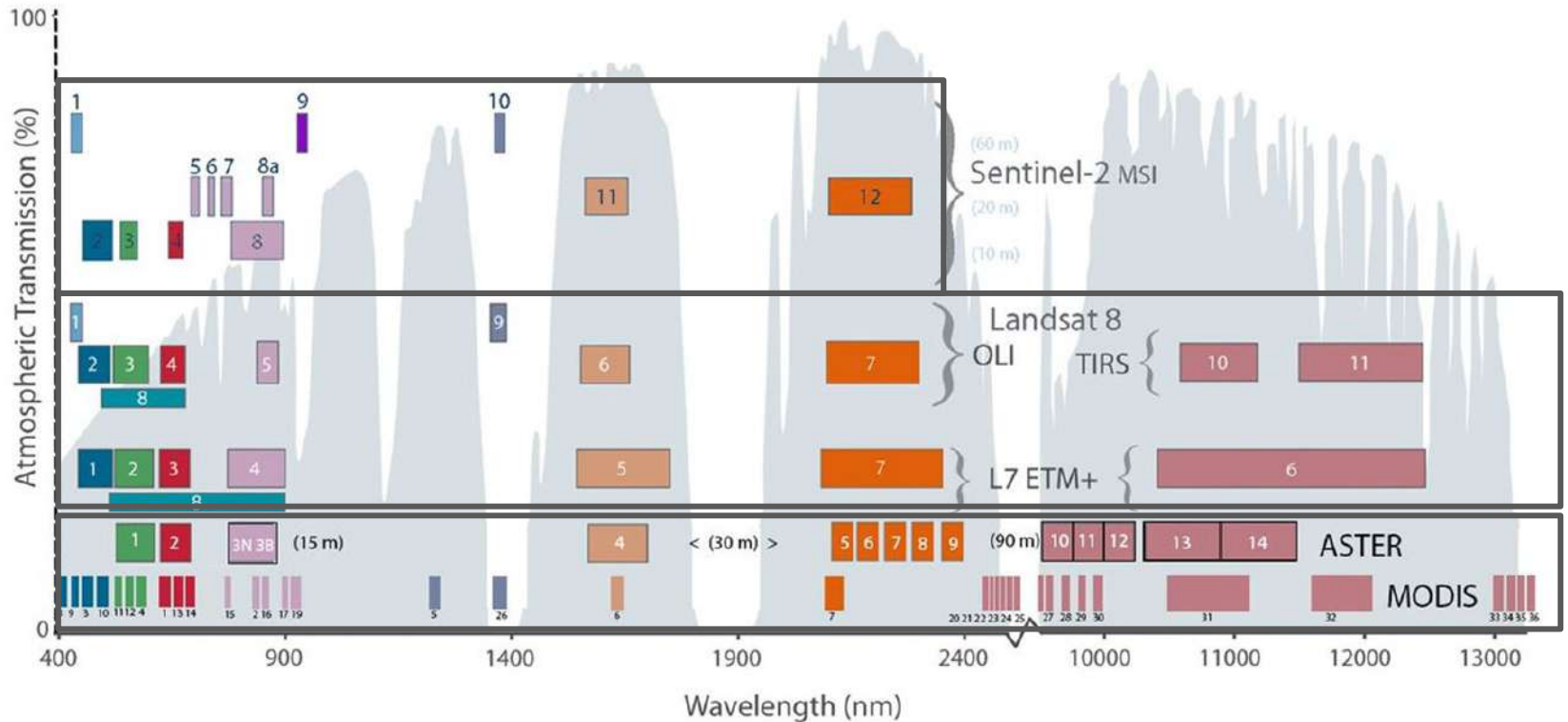
Landsat-8 (30m)



Sentinel-2 (10m)

MODIS / Landsat-8 / Sentinel-2: bandas espectrais

Comparison of Landsat 7 and 8 bands with Sentinel-2



Satélites e sensores Brasileiros - CBERS



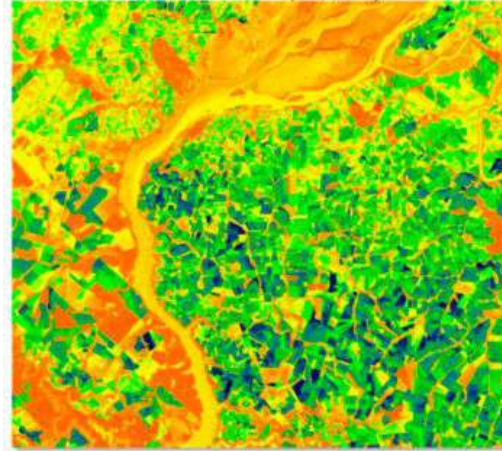
Características das câmeras do CBERS 04A

Característica	WPM	MUX	WFI
Bandas Espectrais	0,45-0,52 μ m (B) 0,52-0,59 μ m (G) 0,63-0,69 μ m (R) 0,77-0,89 μ m (NIR) 0,45-0,90 μ m (PAN)	0,45-0,52 μ m (B) 0,52-0,59 μ m (G) 0,63-0,69 μ m (R) 0,77-0,89 μ m (NIR)	0,45-0,52 μ m (B) 0,52-0,59 μ m (G) 0,63-0,69 μ m (R) 0,77-0,89 μ m (NIR)
Resolução	2 m 8 m	16,5 m	55 m
Largura da Faixa Imageada	92 km	95 km	684 km
Visada Lateral de Espelho	não	não	não
Revisita	31 dias	31 dias	5 dias
Quantização	10 bits	8 bits	10 bits
Taxa de Dados Bruta	1800.8 Mbps 450.2 Mbps	65 Mbps	50 Mbps

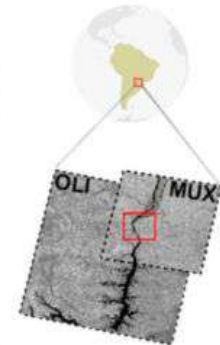
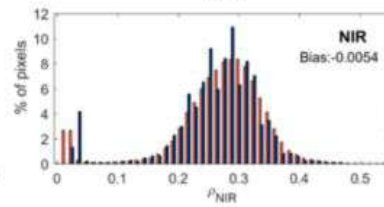
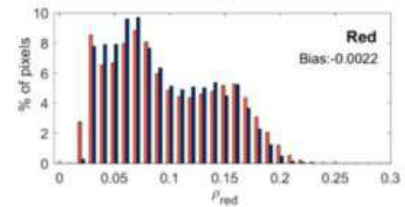
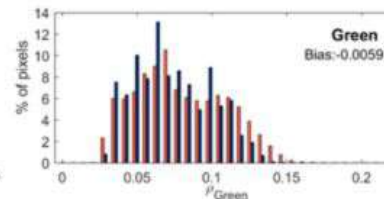
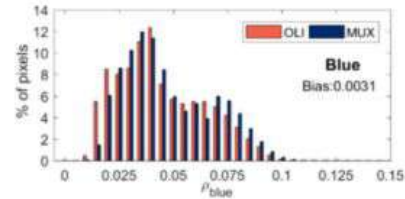
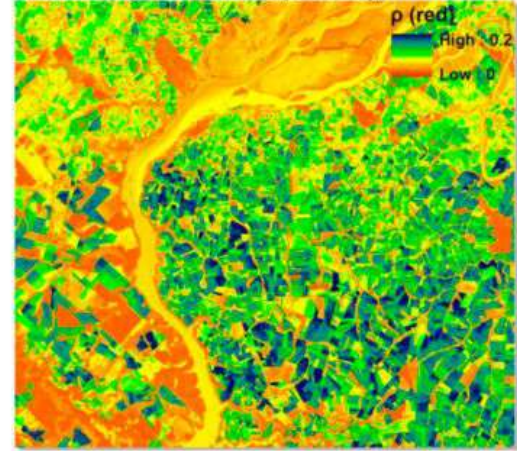
Satélites e sensores Brasileiros - CBERS



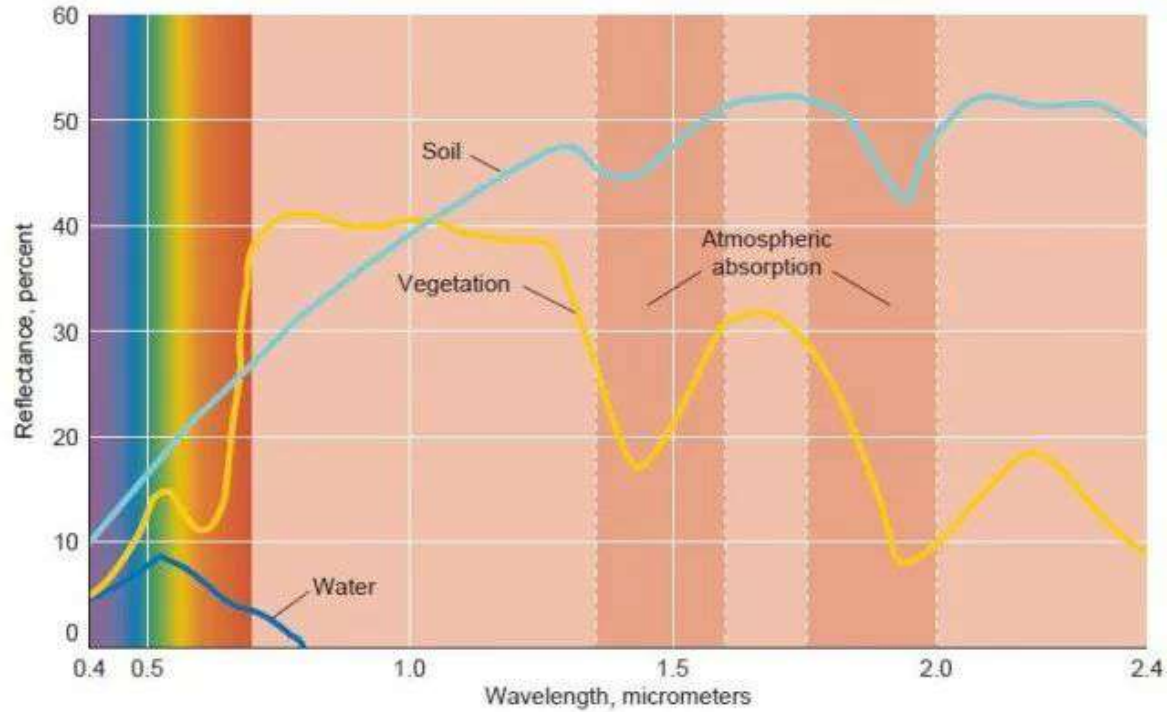
CBERS-4 MUX 2015-08-09 (162/127)



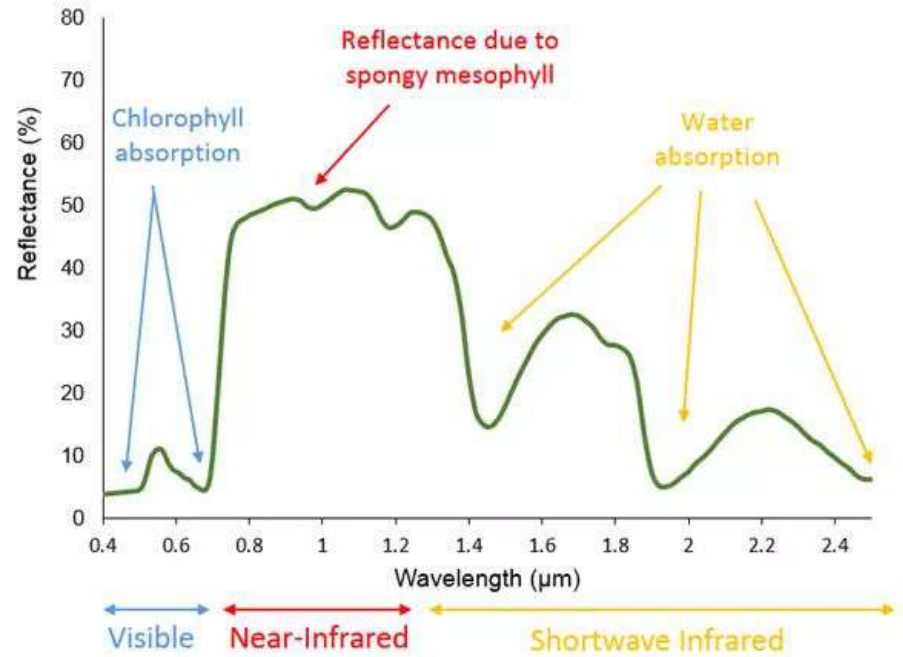
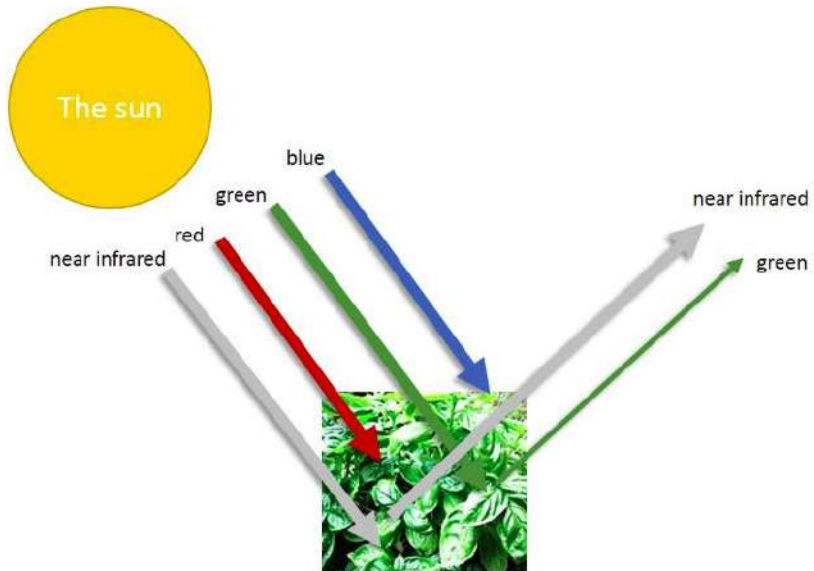
Landsat-8 OLI 2015-08-09 (224/077)



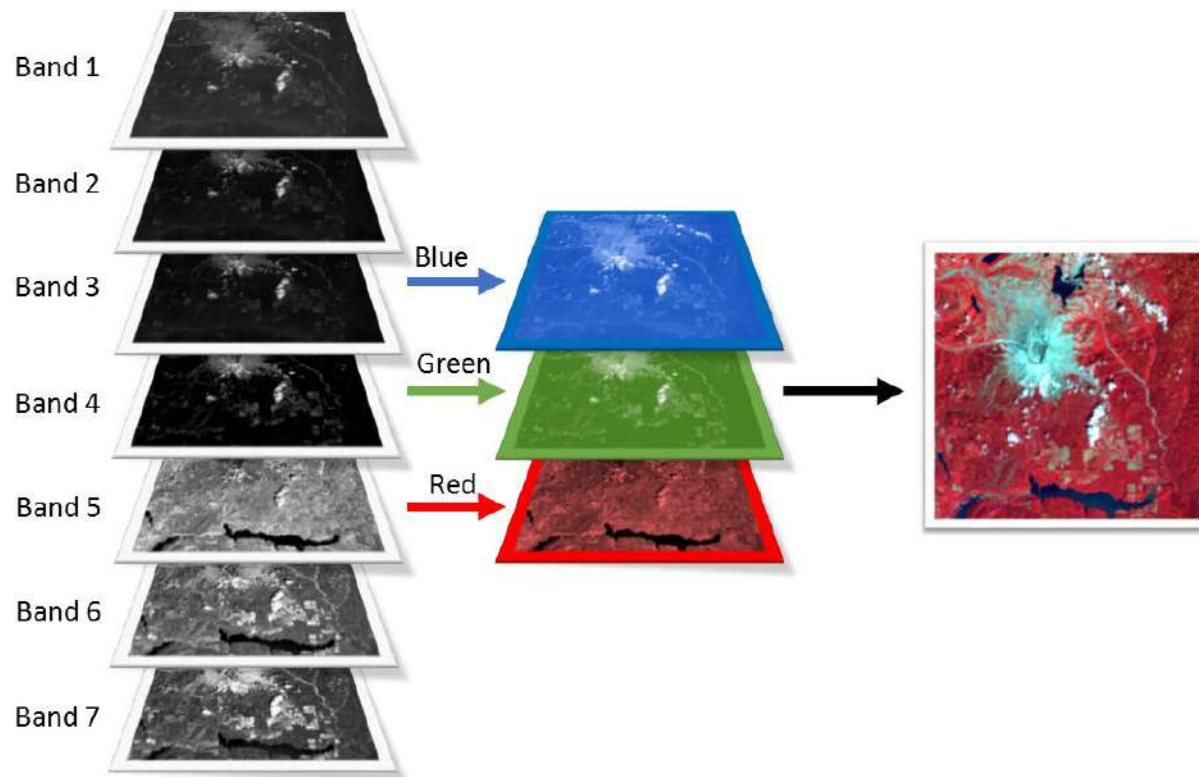
Comportamento espectral de alvos agrícolas



Comportamento espectral de alvos agrícolas



Composições coloridas



True Color (RGB)

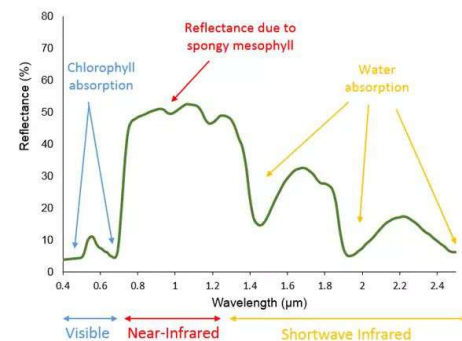


bands **channels**

Red → Red

Green → Green

Blue → Blue



False Color



bands **channels**

SWIR



Red

NIR

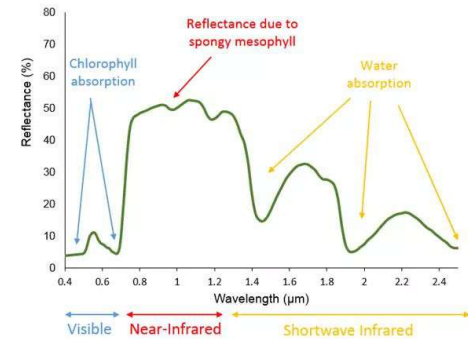


Green

Red



Blue



False Color

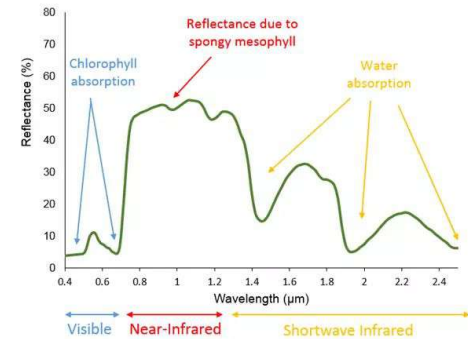


bands **channels**

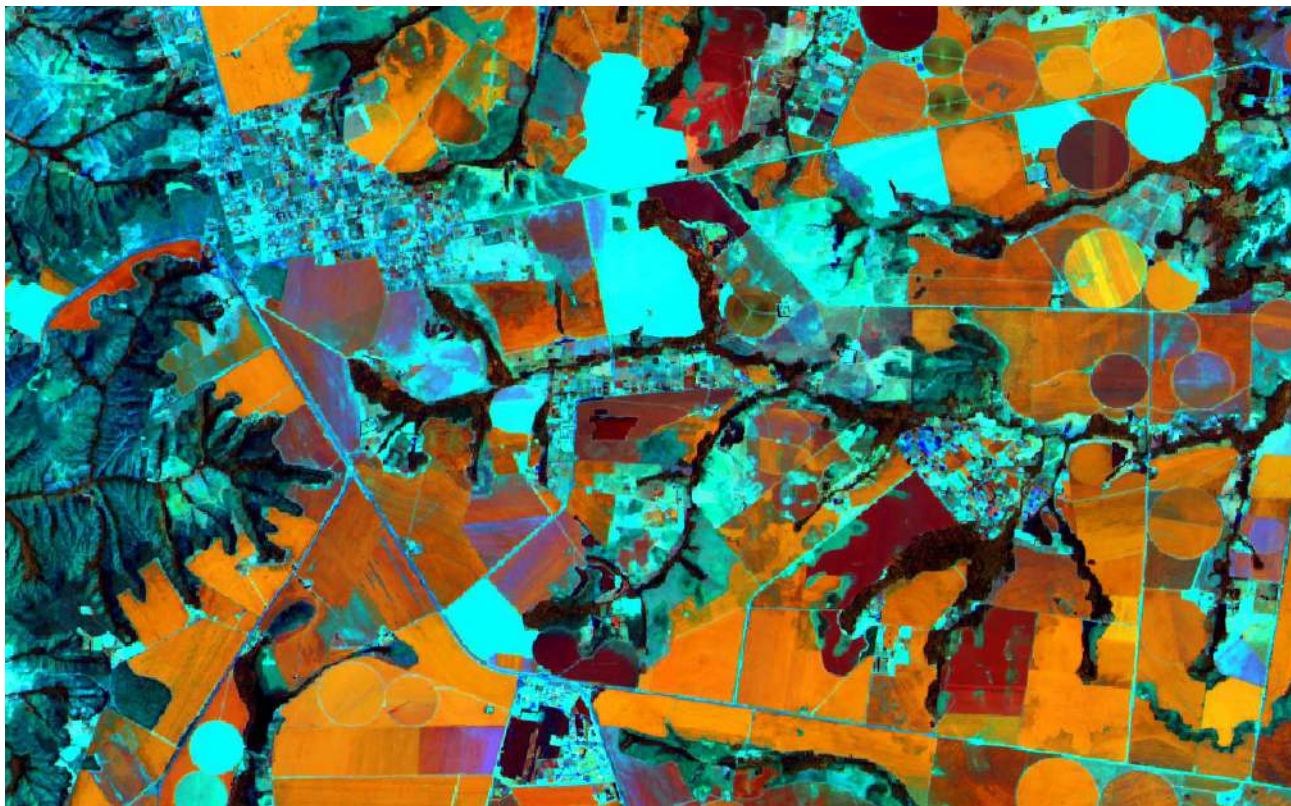
SWIR → Red

NIR → Green

Red → Blue



False Color



bands **channels**

NIR



Red

SWIR

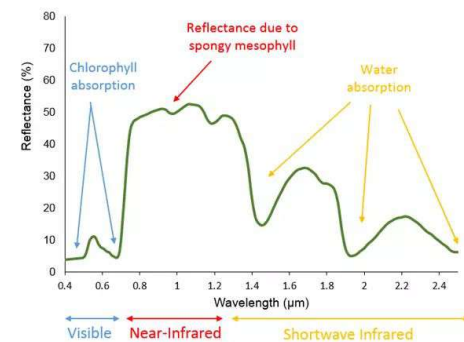


Green

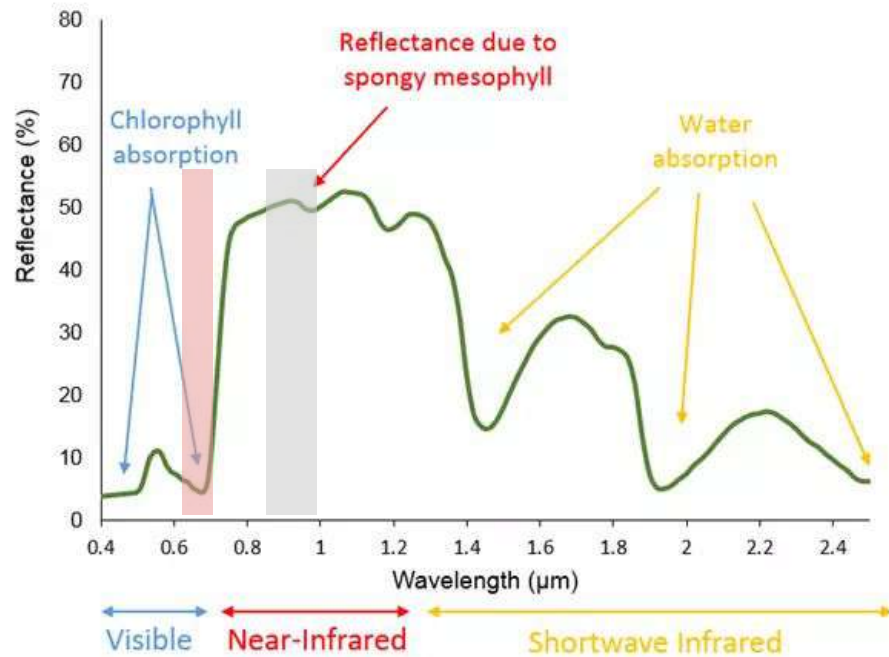
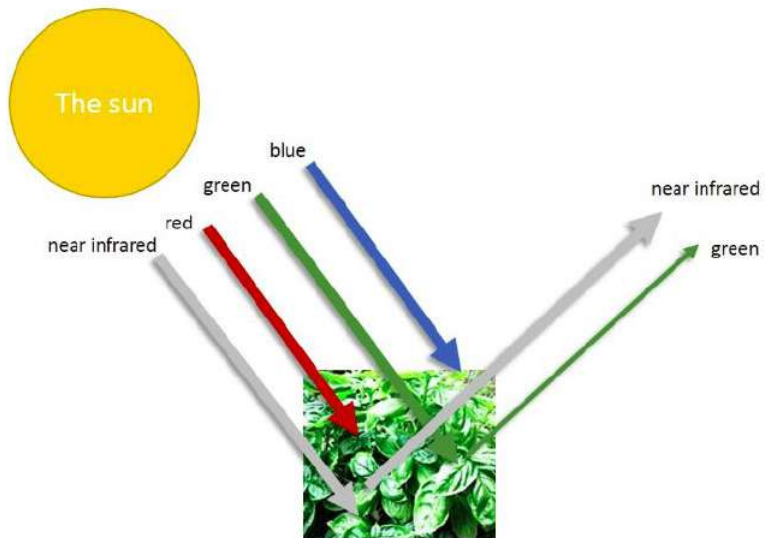
Red



Blue

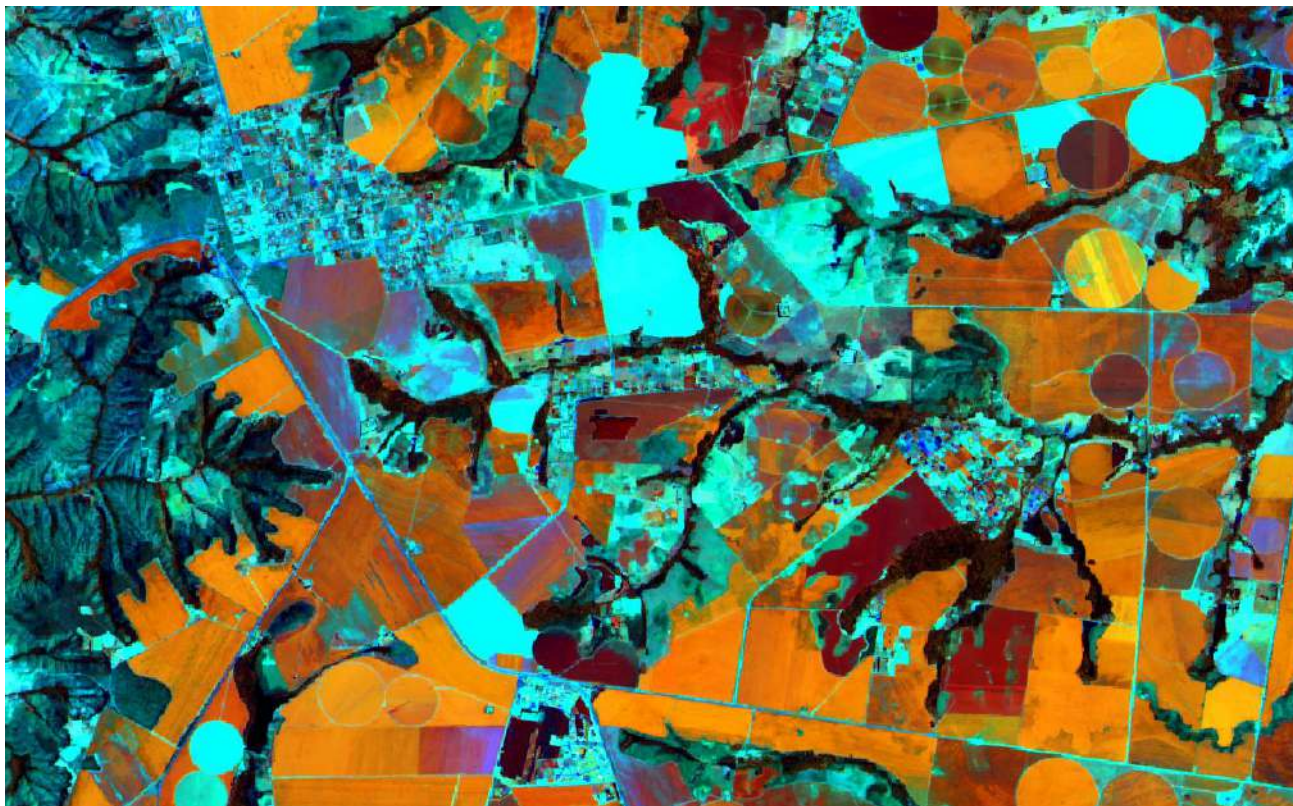


Índices de vegetação



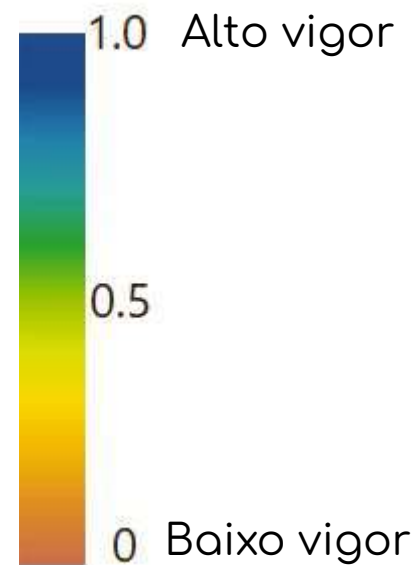
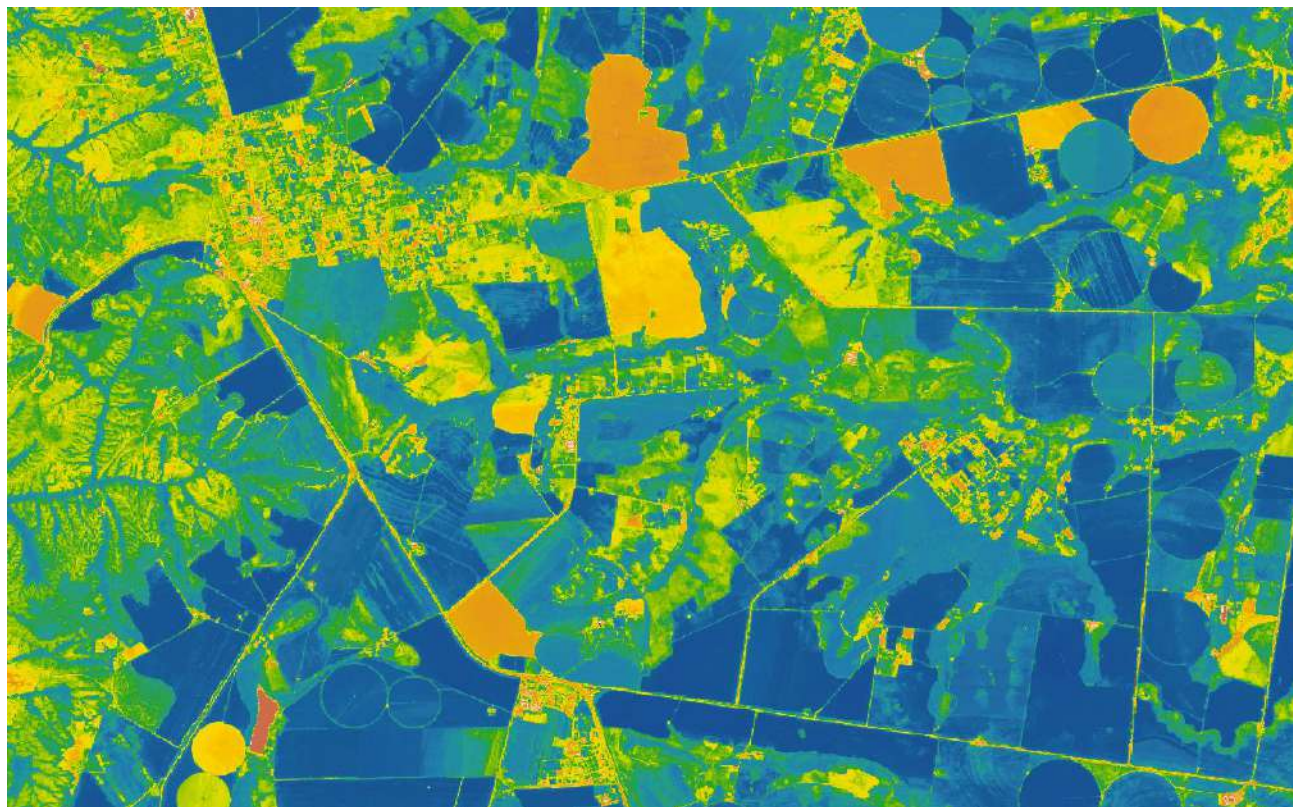
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Índices de vegetação



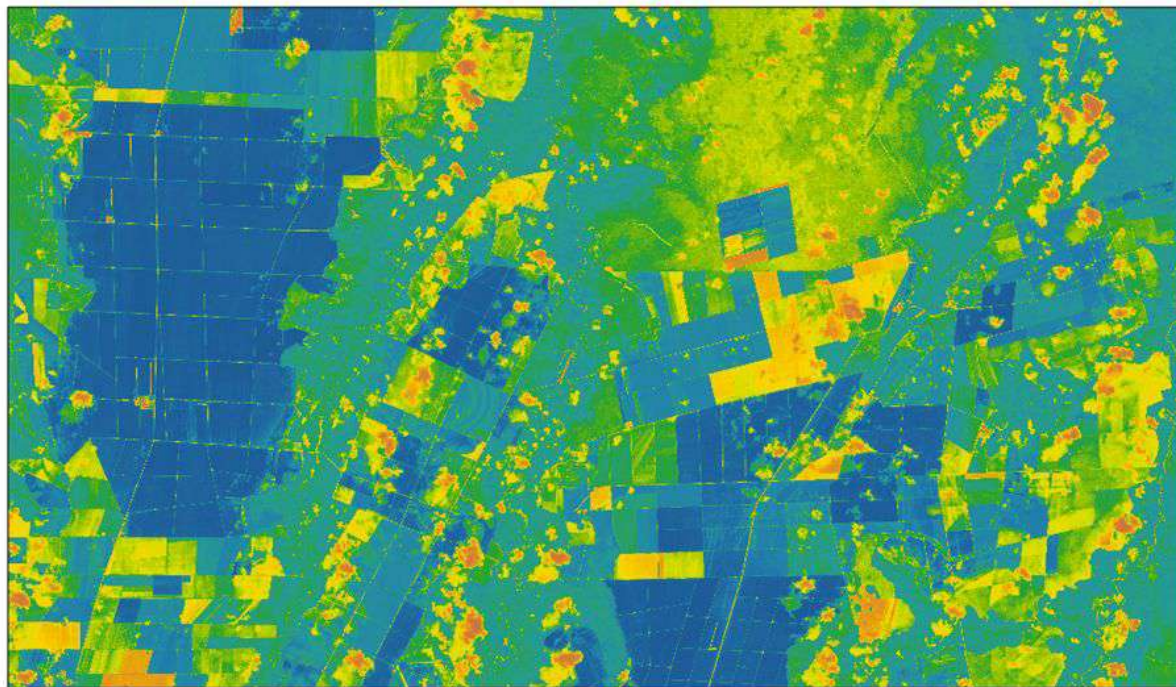
bands		channels
NIR	→	Red
SWIR	→	Green
Red	→	Blue

Índices de vegetação



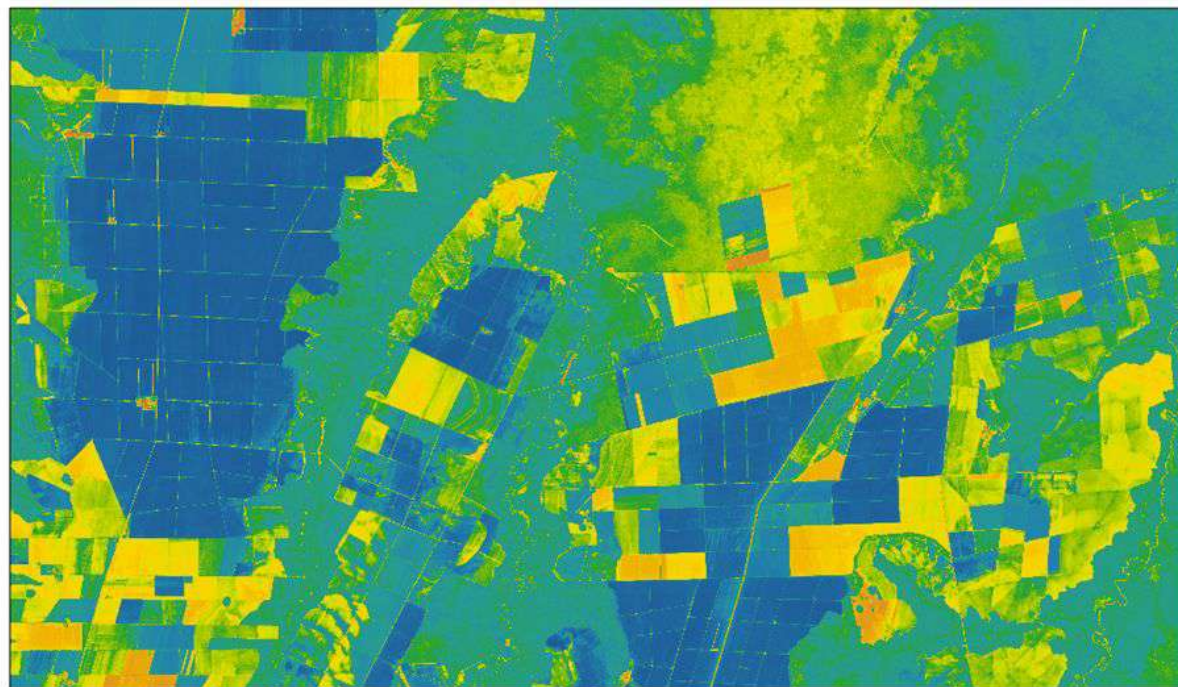
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-05-10



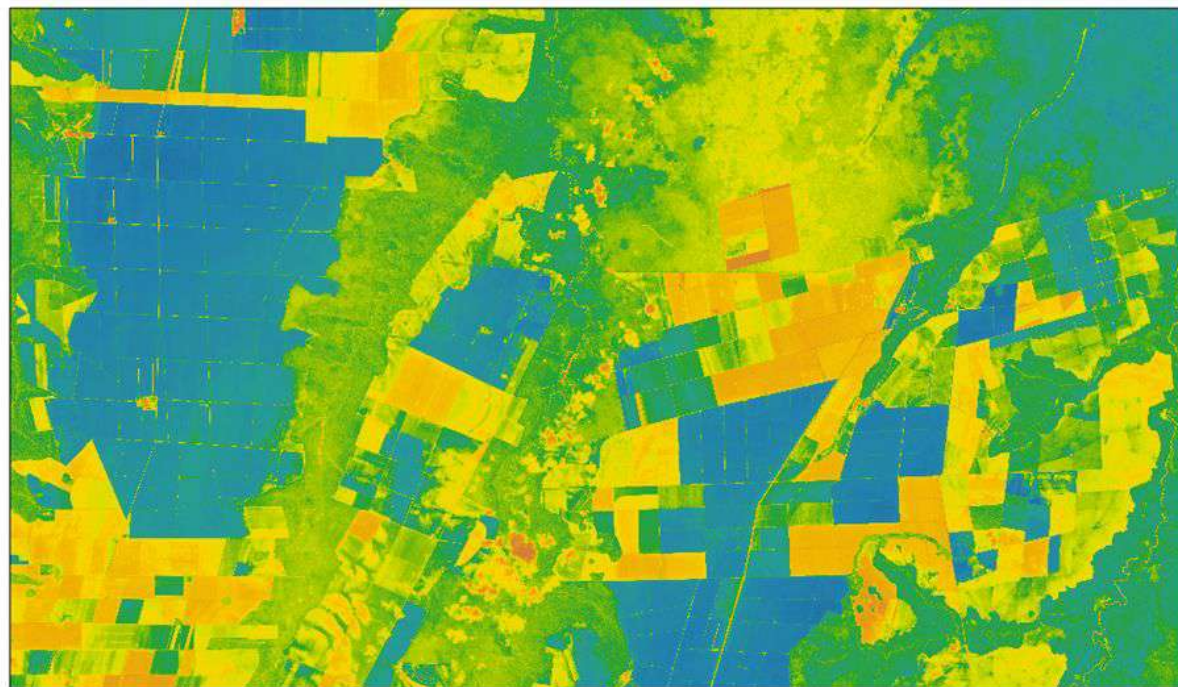
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-05-20



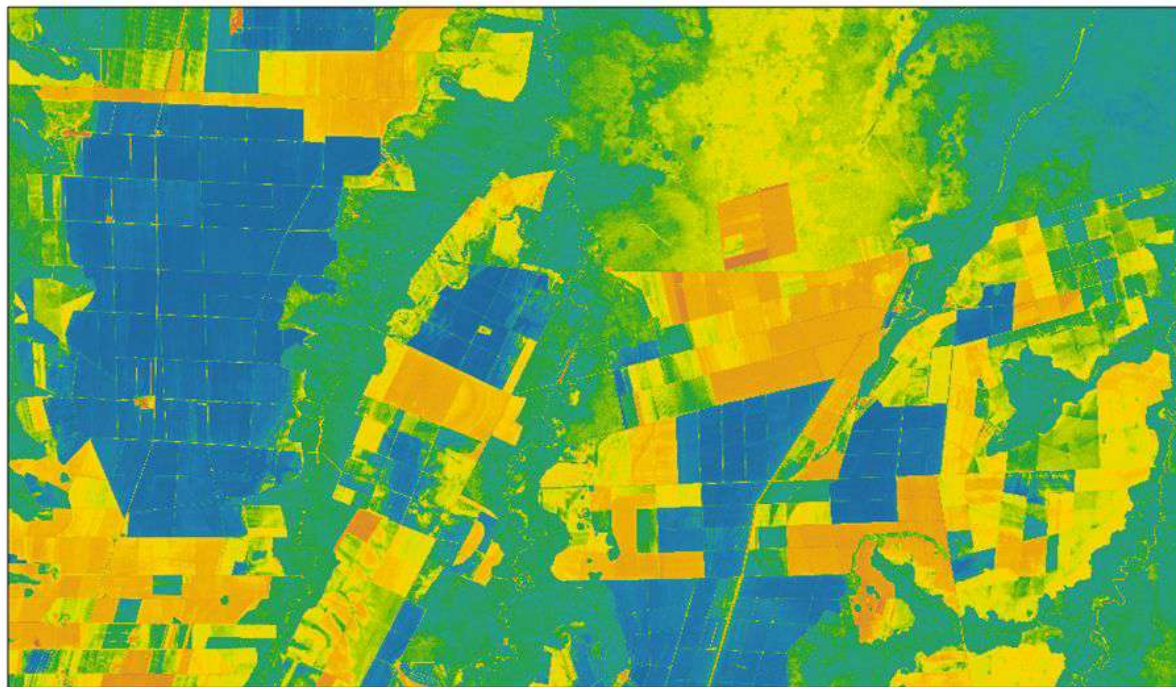
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-05-30



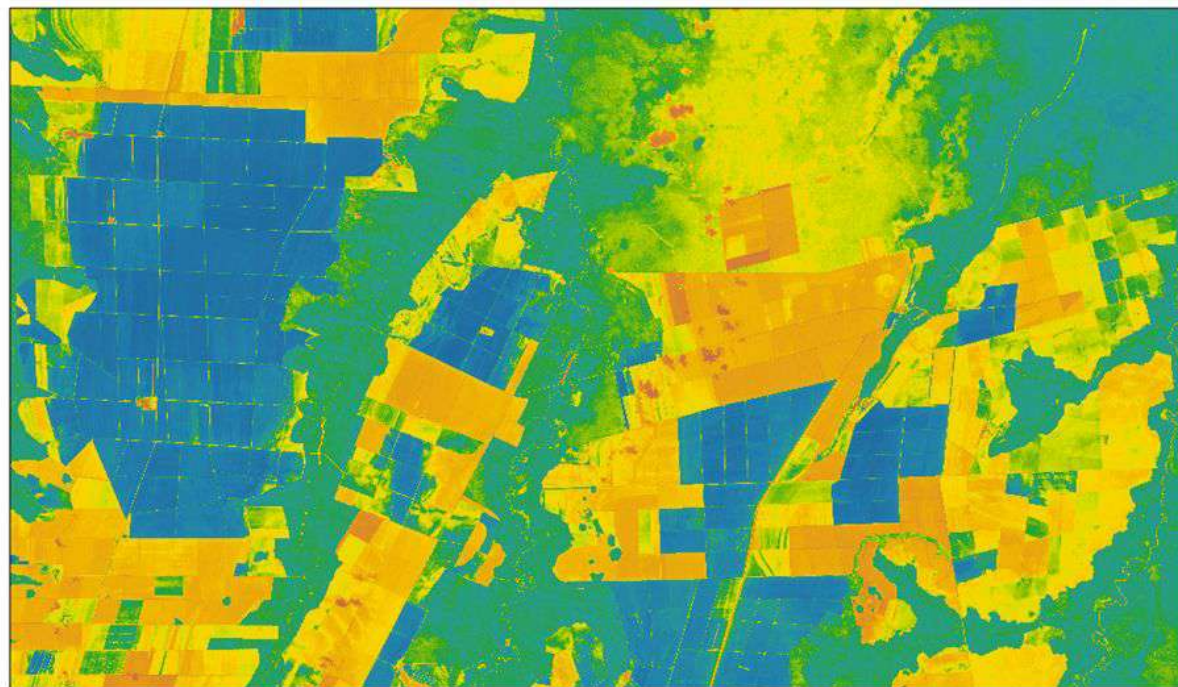
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-06-09



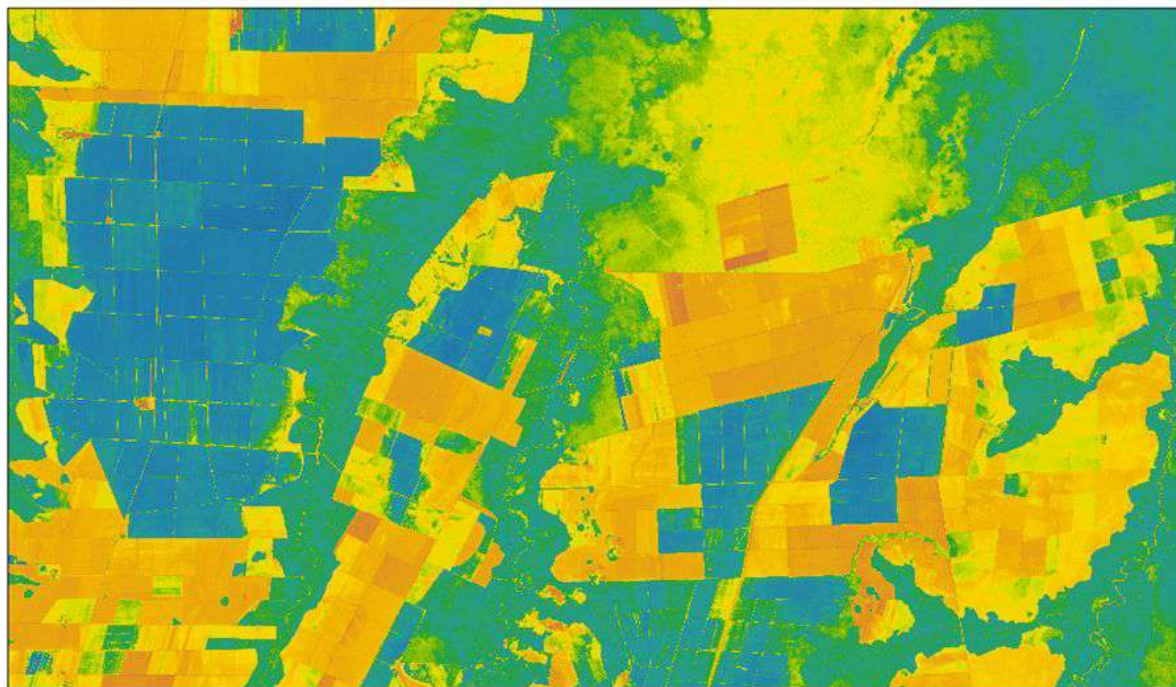
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-06-19



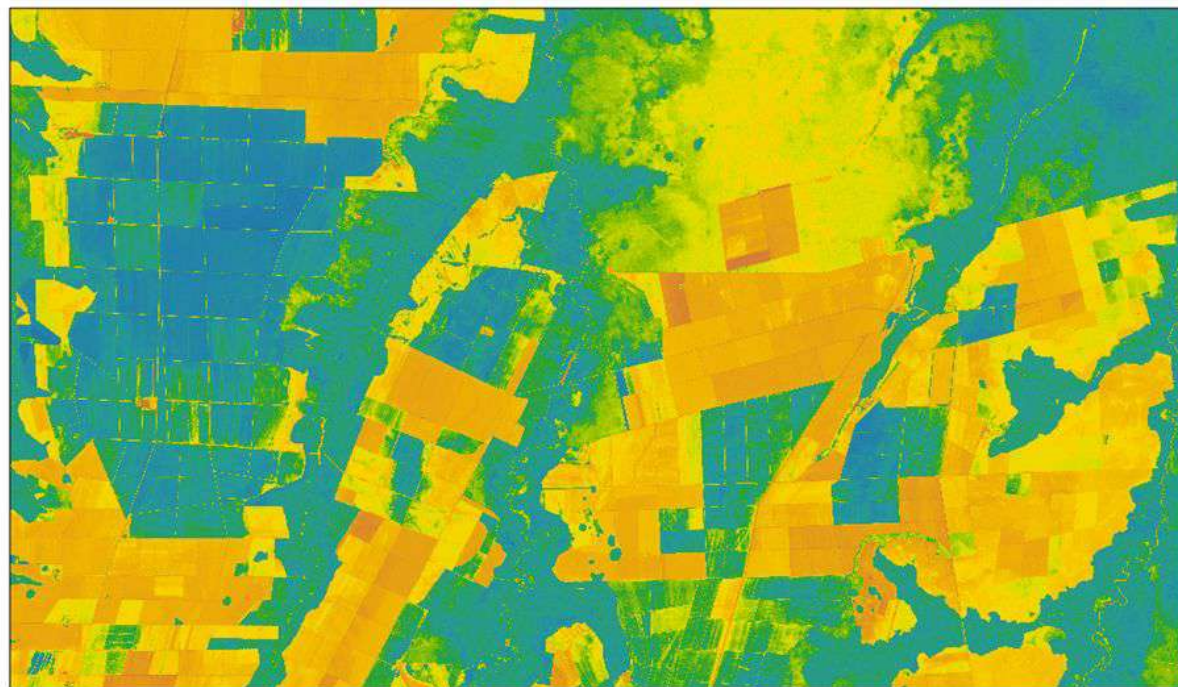
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-06-29



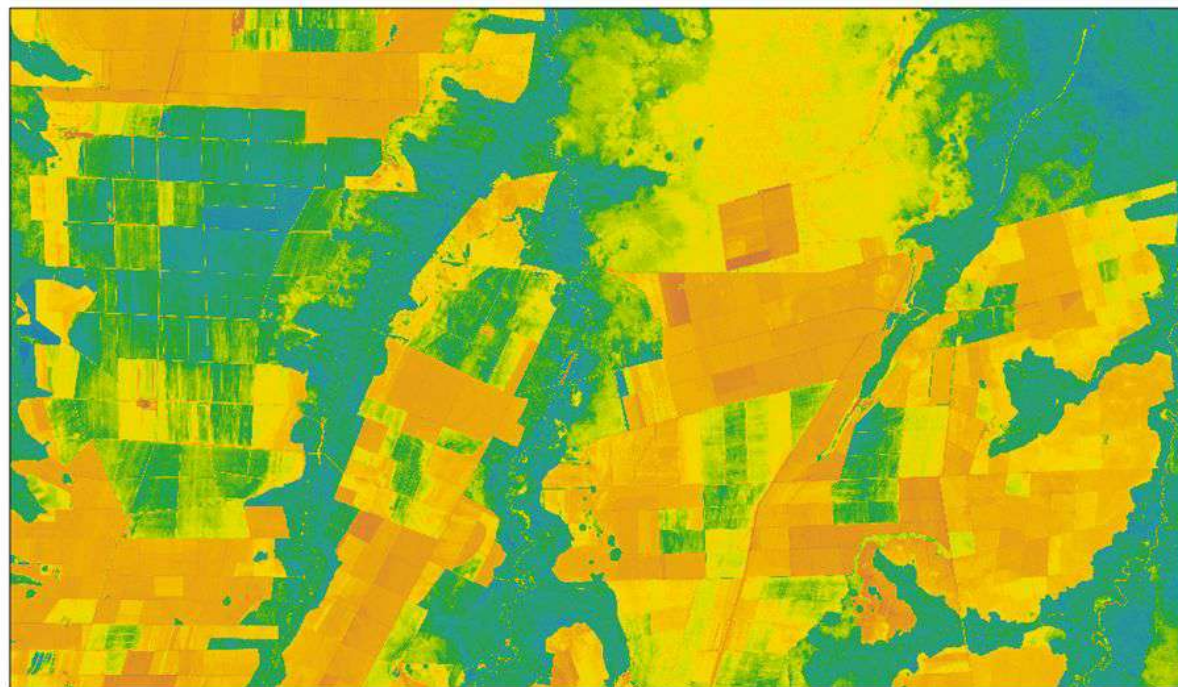
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-07-09



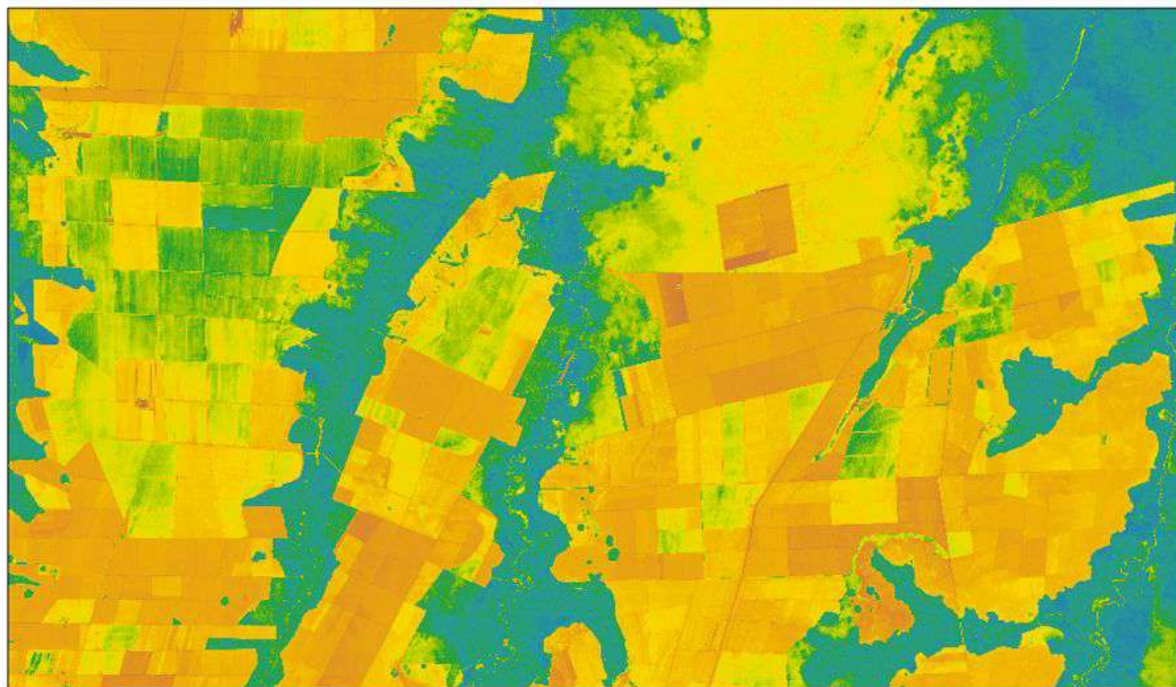
Série temporal de NDVI

NDVI 2019-07-19



Série temporal de NDVI

NDVI 2019-07-29



Séries temporais



Acesso à informação

Participe

Serviços

Legislação

Canais



HOME BIBLIOTECA DE PADRÕES TUTORIAL MINHA CONTA CONTATO

MENU MAPA

Lon Lat: -50.57241
Lat: -13.45118

Lon Lat: Coordenadas em graus decimais

Localizar Município

MENU GRÁFICO

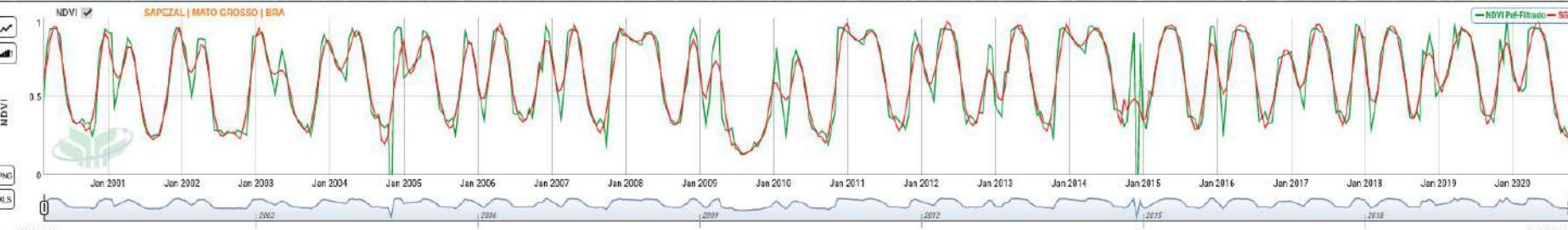
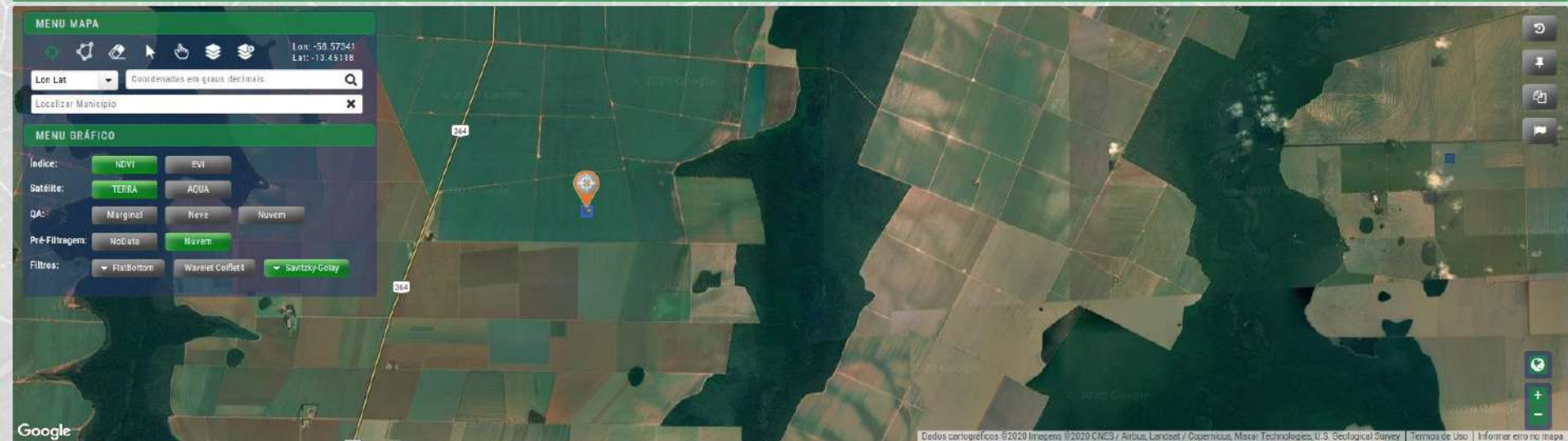
Índice: NDVI EVI

Satélite: TERRA AQUA

QA: Marginal Neve Nuvem

Pré-Filtragem: NOData Narem

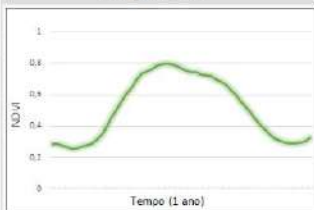
Filtros: FlatBottom Wavelet Coiflet Sartzky-Golay



Biblioteca de Padrões



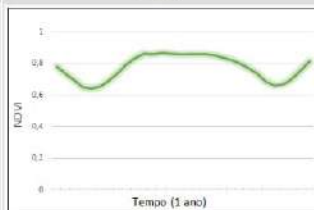
Pastagem cultivada



Floresta ombrófila densa



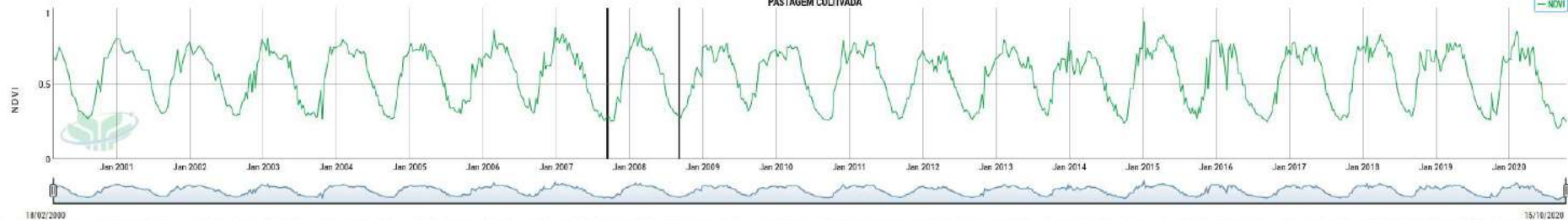
Cerrado



Pastagem cultivada

Caracterizados por apresentar uma cobertura vegetal herbácea perene, com sistema radicular mais superficial, as pastagens cultivadas sofrem com o estresse hídrico dos períodos mais secos e, portanto, apresentam uma variação sazonal significativa dos índices de vegetação ao longo do ano. Por acumular uma biomassa vegetal bastante variável nos períodos chuvosos, dependendo da espécie cultivada, do estado de conservação e degradação, do volume e distribuição das chuvas e, sobretudo, da presença e intensidade da atividade pastoril, as pastagens cultivadas apresentam uma variação muito grande no seu comportamento espectro-temporal. Apesar disso, uma curva de pastagem, seja qual a condição em que a mesma se encontre, deverá apresentar valores de índice de vegetação mais baixos no período de seca e valores relativamente mais altos nos períodos chuvosos, com transições graduais.

PASTAGEM CULTIVADA



18/02/2000

18/10/2020

Biblioteca de Padrões



Agricultura anual - um ciclo de algodão



Agricultura anual - um ciclo de soja



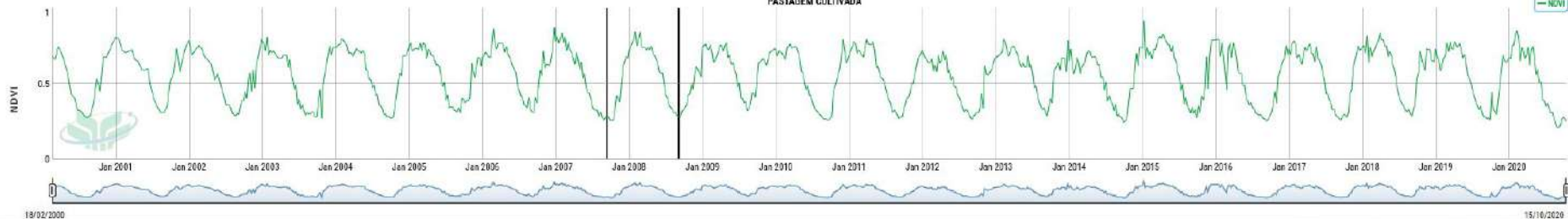
Agricultura anual - dois ciclos



Pastagem cultivada

Caracterizados por apresentar uma cobertura vegetal herbácea perene, com sistema radicular mais superficial, as pastagens cultivadas sofrem com o estresse hídrico dos períodos mais secos e, portanto, apresentam uma variação sazonal significativa dos índices de vegetação ao longo do ano. Por acumular uma biomassa vegetal bastante variável nos períodos chuvosos, dependendo da espécie cultivada, do estado de conservação e de degradação, do volume e distribuição das chuvas e, sobretudo, da presença e intensidade da atividade pastoril, as pastagens cultivadas apresentam uma variação muito grande no seu comportamento espectro-temporal. Apesar disso, uma curva de pastagem, seja qual a condição em que a mesma se encontra, deverá apresentar valores de índice de vegetação mais baixos no período de seca e valores relativamente mais altos nos períodos chuvosos, com transições gradativas.

PASTAGEM CULTIVADA



18/02/2000

15/10/2020

Biblioteca de Padrões



Cana-de-açúcar



Agricultura com pivô central



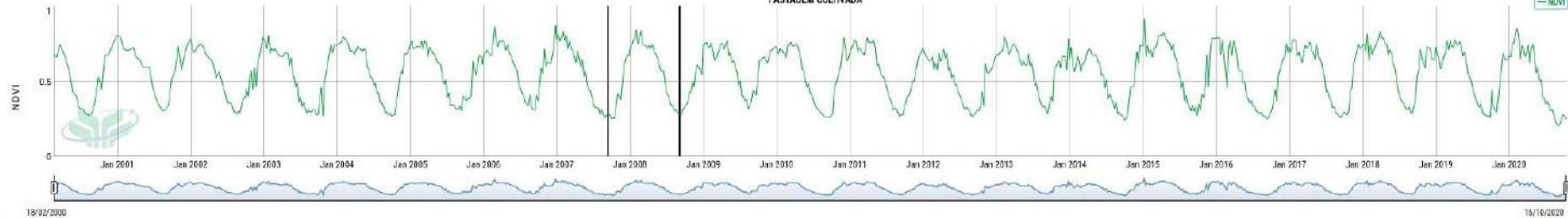
Silvicultura



Pastagem cultivada

Caracterizados por apresentar uma cobertura vegetal herbácea perene, com sistema radicular mais superficial, as pastagens cultivadas sofrem com o estresse hídrico dos períodos mais secos e, portanto, apresentam uma variação sazonal significativa dos índices de vegetação ao longo do ano. Por acumular uma biomassa vegetal bastante variável nos períodos chuvosos, dependendo da espécie cultivada, do estado de conservação e degradação, do volume e distribuição das chuvas e, sobretudo, da presença e intensidade da atividade pastoril, as pastagens cultivadas apresentam uma variação muito grande no seu comportamento espectro-temporal. Apesar disso, uma curva de pastagem, seja qual a condição em que a mesma se encontra, deverá apresentar valores de índice de vegetação mais baixos no período de seca e valores relativamente mais altos nos períodos chuvosos, com transições gradativas.

PASTAGEM CULTIVADA



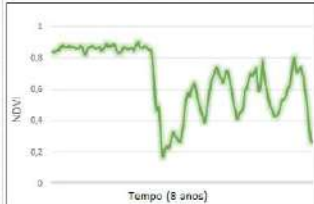
18/02/2000

15/10/2020

Biblioteca de Padrões

4

Desflorestamento



Transição Floresta | Pasto | Agricultura

Transição

Floresta → Pasto → Agricultura Anual

Transição Agricultura anual | Cana-de-açúcar

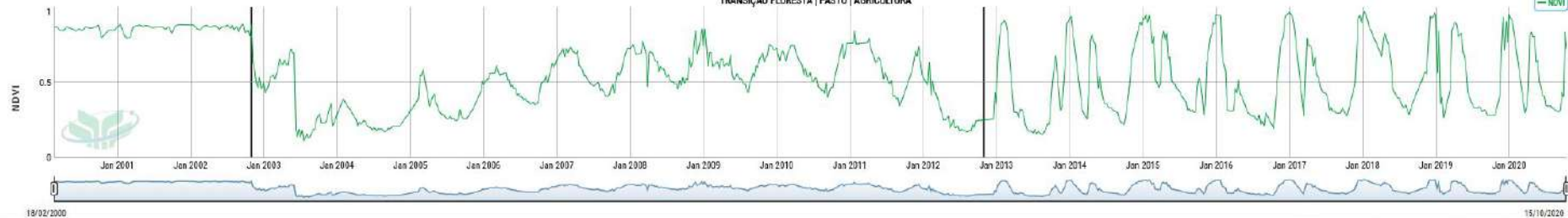
Transição

Agricultura Anual → Cana-de-açúcar

Transição Floresta | Pasto | Agricultura

A visualização da série temporal completa dos índices vegetativos auxilia na identificação de mudanças do uso e cobertura da terra. Neste exemplo, a primeira transição ocorre no final de 2002, quando acontece um processo de desflorestamento. Em seguida, a área passa a apresentar um comportamento de pastagem plantada, que se consolida ao longo dos anos, até ser substituída pela agricultura anual no final de 2012.

TRANSIÇÃO FLORESTA | PASTO | AGRICULTURA



18/02/2000

15/10/2020

Biblioteca de Padrões



Desflorestamento



Transição Floresta | Pasto | Agricultura

Transição
Floresta → Pasto → Agricultura Anual

Transição Agricultura anual | Cana-de-açúcar

Transição
Agricultura Anual → Cana-de-açúcar

Transição Agricultura anual | Cana-de-açúcar

A visualização da série temporal completa dos índices vegetativos auxilia na identificação de mudanças do uso e cobertura da terra. Este exemplo ilustra a transição entre a agricultura anual e a cana-de-açúcar, ocorrida em abril de 2008.



Como obter imagens de satélite?

Catálogo do INPE - <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>

The screenshot displays the INPE satellite image catalog interface. The top navigation bar includes the INPE logo, 'BRASIL', 'Acesso à Informação', and various service links like 'Particpe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. The main header identifies the 'CATALOGO DE IMAGENS' and provides search and navigation tools. On the left, a search bar is followed by a results list showing 7 records. The first record is expanded, displaying a thumbnail and detailed metadata for a Landsat 8 image: ID 'L8-OLI218076 2015-06-26', date '2015-06-26', time '12:57:32', sensor 'LANDSAT-8', and quality metrics. The main map area shows a satellite view of a region in southeastern Brazil, with a large, semi-transparent satellite image overlaid on a specific area. The map includes various geographical labels and navigation controls.

Registro	Imagem	landsat 8
1/7		L8-OLI218076 2015-06-26 Data: 2015-06-26 Hora: 12:57:32 Satélite: LANDSAT-8 Sensor: OLI % Nuvens: 5,15 Qualidade: 9
2/7		L8-OLI218076 2015-06-03 Data: 2015-06-03 Hora: 13:03:30 Satélite: LANDSAT-8 Sensor: OLI % Nuvens: 39,62 Qualidade: 9
3/7		L8-OLI218076 2015-05-27 Data: 2015-05-27 Hora: 12:57:14 Satélite: LANDSAT-8 Sensor: OLI % Nuvens: 17,33 Qualidade: 9
4/7		L8-OLI218076 2015-05-11 Data: 2015-05-11 Hora: 12:57:13 Satélite: LANDSAT-8 Sensor: OLI % Nuvens: 49,62 Qualidade: 9

Acesso a imagens Earth Explorer (USGS) - <https://earthexplorer.usgs.gov/>



EarthExplorer [Manage Criteria](#)

[System Notification \(1\)](#) [Item Basket \(30\)](#) [Help](#) [Feedback](#) [Logout \[brunfo\]](#)

Search Criteria | [Data Sets](#) | [Additional Criteria](#) | [Results](#) | **Search Criteria Summary (Show)** | [Clear Search Criteria](#)

1. Enter Search Criteria

To narrow your search area, type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the help documentation), and/or choose a date range.

Geocoder:

Select a Geocoding Method
Feature (GNIS)

Search Limits: The search result limit is 100 records; select a Country, Feature Class, and/or Feature Type to reduce your chances of exceeding this limit.

US Features World Features

Feature Name:
State: **All**
Feature Type: **All**

Polygons Circle Predefined Area

1. Lat: 15° 53' 13" S, Lon: 047° 34' 18" W

Date Range:

Search from: to:

Search months:

| |

The provided maps are not for purchase or for download; they are to be used as a guide for reference and search purposes only.

Acesso a imagens Earth Explorer (USGS) - <https://earthexplorer.usgs.gov/>

The screenshot displays the Earth Explorer interface. At the top left is the USGS logo with the tagline "science for a changing world". The navigation bar includes "Earth Explorer" and "Manage Criteria". On the right, there are links for "System Notification (1)", "Item Basket (30)", "Help", "Feedback", and "Logout [brus.fo]".

The main content area is titled "4. Search Results". Below this, there are sections for "Search Criteria Summary (Show)", "Data Set", and "Results". The "Data Set" section shows "Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1". The "Results" section displays a list of search results, each with a thumbnail and metadata:

- Item 1: ID: LC08_L1TP_223071_20220722_20220722_02_RT, Date Acquired: 2022/07/22, Path: 223, Row: 071
- Item 2: ID: LC09_L1TP_223071_20220714_20220714_02_T1, Date Acquired: 2022/07/14, Path: 223, Row: 071
- Item 3: ID: LC08_L1TP_223071_20220706_20220701_02_T1, Date Acquired: 2022/07/06, Path: 223, Row: 071
- Item 4: ID: LC09_L1TP_223071_20220628_20220628_02_T1, Date Acquired: 2022/06/28, Path: 223, Row: 071

At the bottom of the results list, there are buttons for "View Item Basket" and "Submit Standing Request".

The right side of the interface features a satellite map of a region in Brazil, with a blue location pin and a semi-transparent search area overlaid. The map includes a coordinate display at the top right showing "104° 50' 00.00\" W, 5° 00' 00.00\" S".

At the bottom of the map area, there is a disclaimer: "The provided maps are not for purchase or for download; they are to be used as a guide for reference and research purposes only." Below the map, there is a copyright notice: "Leaflet | Tiles © Esri — Source: Esri, DeLorme, USDA, USGS, AEX, GeoEye, GeoMapping, AeroGRID, IGN, IGP, UPR-EGP, and the GIS User Community, ESRI".

Materiais de apoio

- [Satélites em tempo real](#)
- [SATVeg - EMBRAPA](#)

Leituras recomendadas:

- [Sensoriamento Remoto: Conceitos Básicos e aplicações em AP](#)
- [Agricultural Remote Sensing Basics](#)
- [Agricultura de Precisão: Resultados de um novo olhar \(Embrapa\)](#)
- [What is remote sensing and what is it used for?](#)

Podcast: **Dragões de Garagem #173 Sensoriamento Remoto**



Muito obrigado!

brusilol@gmail.com