

Sistemas Sensores



Prof. Dr. Peterson Ricardo Fiorio

Dep. Eng. de Biosistemas – ESALQ/USP



SISTEMAS SENSORES

SENSORES

Sistemas Sensores

Definições:

Equipamento capaz de transformar alguma forma de energia em um sinal passível de ser convertido em informação sobre o ambiente. No caso específico do sensoriamento remoto, a energia utilizada e a radiação eletromagnética (Novo, 1989).

Sensor remoto é um dispositivo capaz de responder a REM de determinada faixa do espectro eletromagnético, registrá-la e gerar um produto numa forma adequada para a interpretação do usuário (Steffen et.al., 1981).

Sistemas Sensores

Classificação dos Sensores Remotos:

Quanto ao produto obtido:

➔ **Sensores Imagiadores**

➔ **Sensores não Imagiadores**

Quanto a Fonte de REM:

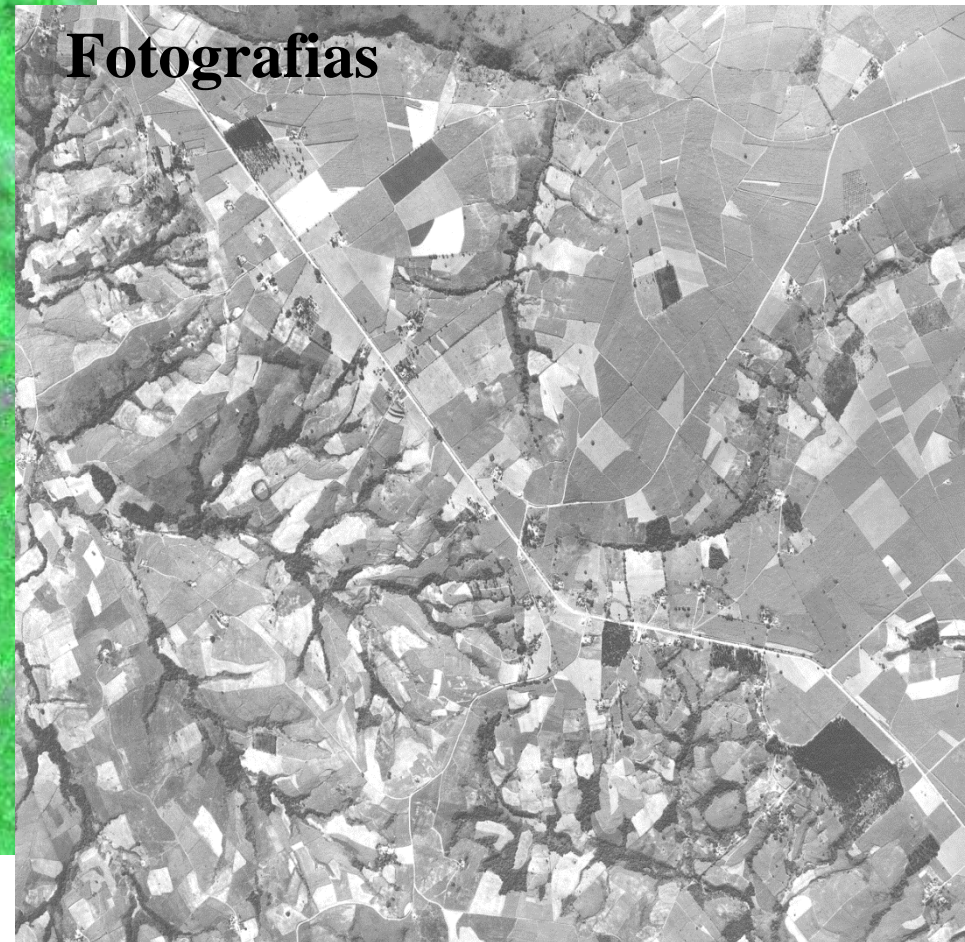
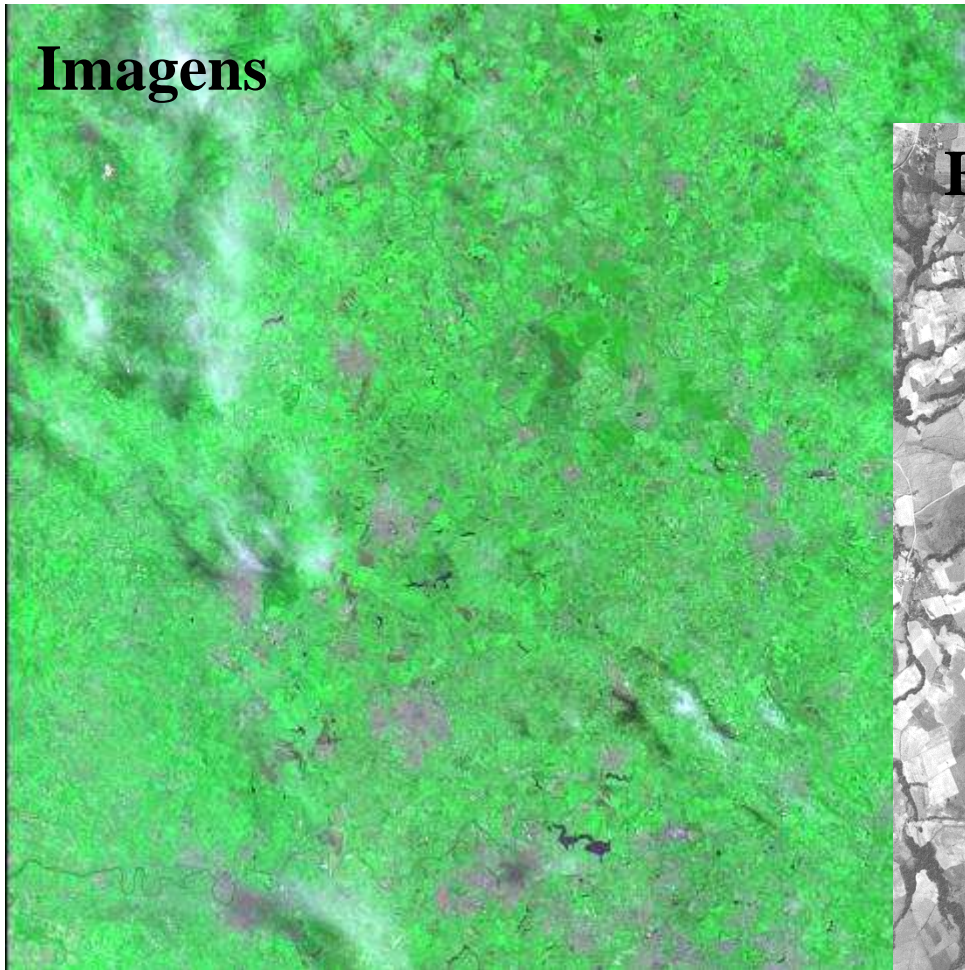
➔ **Sensores Ativos**

➔ **Sensores Passivos**

Classificação dos Sensores Remotos:

Quanto ao produto obtido

➔ Sensores Imagiadores



Classificação dos Sensores Remotos:

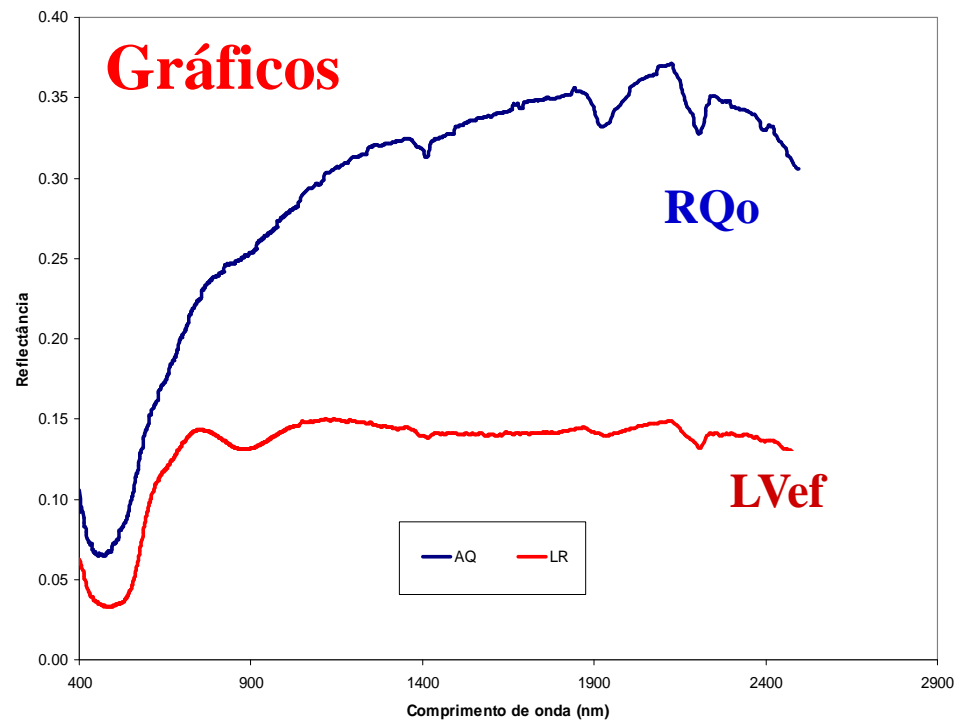
Quanto ao produto obtido:

➔ Sensores não Imagiadores

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	WAVEL	403B	404B	405B	406B	407B	4				
2	350	0,141747	0,149083	0,157593	0,137837	0,150474					168
3	352	0,140199	0,147565	0,156234	0,139915	0,152738					167
4	353	0,139754	0,146307	0,15707	0,135651	0,148306	0,138942	0,145567	0,167438	0,146311	0,149944
5	355	0,139843	0,143894	0,156572	0,135733	0,142584	0,140893	0,144089	0,16755	0,14583	0,150524
6	357	0,142271	0,144537	0,159535	0,136607	0,143112	0,145445	0,144243	0,168792	0,146339	0,152114
7	359	0,143587	0,146386	0,161219	0,13725	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
8	360	0,143882	0,144311	0,161324	0,131886	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
9	362	0,139065	0,142676	0,157648	0,127806	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
10	364	0,137418	0,142689	0,155753	0,128597	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
11	366	0,136834	0,146656	0,157314	0,132285	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
12	368	0,138978	0,14995	0,155936	0,131997	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
13	369	0,138664	0,14911	0,154459	0,130678	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
14	371	0,13504	0,144933	0,147651	0,126918	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
15	373	0,133303	0,141682	0,148075	0,127071	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
16	375	0,127125	0,137971	0,144457	0,124381	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
17	376	0,124667	0,134936	0,142905	0,119566	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
18	378	0,122041	0,129325	0,138585	0,115148	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
19	380	0,123649	0,126066	0,137503	0,114542	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
20	382	0,121894	0,122426	0,135872	0,115329	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
21	384	0,116353	0,119091	0,130557	0,113863	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
22	385	0,111035	0,117343	0,128331	0,109454	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
23	387	0,108693	0,116515	0,127993	0,106444	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
24	389	0,106368	0,112777	0,128015	0,10337	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
25	391	0,104051	0,106941	0,121936	0,101723	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
26	392	0,100279	0,101806	0,115271	0,098586	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
27	394	0,09661	0,099557	0,11112	0,095348	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
28	396	0,092916	0,095851	0,106851	0,092448	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
29	398	0,09015	0,091509	0,102493	0,089016	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
30	399	0,088022	0,087922	0,098046	0,086997	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
31	401	0,086149	0,086723	0,095615	0,08326	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
32	403	0,082995	0,085584	0,092261	0,080081	0,144254	0,146087	0,143567	0,16572	0,148294	0,153232
33	405	0,079285	0,083464	0,088133	0,075662	0,082676	0,080817	0,082347	0,092121	0,085527	0,089509
34	406	0,074849	0,080258	0,08492	0,072283	0,080721	0,076872	0,079294	0,08815	0,083167	0,085616

Valores numéricos

Gráficos



Classificação dos Sensores Remotos:

Quanto a Fonte de REM:

➔ Sensores Passivos

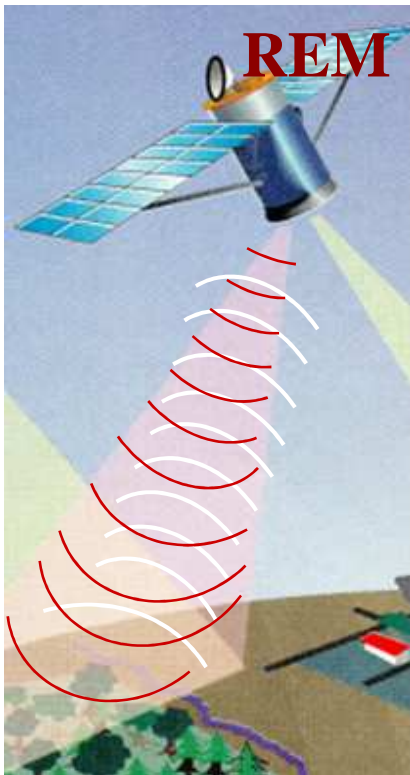


**Necessitam de fonte externa
de R.E.M**

Classificação dos Sensores Remotos:

Quanto a Fonte de REM:

➔ Sensores Ativos



**Possuem a sua própria fonte de R.E.M.,
registrando a energia por eles emitida e
refletida pelo alvo.**

Nuvem de Pontos

Nuvem densa de pontos



Nuvem densa de pontos



Classificação dos Sensores Remotos:

	Imagiadores	Não Imagiadores
Passivos	Sistemas fotográficos Sistemas Eletro-óptico	Radiômetros: IRIS / FildEspc
Ativos	Radares Imagiadores: Radarsat / Lidar	N Sensor



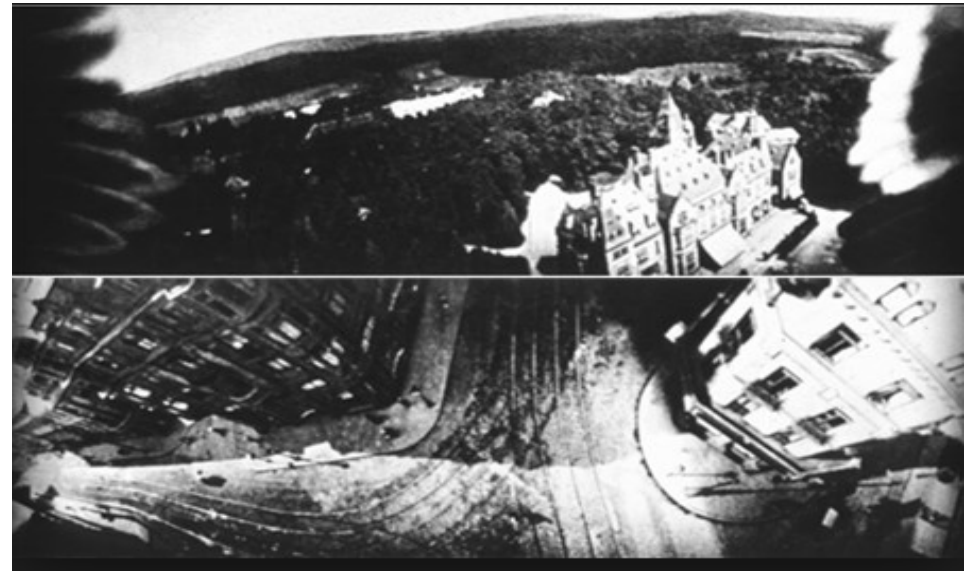
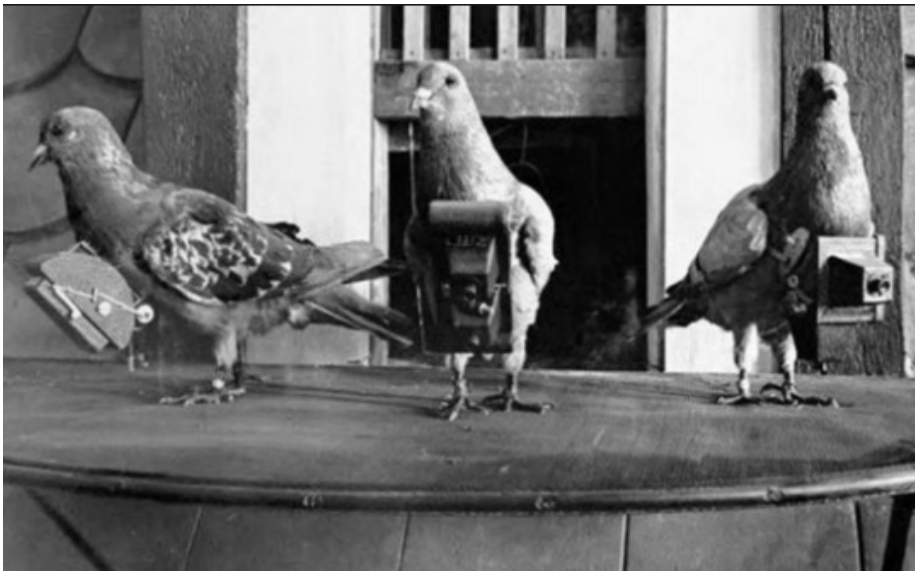
Onde vou poder usar isso ?

Sensores em laboratórios

Sensores em indústrias

Sensores embarcados em máquinas agrícolas....

Sensores embarcados em Pombos, Balões, Aviões, RPA's, VANT's, Drones....

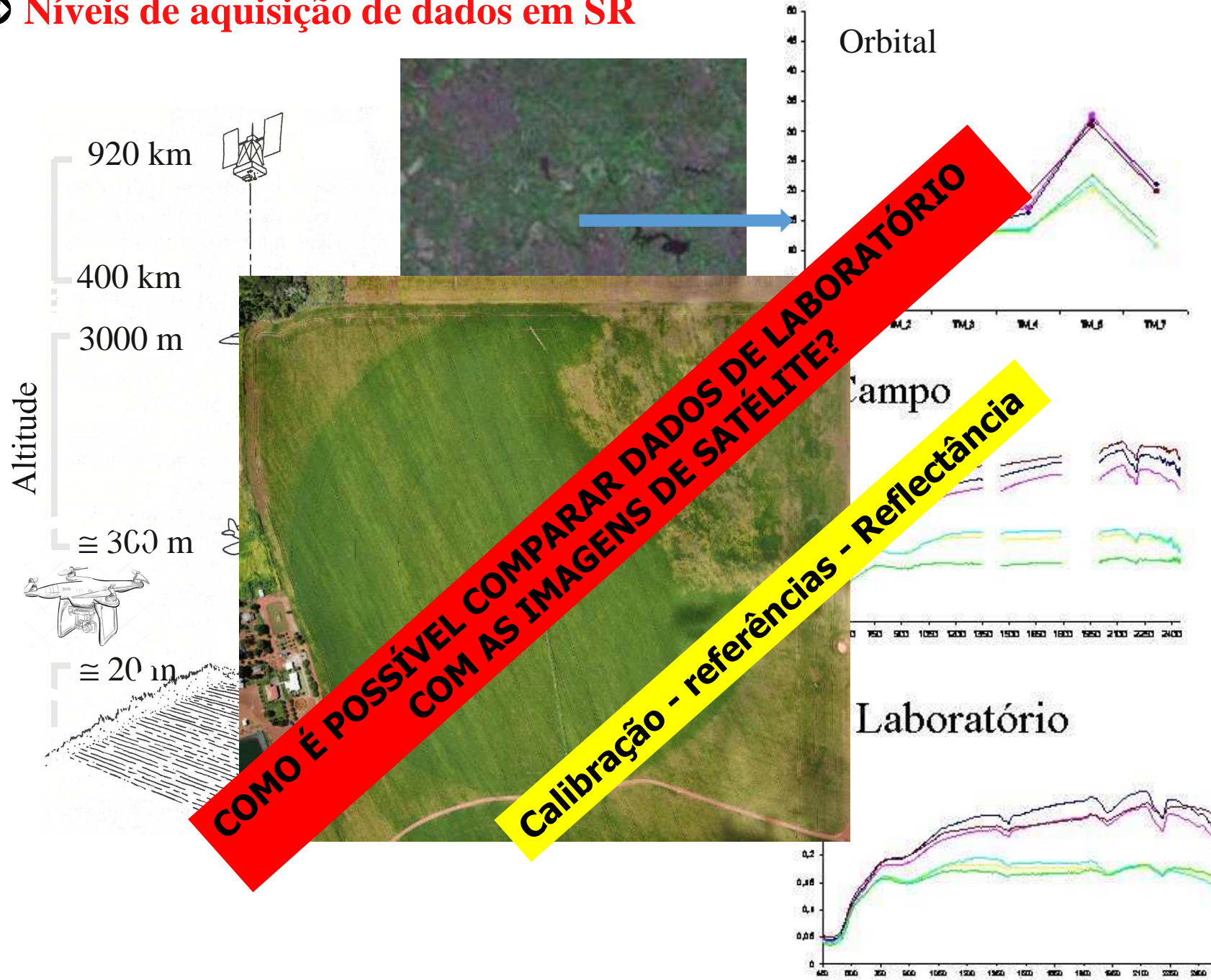


Sensores embarcados em Satélites, Nano satélites

Níveis de aquisição de dados: Sensoriamento remoto

Embarcados - Plataforma - Veículo

Níveis de aquisição de dados em SR



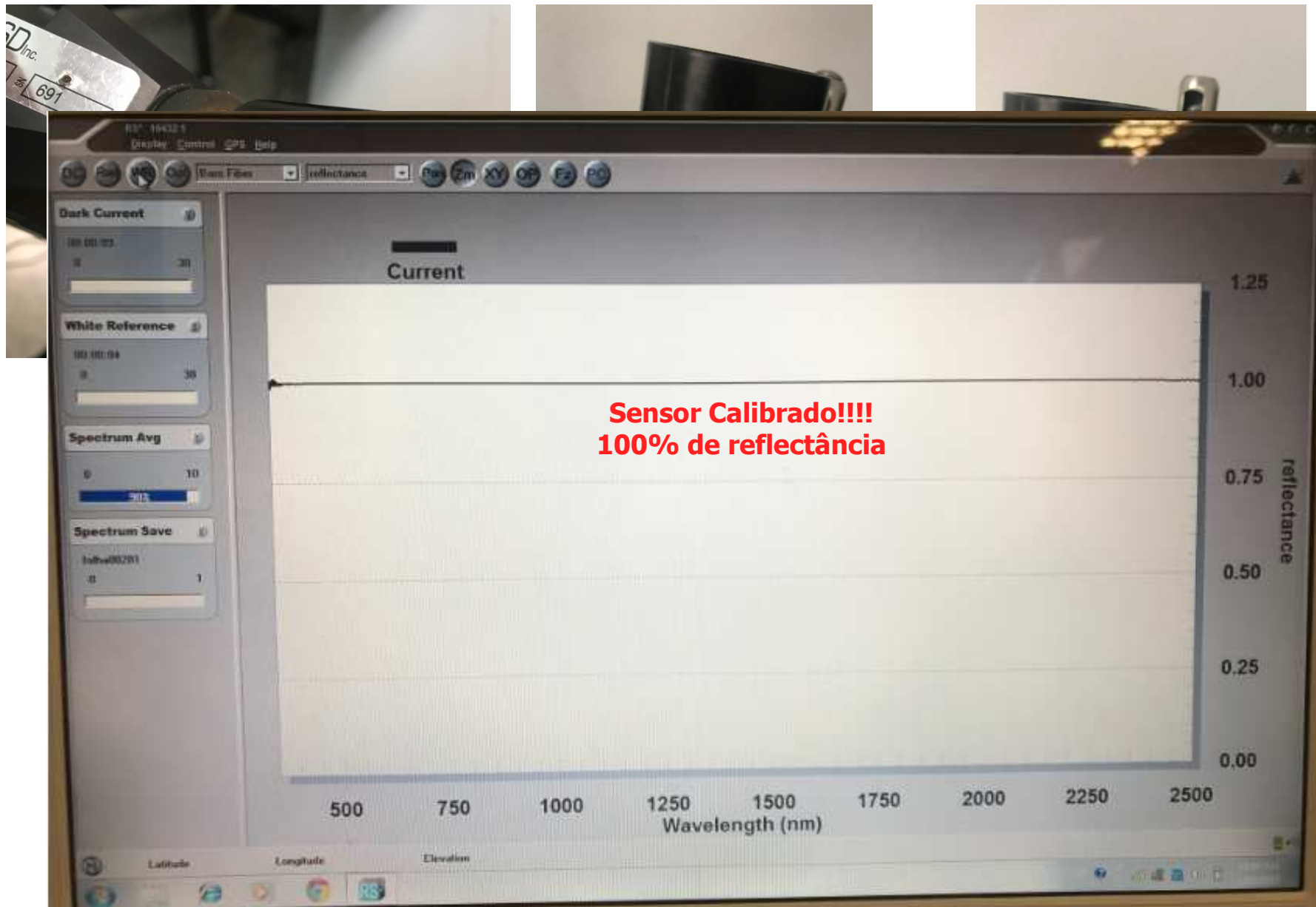
Comportamento Espectral de Alvos

“ Quanto de energia é refletida pelo alvo em cada comprimento de onda”



**Como obter?
Qual a importância?
Calibração!**

Sensor de Laboratório

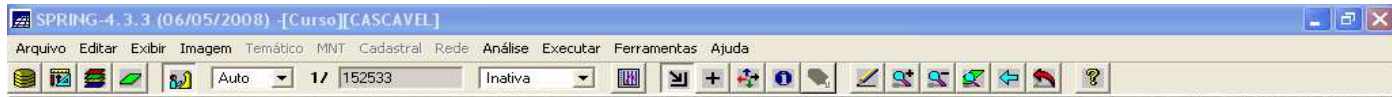




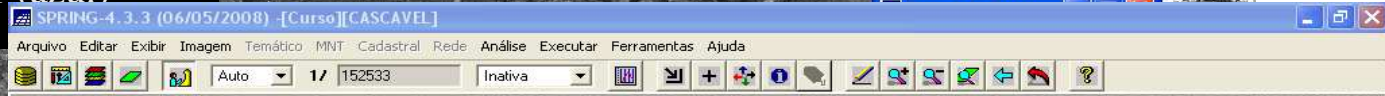
SENSORES HIPERESPECTRAIS

X

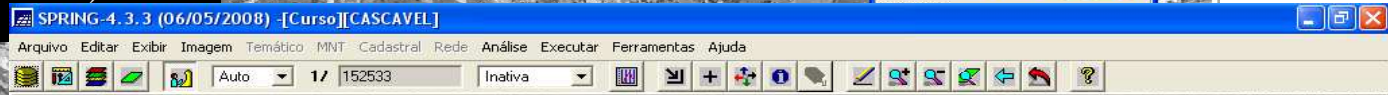
**SENSORES MULTIESPECTRAIS
(ORBITAIS)**



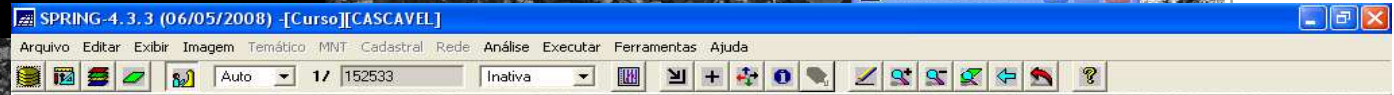
TM-1 (azul)



TM-2 (Verde)



TM-3 (Vermelho)



TM-4 (IVP)

Painel de Contr...

Categorias
(V) IMG

Planos de Informação
() B2_1509
() B3_0402
() B3_1509
(M) B4_0402
() B4_1509
() R5_n4n2

Prioridade: 0 CR

M Texto
 R G B

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas
Ativar: 1 2 3 4 5
Exibir: 2 3 4 5
Acoplar: 2 3 4 5
Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda





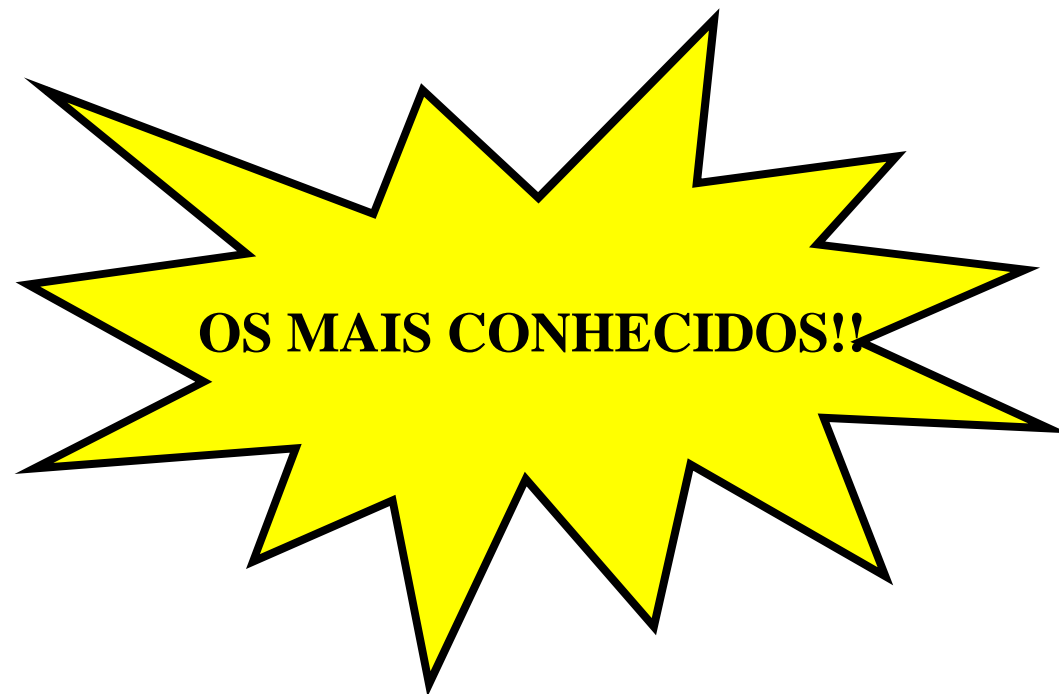
04/02/2008



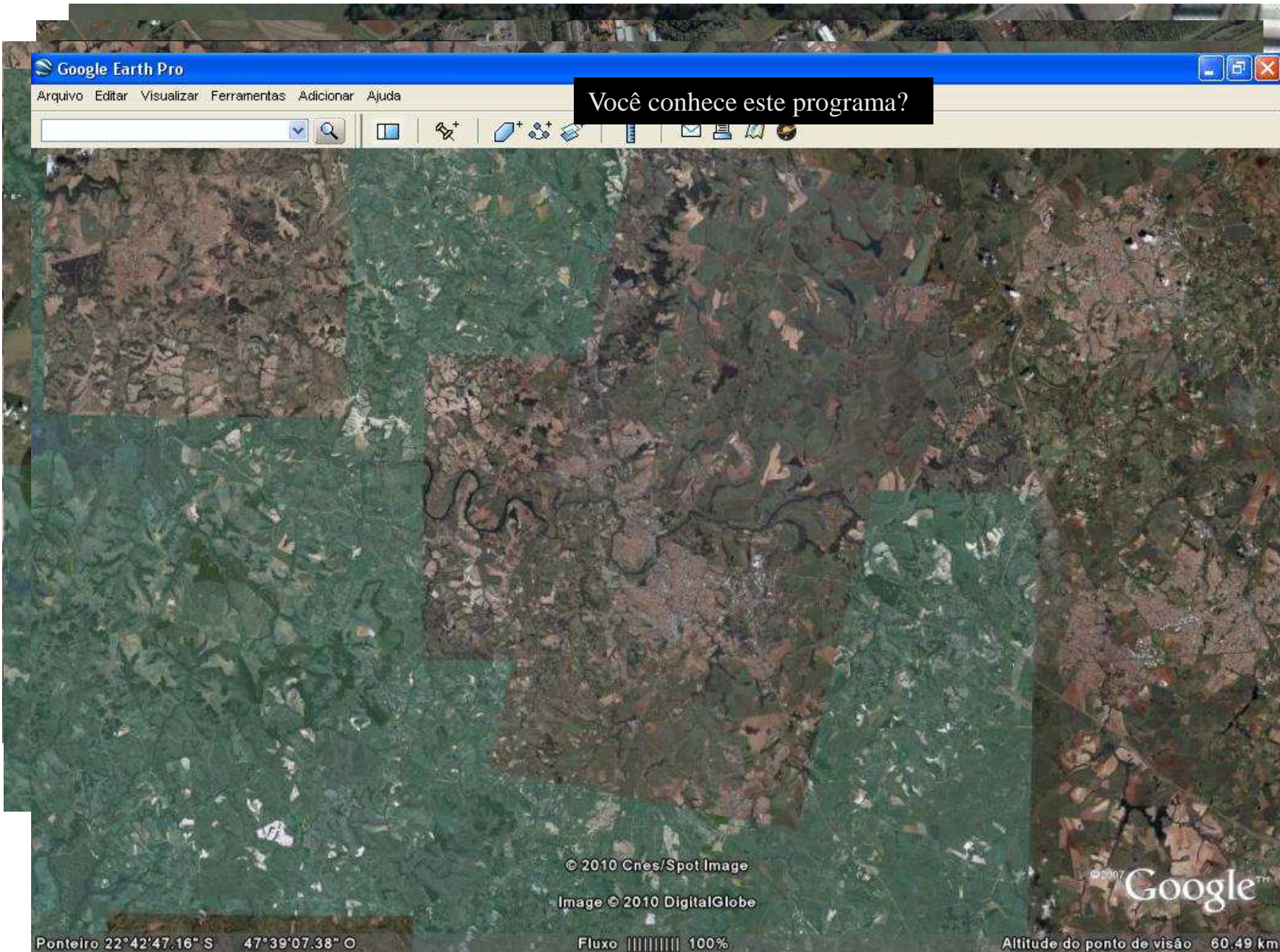
15/09/2008

O QUE MUDOU NESSAS IMAGENS?

Produtos do SR



OS MAIS CONHECIDOS!!

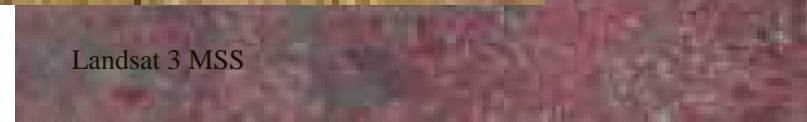
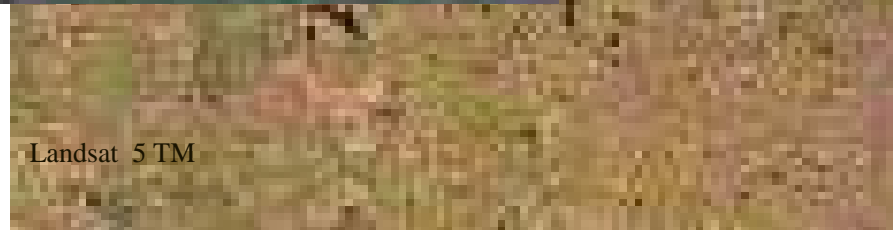


IMAGENS DE SATÉLITE



Ikonos

IMAGENS DE SATÉLITE

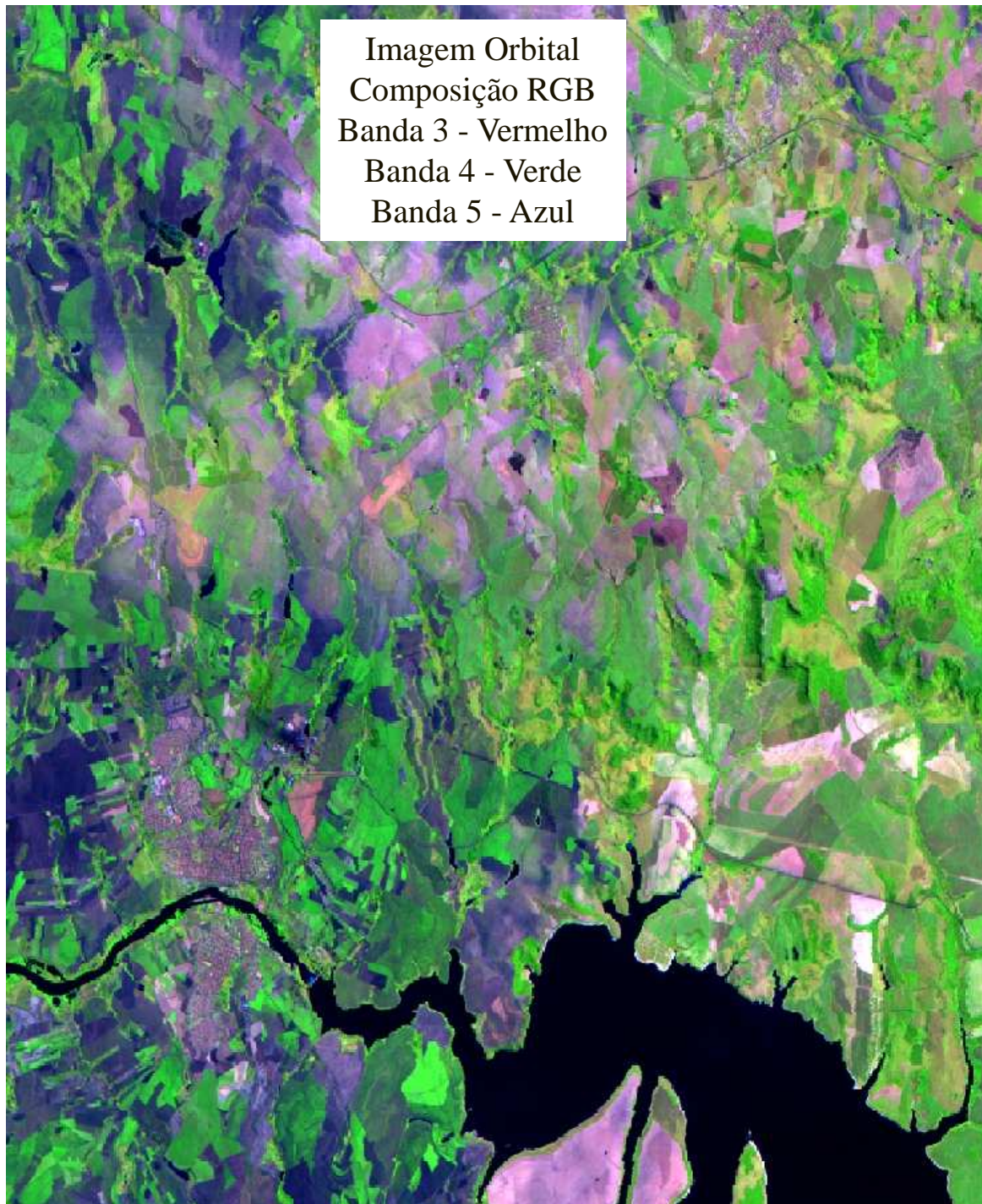


Resolução Espacial

Resolução Radiométrica

Resolução Espectral

Resolução Temporal



TM - LANDSAT 5 - 7

- ➔ Lançamento 05/03/84
- ➔ Altitude 705 km
- ➔ Resolução temporal
 - 16 dias
- ➔ Resolução espacial
 - 30 m (pixel 0,09 ha)
 - 120 m (banda 6)
 - 15 m (pan. Landsat 7)
- ➔ Imagem inteira
 - 185 km x 185 km
- ➔ Bandas (microns)
 - 1 (0,45-0,52) Azul
 - 2 (0,52-0,60) Verde
 - 3 (0,63-0,69) Vermelho
 - 4 (0,76-0,90) I. Próximo
 - 5 (1,55-1,75) I. Médio
 - 6 (10,4-12,5) I. Termal
 - 7 (2,08-2,35) I. Médio
 - Pancromática (0,52-0,90)

Principais características

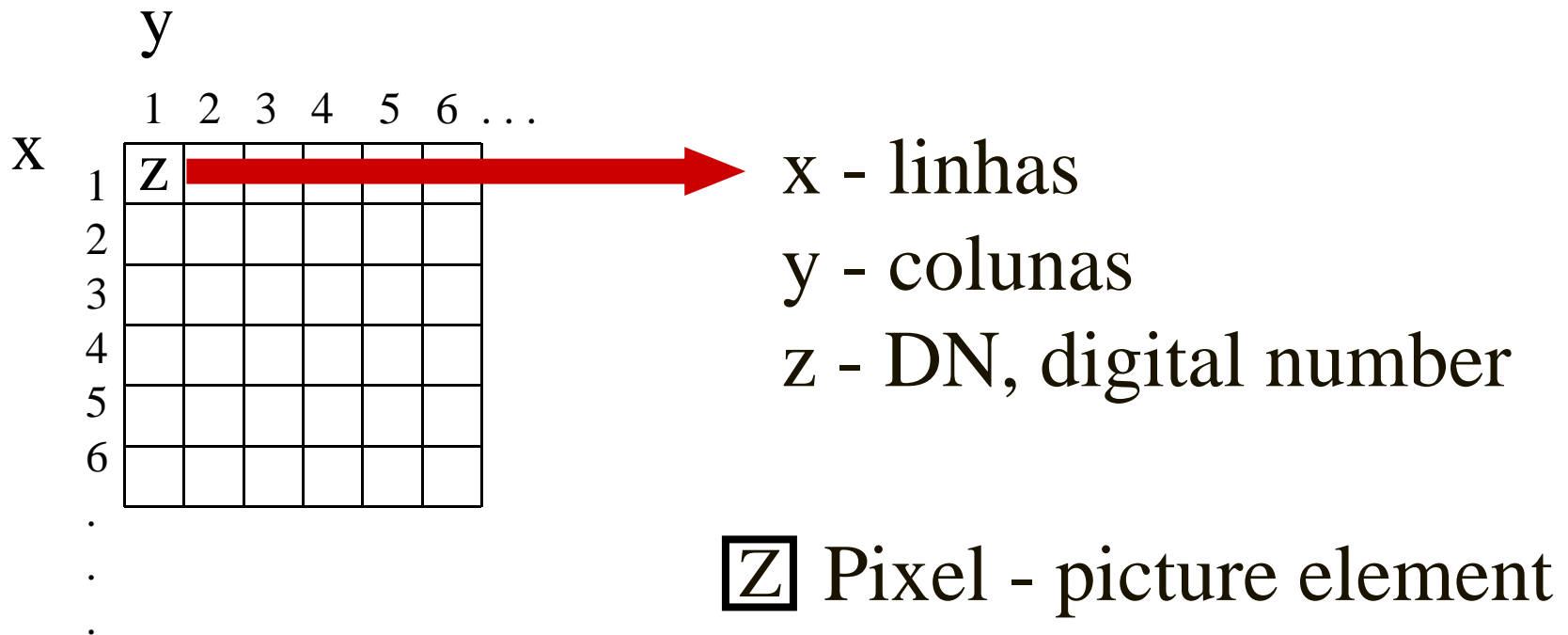
- ➔ Estruturas das Imagens de Sensoriamento Remoto

- ➔ Resolução das Imagens de Sensoriamento Remoto
 - Resolução espacial
 - Resolução espectral
 - Resolução radiométrica

- ➔ Composição Colorida das Imagens de Sensoriamento Remoto

IMAGENS ORBITAIS

Estruturas das Imagens de Sensoriamento Remoto



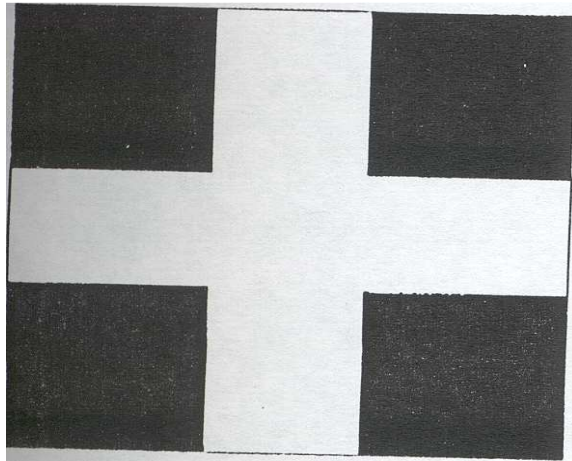
Definições

Pixel - área com as mesmas dimensões na superfície da terra

DN - média da intensidade da energia refletida ou emitida pelos diferentes materiais presentes nesse pixel

IMAGENS ORBITAIS

Estruturas das Imagens de Sensoriamento Remoto



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	20	20	20	230	230	20	20	20
2	20	20	20	230	230	20	20	20
3	20	20	20	230	230	20	20	20
4	230	230	230	230	230	230	230	230
5	230	230	230	230	230	230	230	230
6	20	20	20	230	230	20	20	20
7	20	20	20	230	230	20	20	20
8	20	20	20	230	230	20	20	20

0 – Preto 255 - Branco

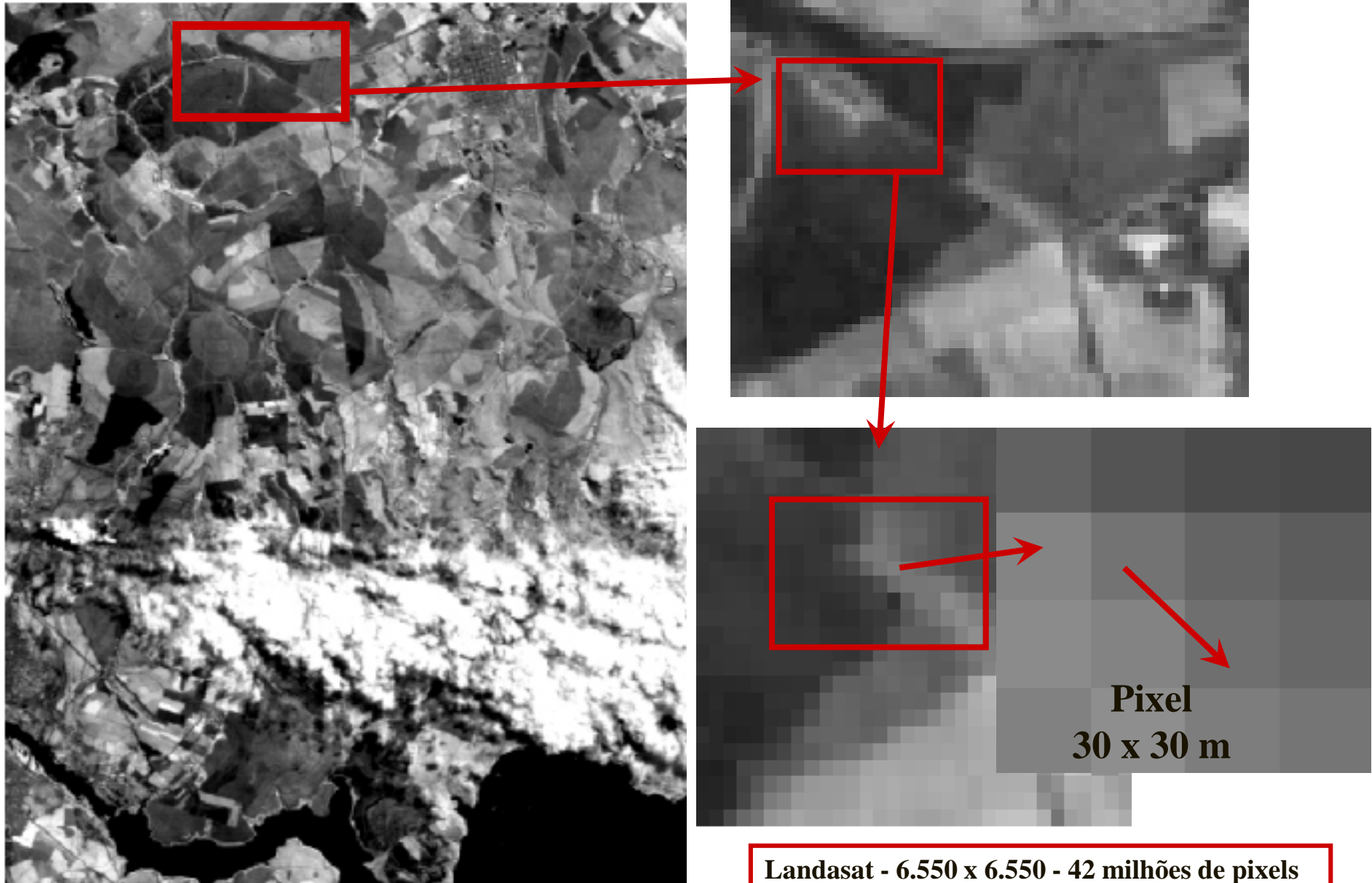
Exemplo de imagem simples (cruz) na forma digital

1ª linha e 1ª coluna → DN = 20 (quase preto)

1ª linha e 4ª coluna → DN = 230 (quase branco)

IMAGENS ORBITAIS

Estruturas das Imagens de Sensoriamento Remoto



IMAGENS ORBITAIS

Resolução das Imagens de Sensoriamento Remoto

Resolução espacial : capacidade do sensor em “enxergar” objetos

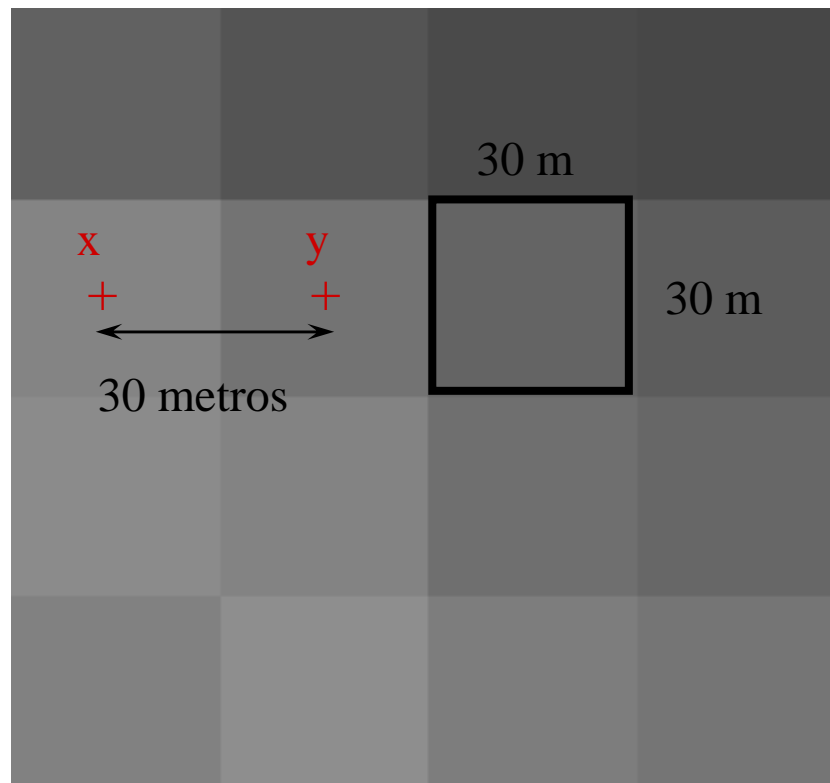
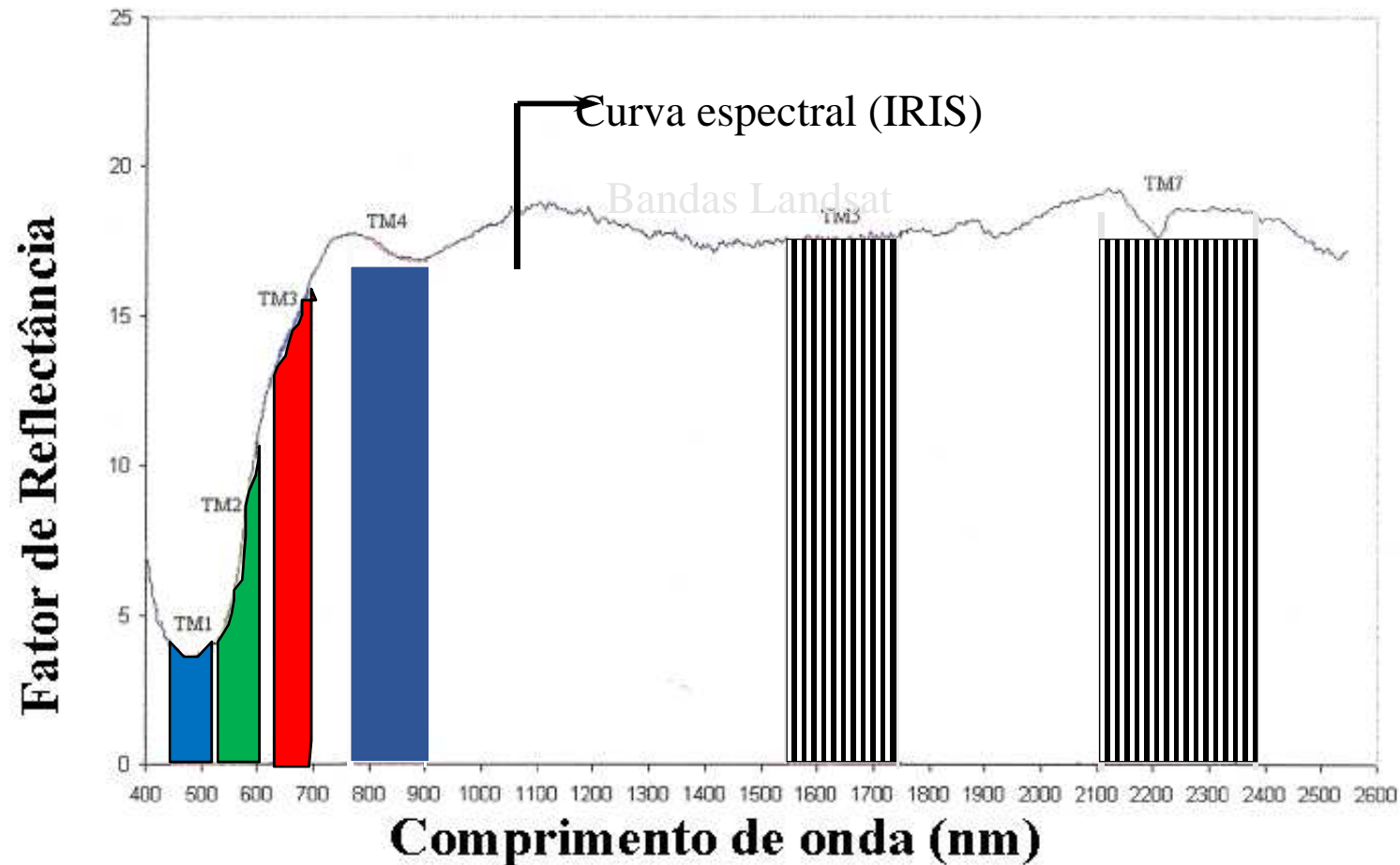


Imagem orbital
TM - Landsat
Banda 4

Pixel = Resolução espacial

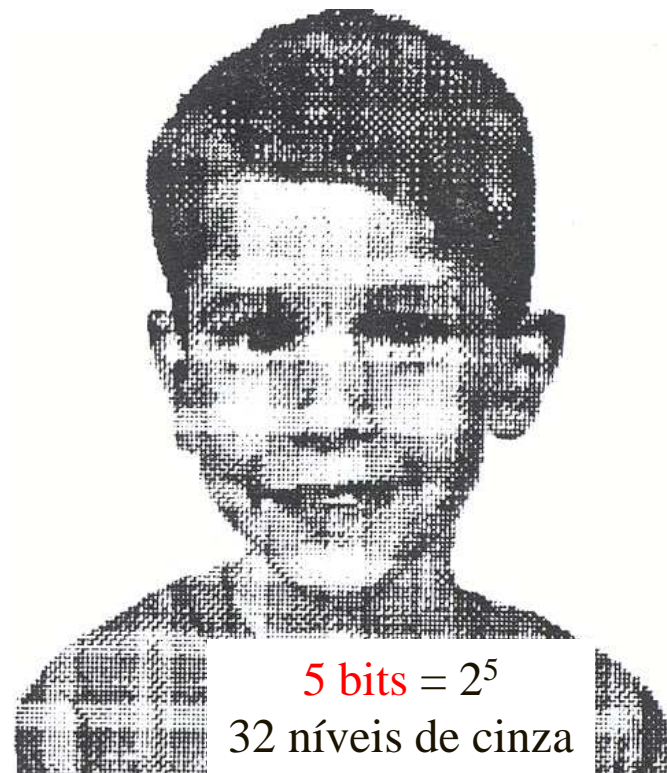
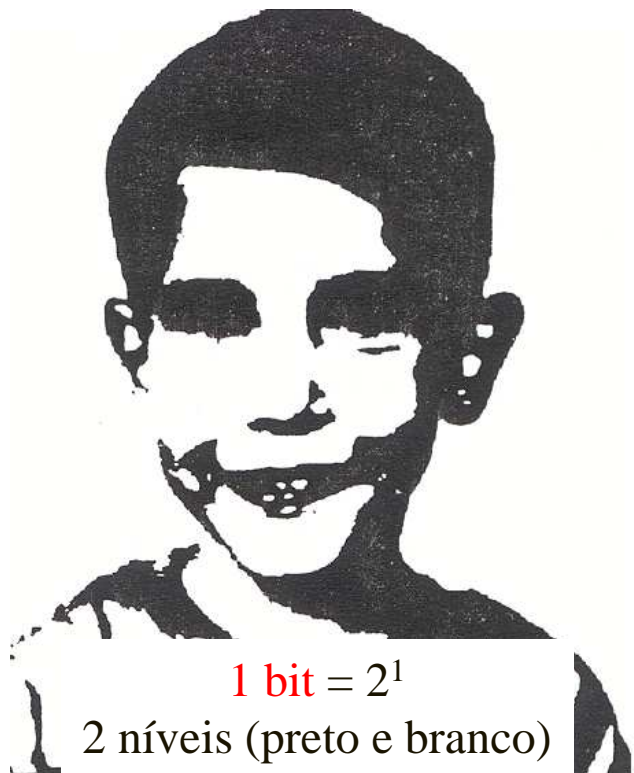
Resolução das Imagens de Sensoriamento Remoto

Resolução espectral: é definida pelo número de bandas espectrais de um sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda



Resolução das Imagens de Sensoriamento Remoto

Resolução radiométrica: é dado pelo número de níveis digitais, representados pelos níveis de cinza o qual expressa os dados coletados pelo sensor.

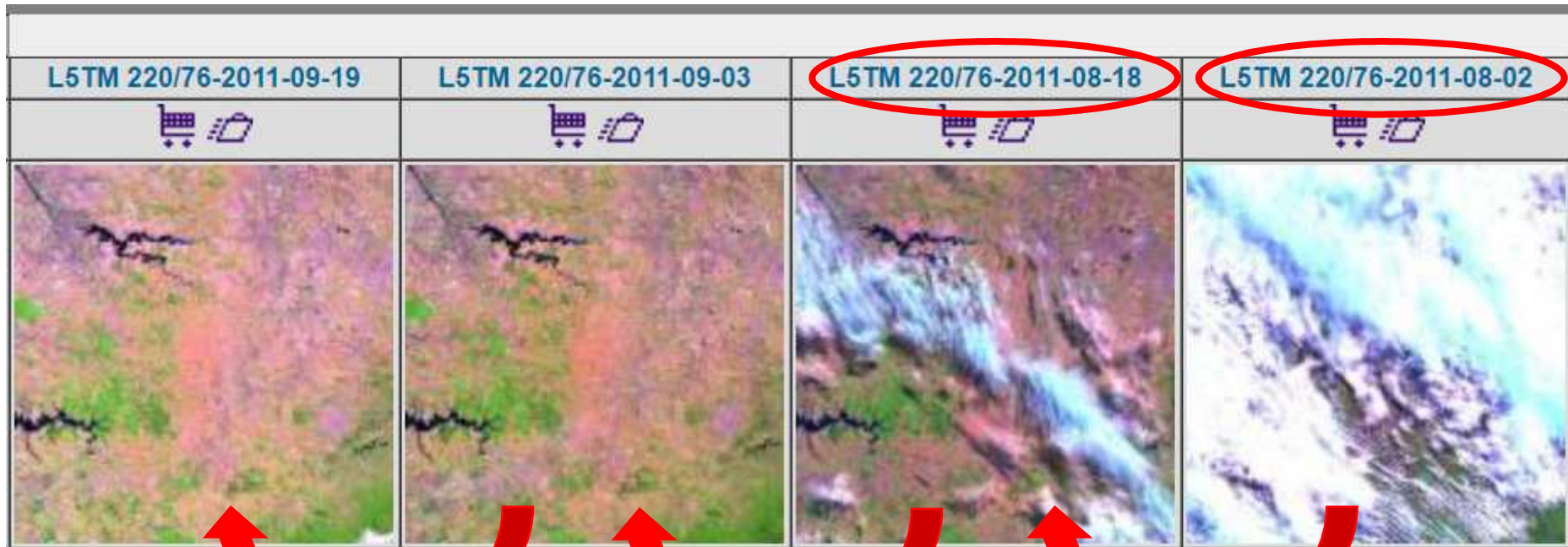


Landsat 5 → 8 bits = 2^8 (256 níveis de cinza)

IMAGENS ORBITAIS

Resolução das Imagens de Sensoriamento Remoto

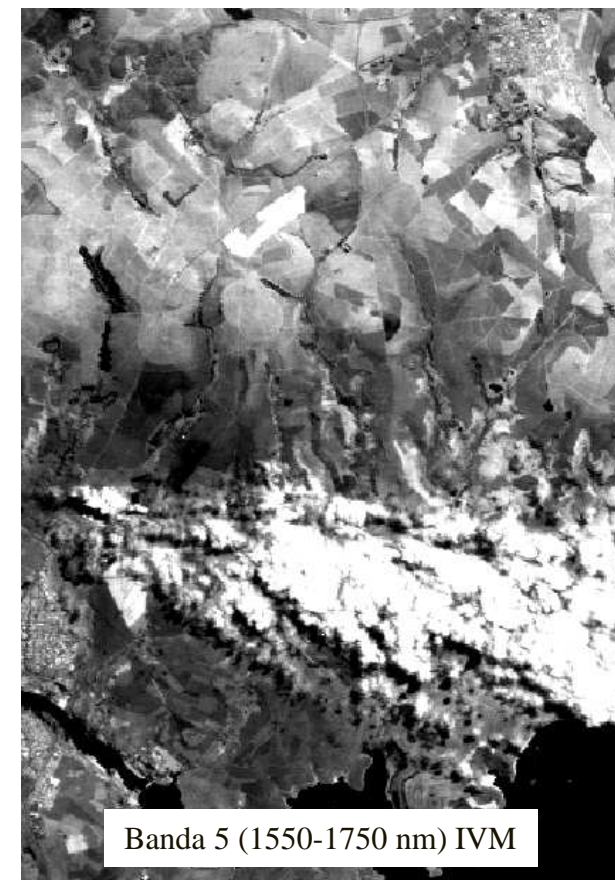
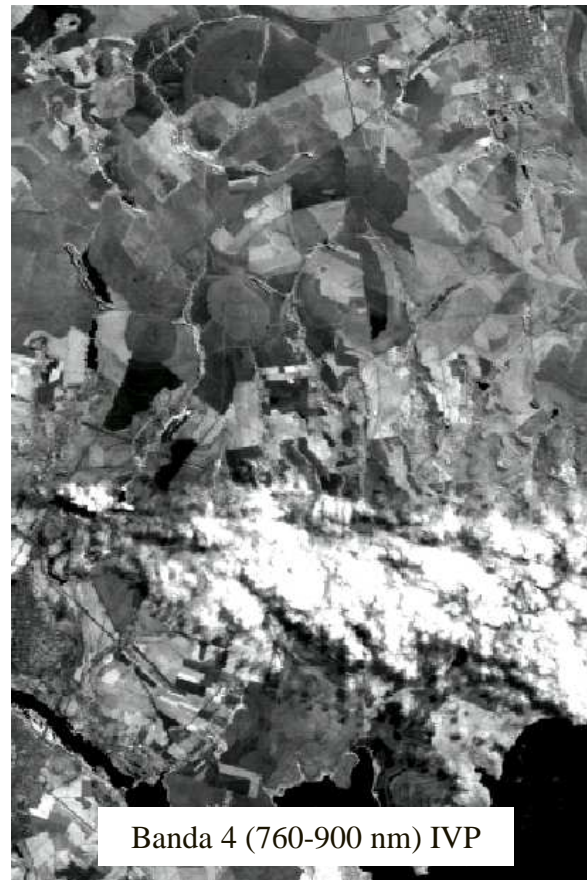
Resolução temporal: é dado pelo número dias, para se obter uma nova imagem de um mesmo local.



16 dias

IMAGENS ORBITAIS

Composição Colorida das Imagens de Sensoriamento Remoto

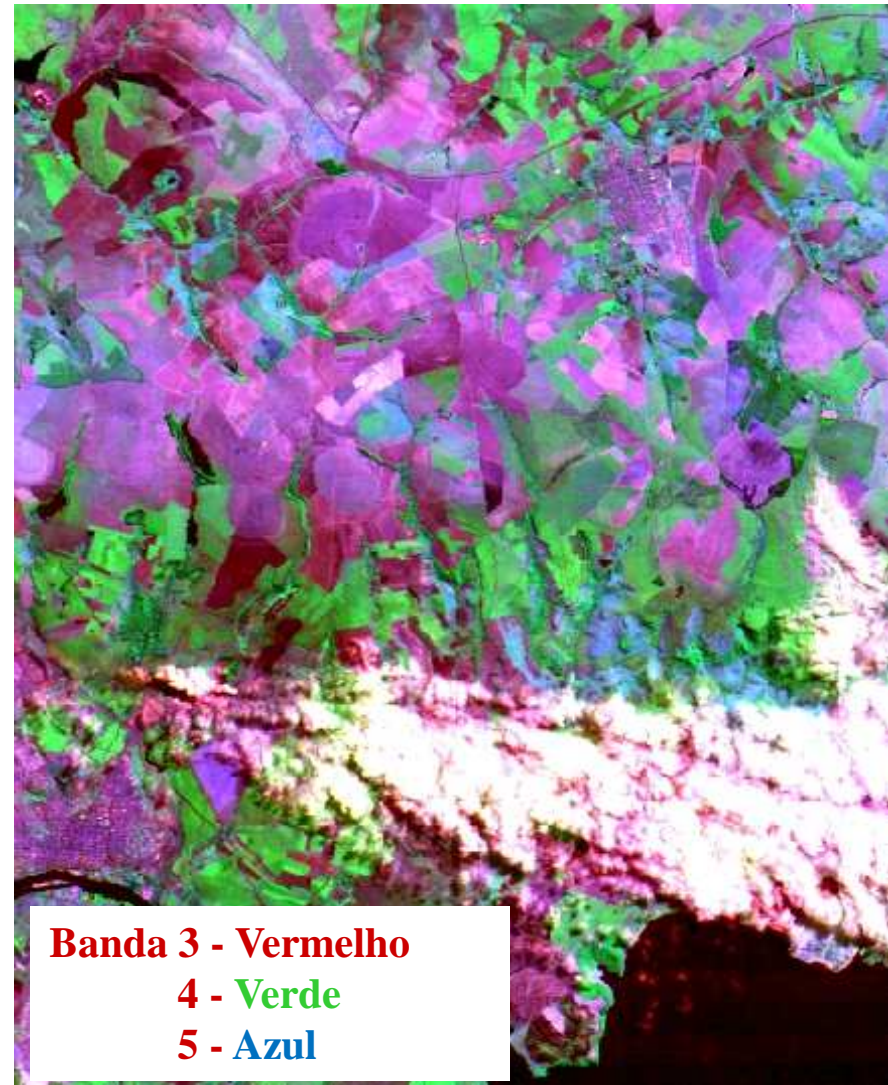


“ O olho humano diferencia apenas 30 diferentes níveis de cinza”

**Landsat 5 - 256 níveis de cinza
0 - Preto
255 - Branco**

IMAGENS ORBITAIS

Composição Colorida das Imagens de Sensoriamento Remoto



“ O olho humano difere 7 milhões de cores”

Sistemas Sensores

Sistema LANDSAT

Sistema CBERS

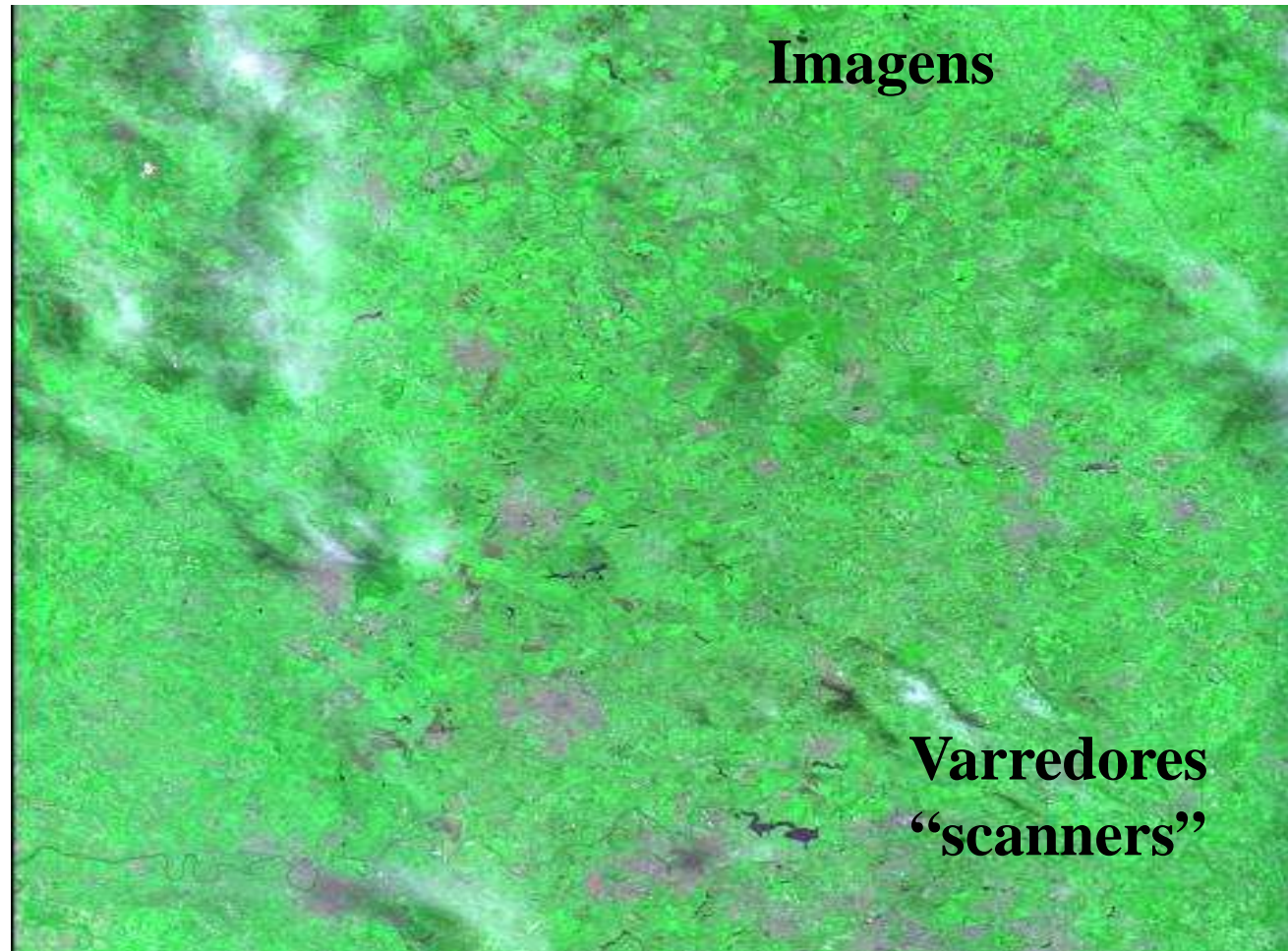
Sistema IKONOS

Outros SISTEMAS

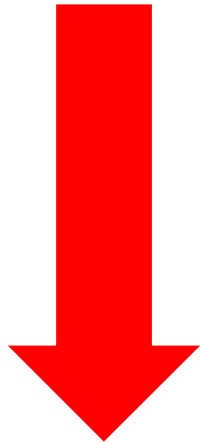
Classificação dos Sensores Remotos:

IMAGIADORES PASSIVOS

Sistemas Eletro-óptico/Sistemas fotográficos



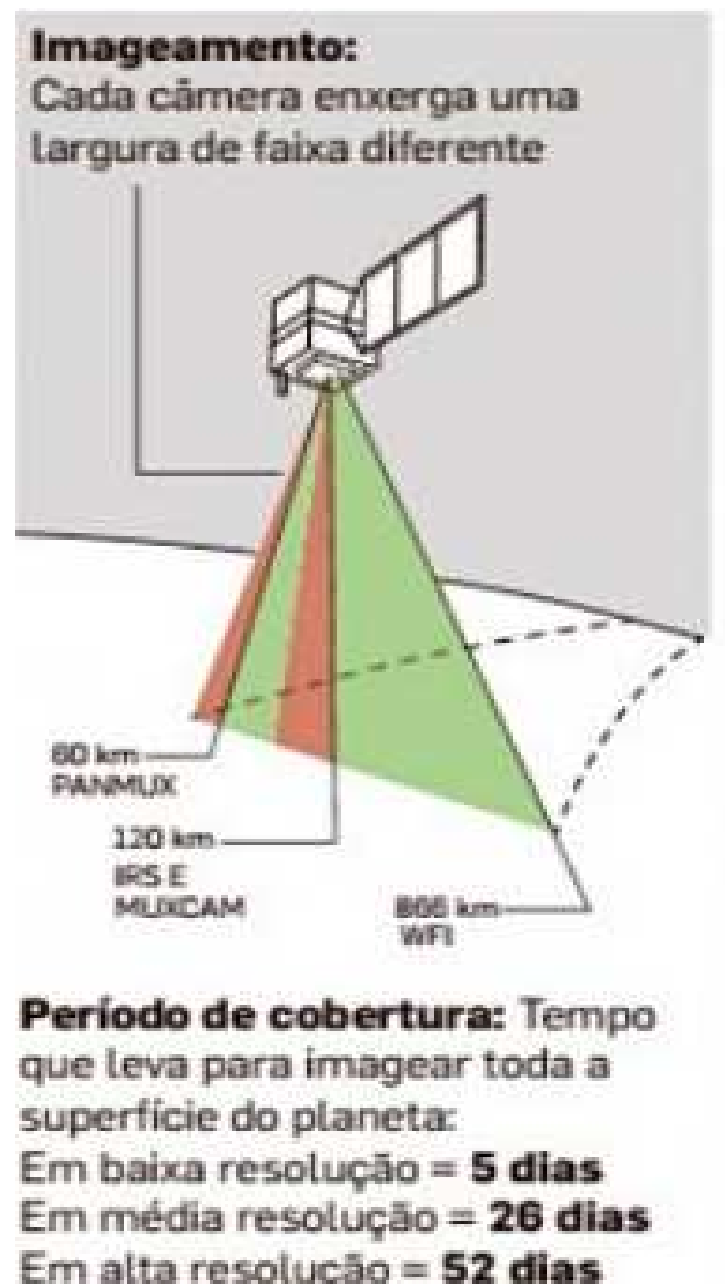
IMAGIADORES PASSIVOS



**Órbita Polar Circular e
Heliossíncrona**

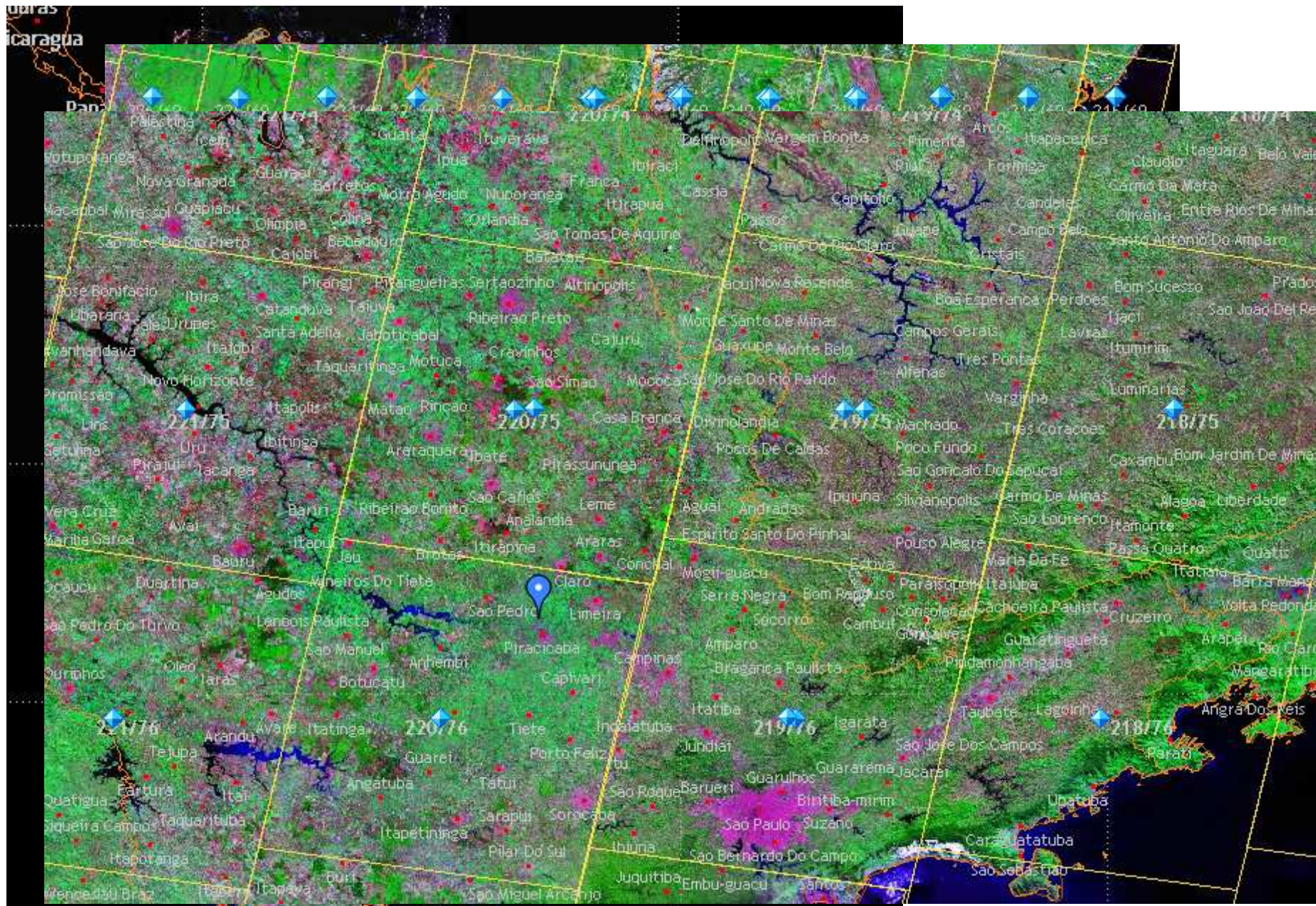


Exemplo: CBERS 4



ORBITA / PONTO – Landsat 5

(Fonte: Inpe)



Sistemas Sensores

Imagiadores passivos

SISTEMA LANDSAT

Missão	Land Remote Sensing Satellite (Landsat)					
Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)					
País/Região	Estados Unidos					
Satélite	LANDSAT 1	LANDSAT 2	LANDSAT 3	LANDSAT 4	LANDSAT 5	LANDSAT 7
Lançamento	27/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	15/4/1999
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (25/02/1982)	Inativo (31/03/1983)	Inativo (1993)	Ativo	Inativo (2003)
Órbita	Polar, Circular e heliosíncrona.					
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	705 km
Inclinação	99°	99°	99°	98,2°	98,2°	98,3°
Tempo de Duração da Órbita	103,27 min	103,27 min	103,27 min	98,20 min	98,20 min	98,9 min
Horário de Passagem	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:45 A.M.	9:45 A.M.	10:00 A.M.
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	16 dias
Instrumentos Sensores	MSS	MSS	MSS	TM	TM	ETM+

2011
27 anos!!!

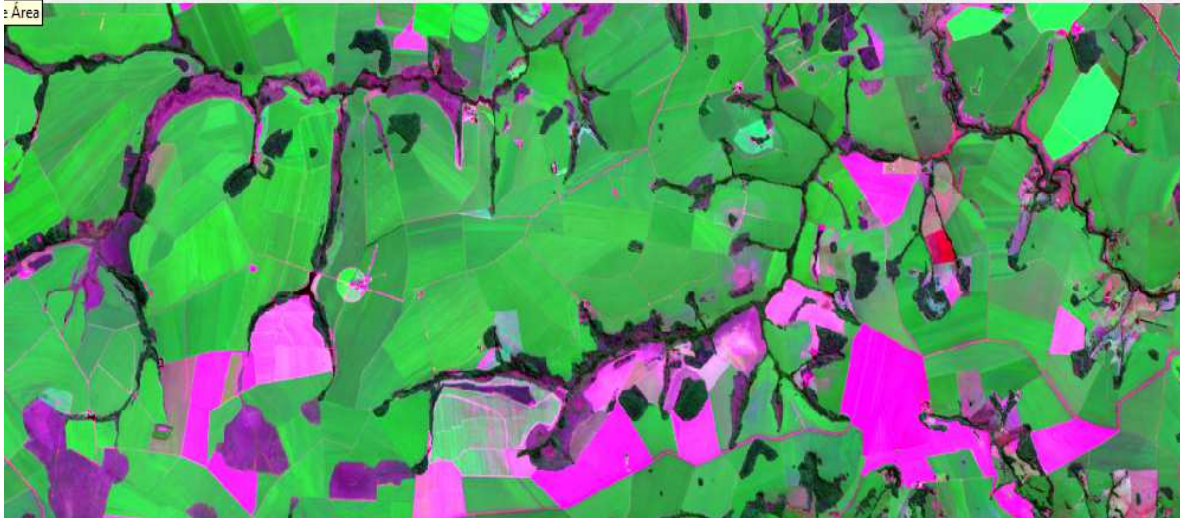
SISTEMA LANDSAT 8 – Sensor OLI

Sensor	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Radiométrica
<u>Operational Land Imager (OLI)</u>	Banda <u>1</u> (Violeta) 0,43 – 0,45 μm	30 m	16 dias	16 bits (65.536 Níveis de Cinza)
	Banda <u>2</u> (Azul) 0,45 - 0,51 μm			
	Banda <u>3</u> (Verde) 0,53 - 0,59 μm			
	Banda <u>4</u> (Vermelho) 0,64 - 0,67 μm			
	Banda <u>5</u> (IVP) 0,85 - 0,88 μm			
	Banda <u>6</u> (IVM) 1,57 - 1,65 μm			
	Banda <u>7</u> (IVM) 2,11 - 2,29 μm			
	Banda <u>9</u> (Cirrus) 1,36 - 1,38 μm			
	Banda <u>8</u> (Pan) 0,50 - 0,68 μm	15 m		2013

Cronologia de Uso e Ocupação do Solo

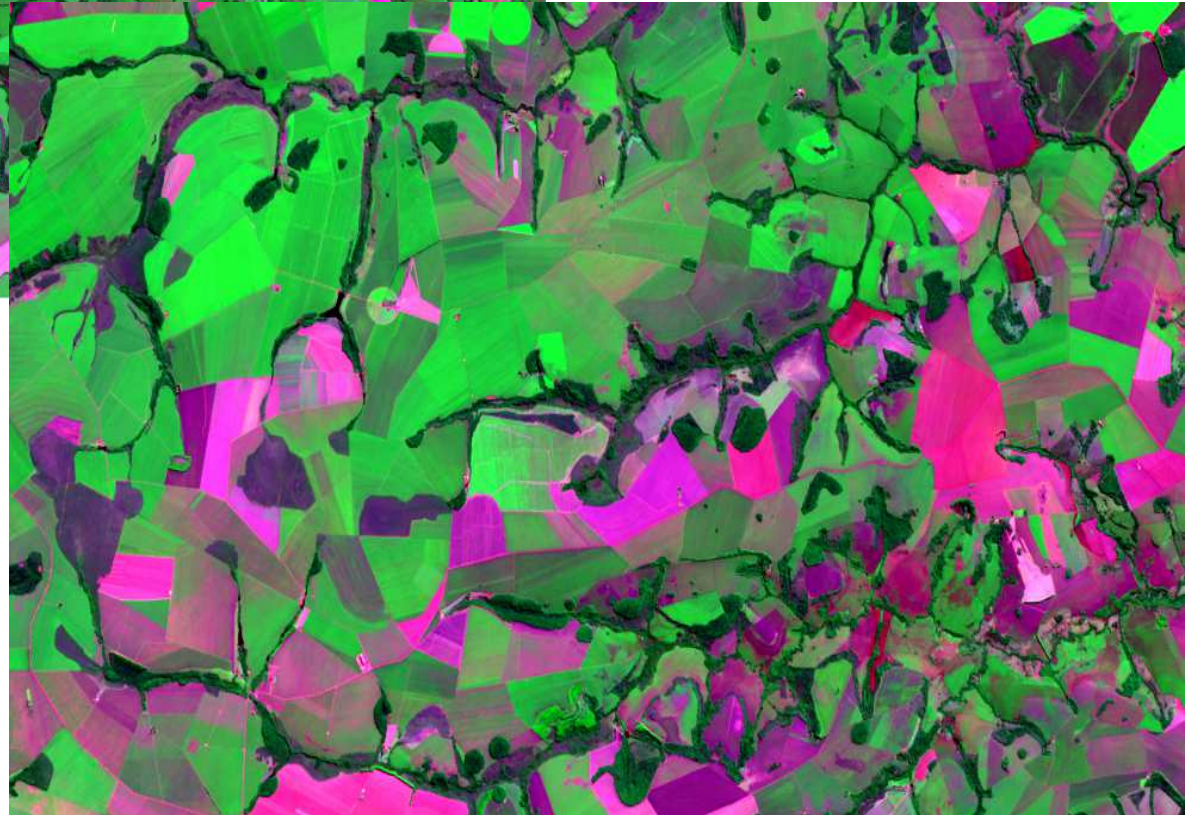


Área



MAIO DE 2014

JUNHO DE 2014

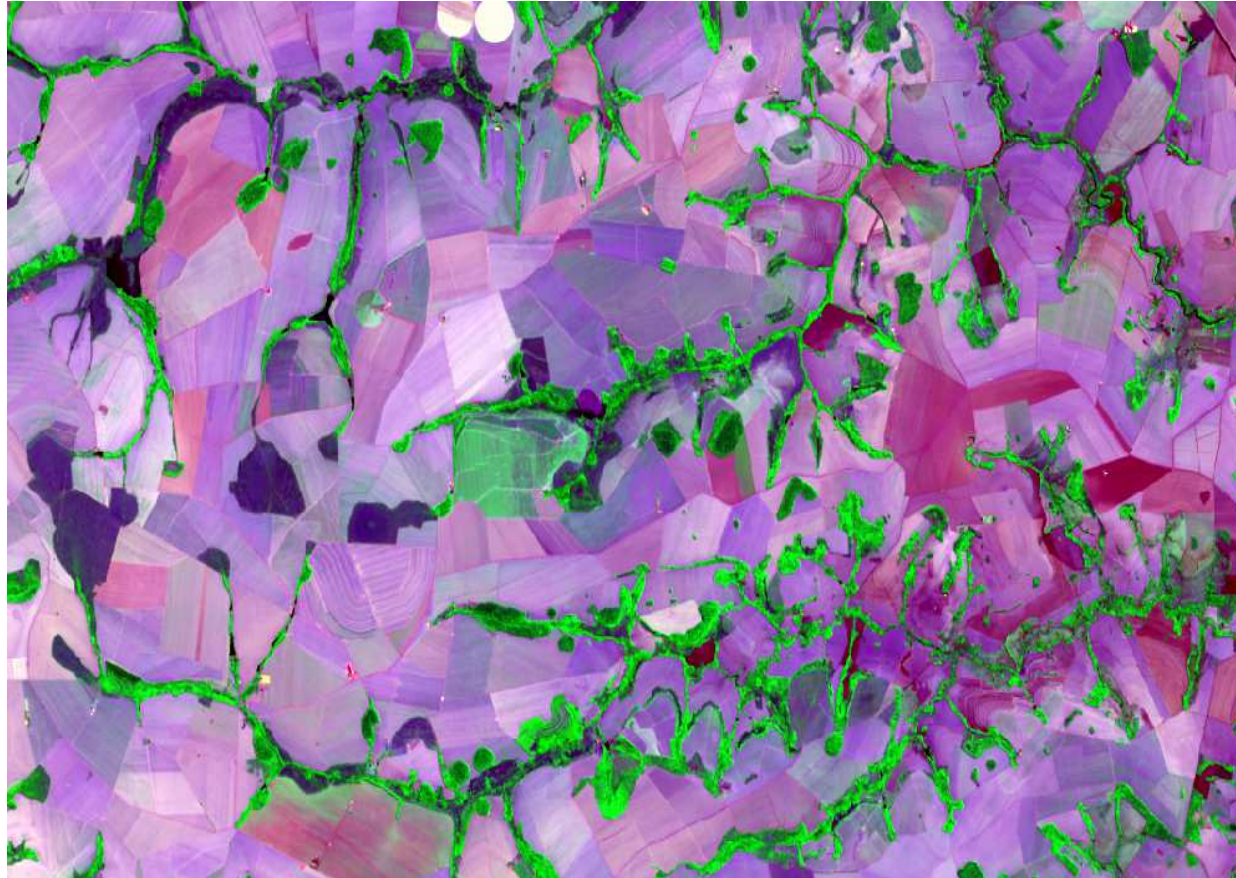




JULHO DE 2014



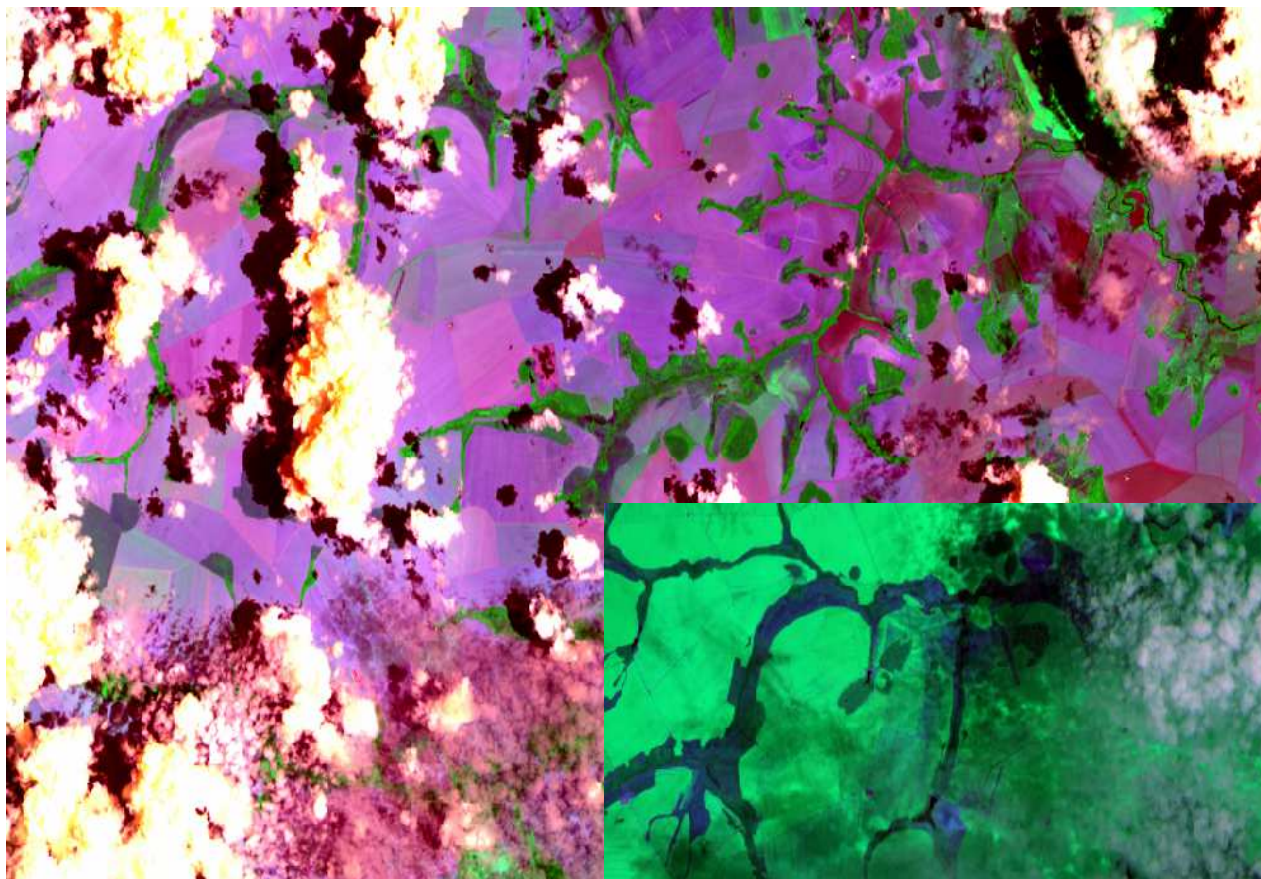
AGOSTO DE 2014



SETEMBRO DE 2014

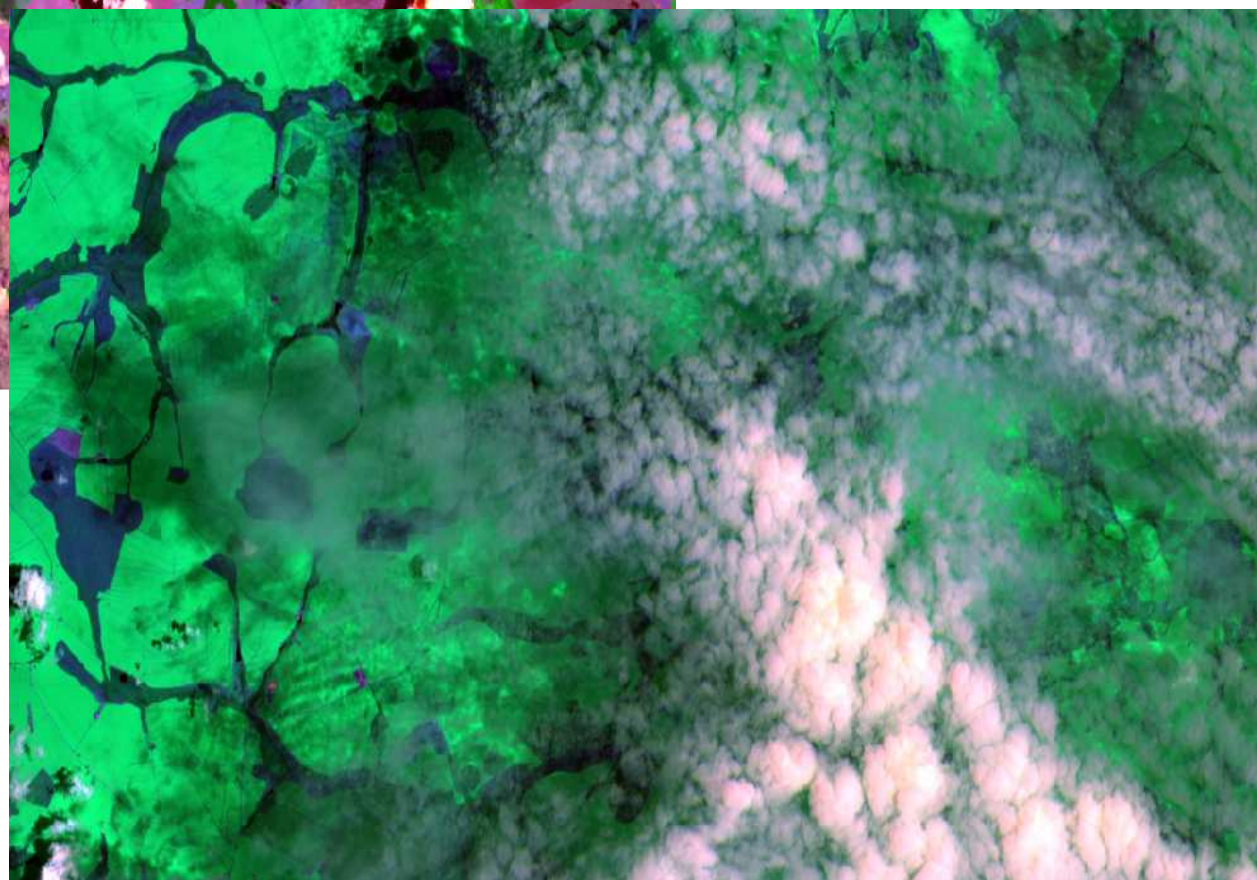


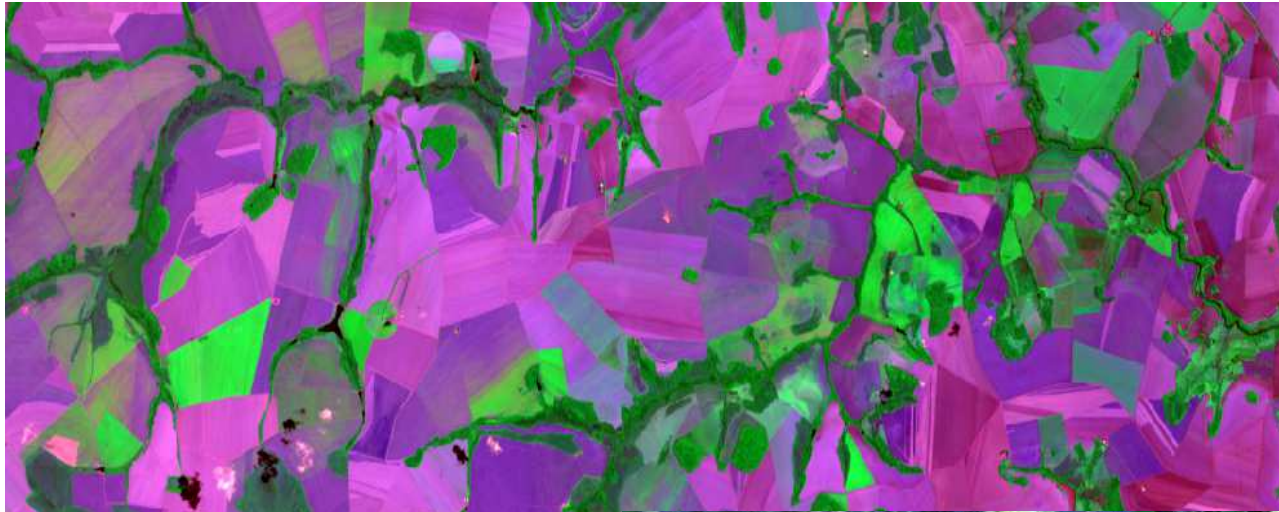
OUTUBRO DE 2014



NOVEMBRO DE 2014

JANEIRO DE 2015

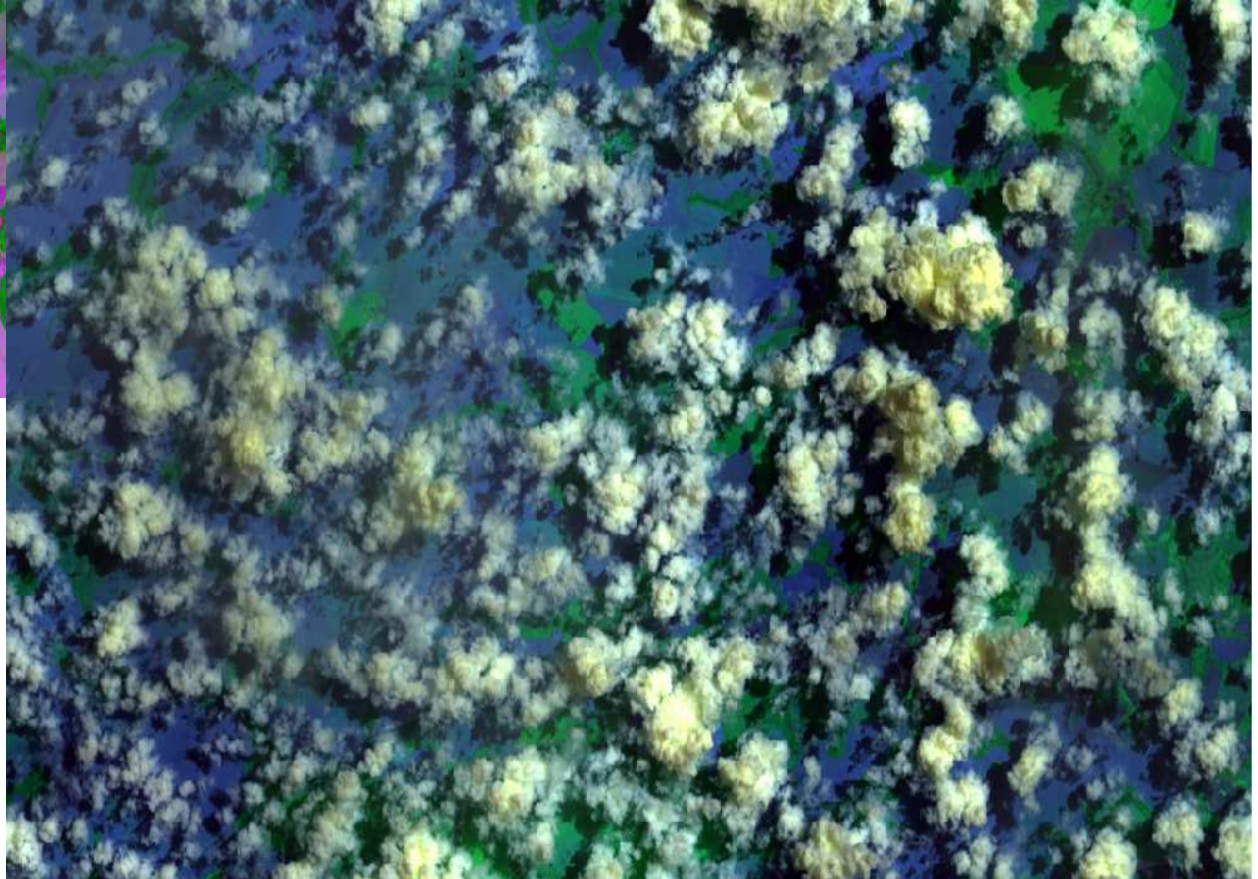


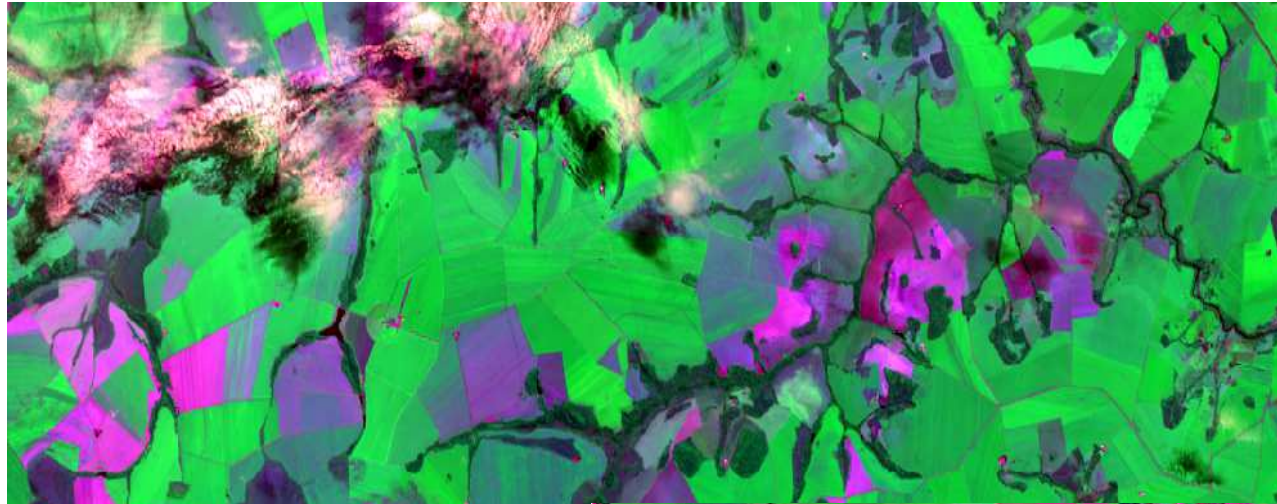


FEVREIRO DE 2015

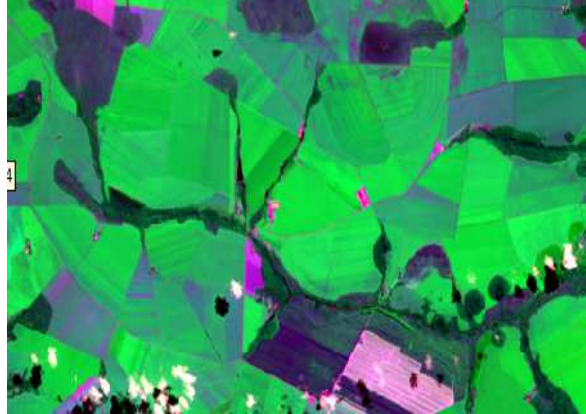


MARÇO DE 2015





ABRIL DE 2015

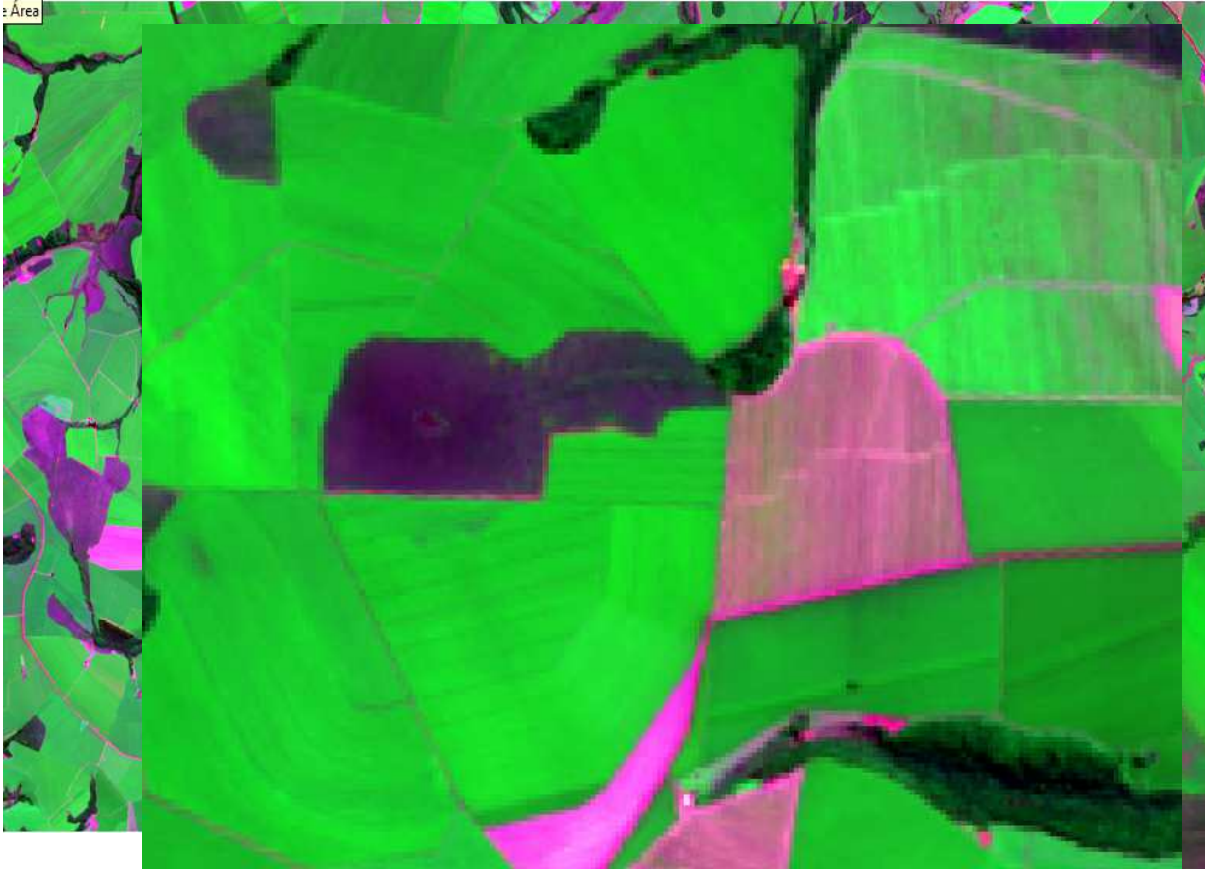


MAIO DE 2015



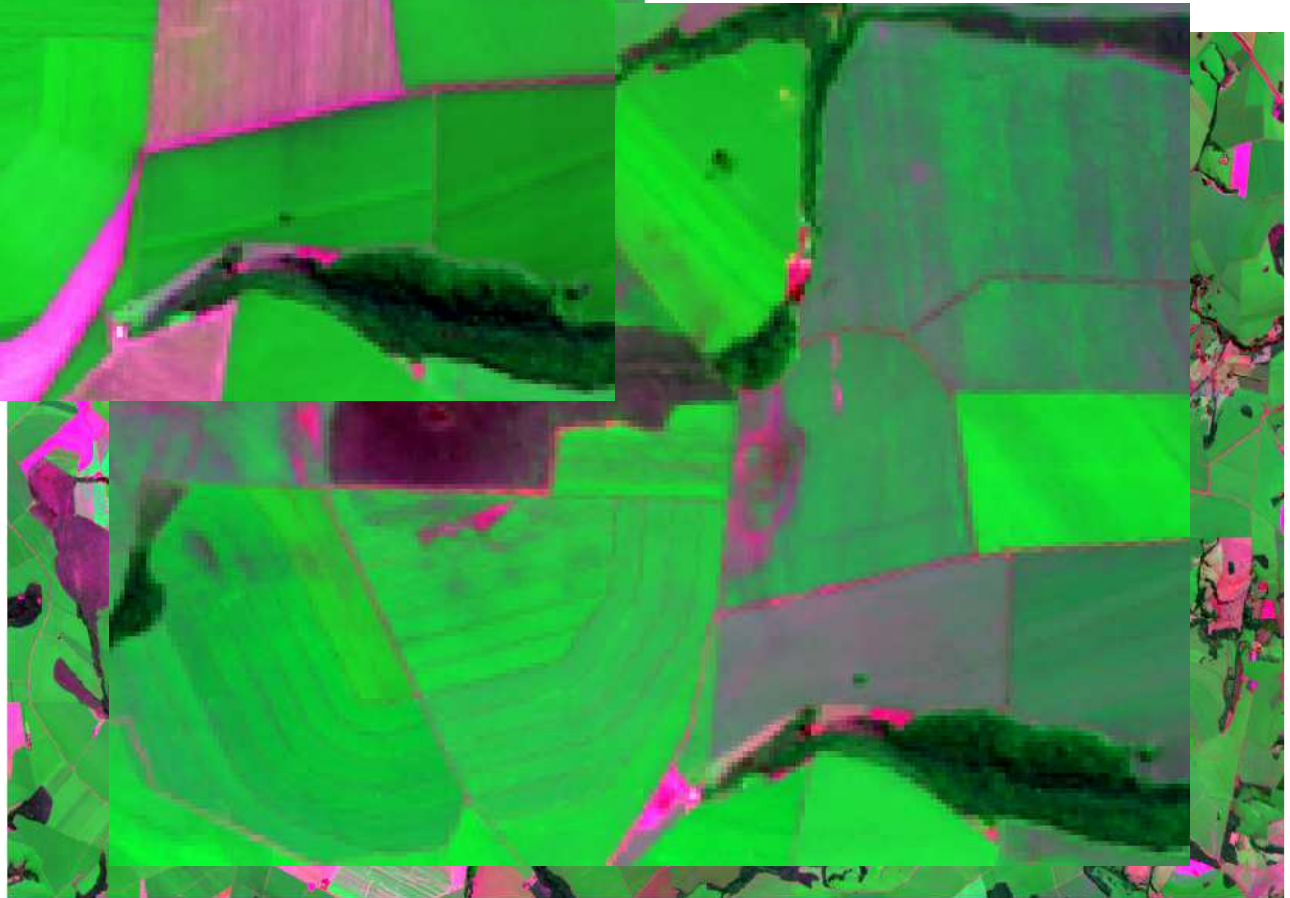
- **Observaram a cronologia do uso da Terra?**
 - **Notaram alguma diferença?**
 - **Notaram algum problema?**

Área



MAIO DE 2014

MAIO DE 2015



Sistemas Sensores

Imagiadores passivos

SISTEMA CBERS



SISTEMA CBERS

SENSORES

Imageador de Amplo Campo de Visada (WFI - Wide Field Imager)

Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD - High Resolution)

**Imageador por Varredura de Média Resolução
(IRMSS - Infrared Multispectral Scanner)**

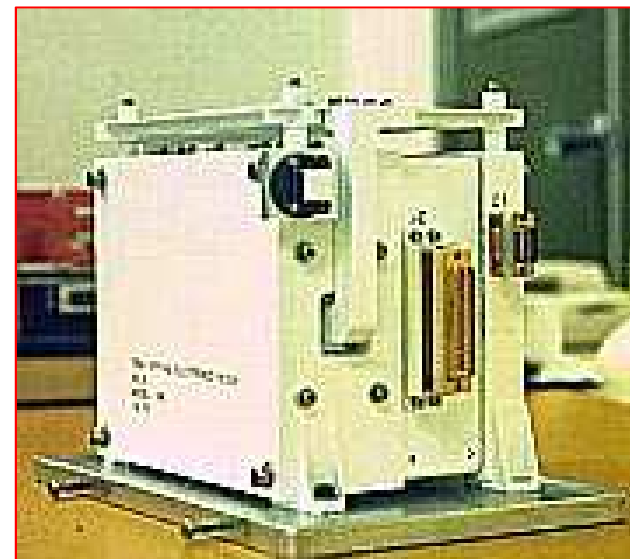
CEBERS 1 e 2

**Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC - High
Resolution Camera)**

CEBERS 2B

SISTEMA CBERS - SENSORES

Imageador de Amplo Campo de Visada (WFI - Wide Field Imager)



Características do Imageador de Amplo Campo de Visada WFI

Bandas espectrais	0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infra-vermelho)
Campo de Visada	60°
Resolução espacial	260 x 260 m
Largura da faixa imageada	890 km
Resolução temporal	5 dias

SISTEMA CBERS - SENSORES

Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD - High Resolution)



Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD

Bandas espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan) 0,45 - 0,52 μm (azul) 0,52 - 0,59 μm (verde) 0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução espacial	20 x 20 m
Largura da faixa imageada	113 km
Capacidade de apontamento do espelho	$\pm 32^\circ$
Resolução temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)

SISTEMA CBERS - SENSORES

Imageador por Varredura de Média Resolução (IRMSS - Infrared Multispectral Scanner)



Características do Imageador por Varredura de Média Resolução IRMSS

Bandas espectrais	0,50 - 1,10 μm (pancromática) 1,55 - 1,75 μm (IVM) 2,08 - 2,35 μm (IVM) 10,40 - 12,50 μm (IVTermal)
Campo de Visada	8,8°
Resolução espacial	80 x 80 m (160 x 160 m termal)
Largura da faixa imageada	120 km
Resolução temporal	26 dias

SISTEMA CBERS - SENSORES

Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC - High Resolution Camera)

Características da Câmera Pancromática de Alta Resolução - HRC	
Banda espectral	0,50 - 0,80 μm(PAN)
Campo de Visada	2,1°
Resolução espacial	2,7 x 2,7 m
Largura da faixa imageada	27 km (nadir)
Resolução temporal	130 dias
Quantização	8 bits

CEBERS - 2B (lançamento 2007)

CBERS 2B – HRC 02/09/2008

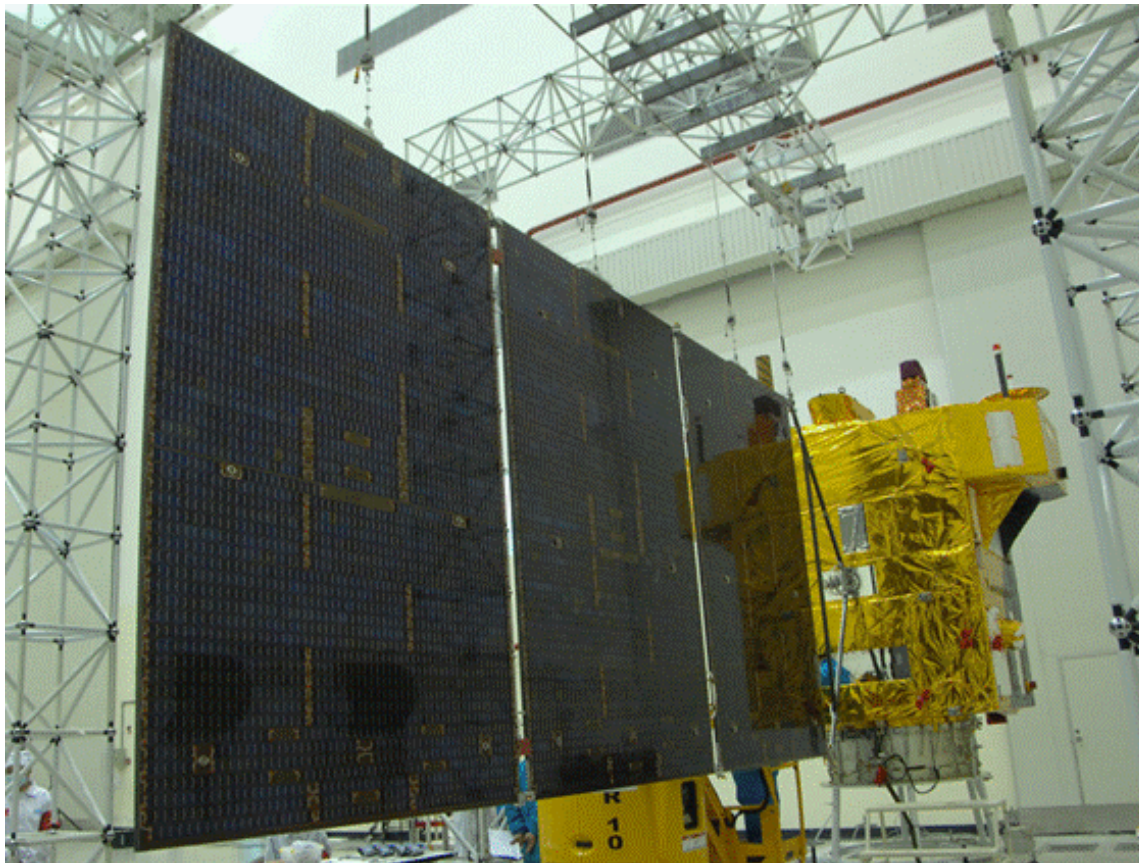




-Áreas Agrícolas
-APP's
-Reserva Legal

CBERS - 4

Lançamento 07/12/2014



SENSORES:

PAN – 5m

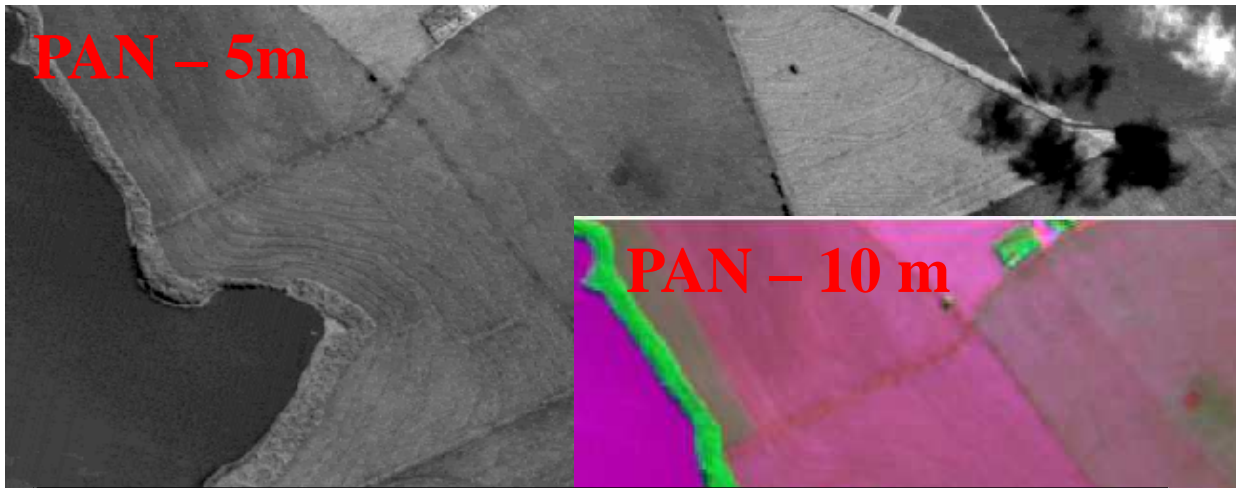
PAN – 10 m

MUX – 20 m

IRS – 40 m / 80m

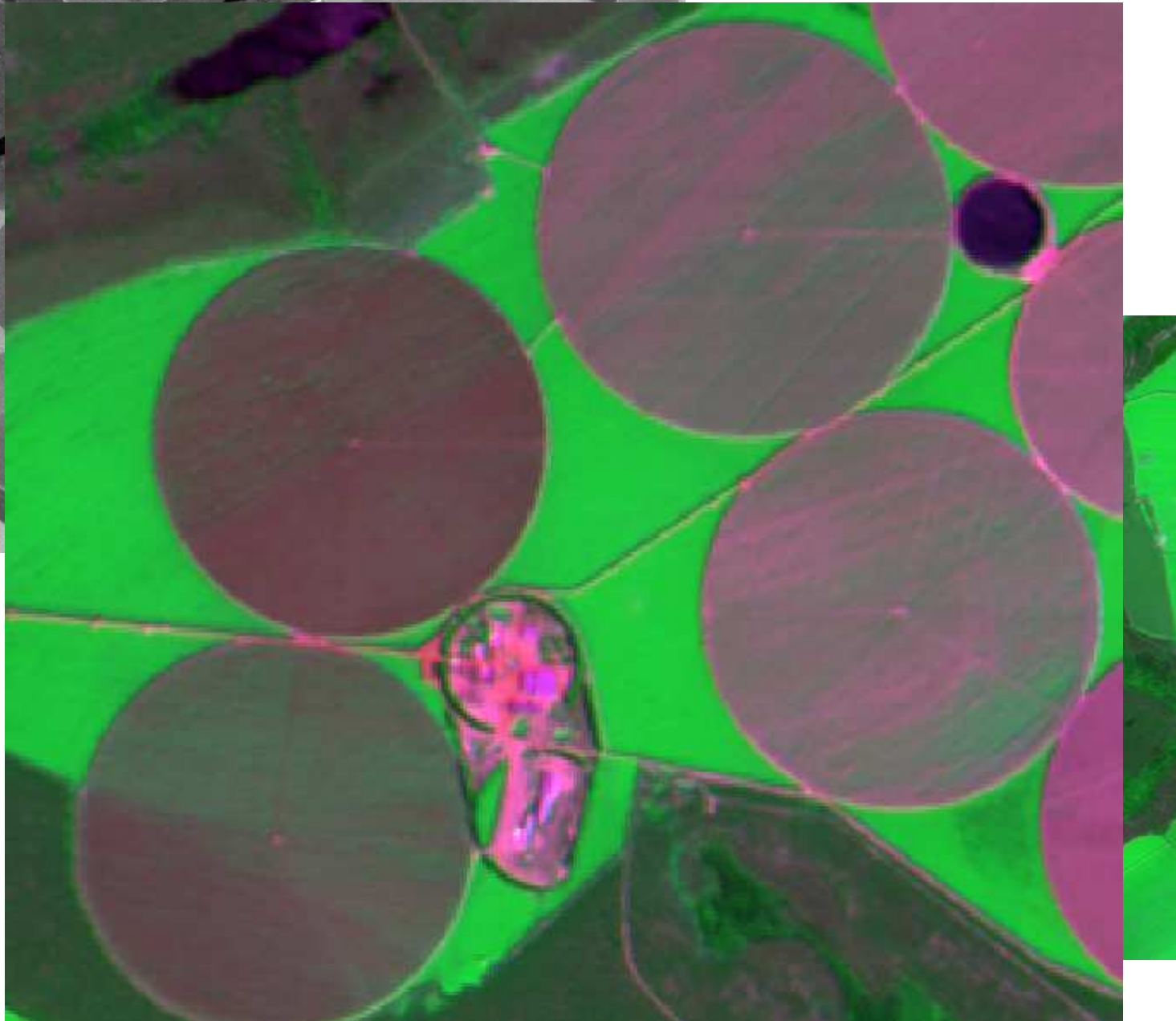
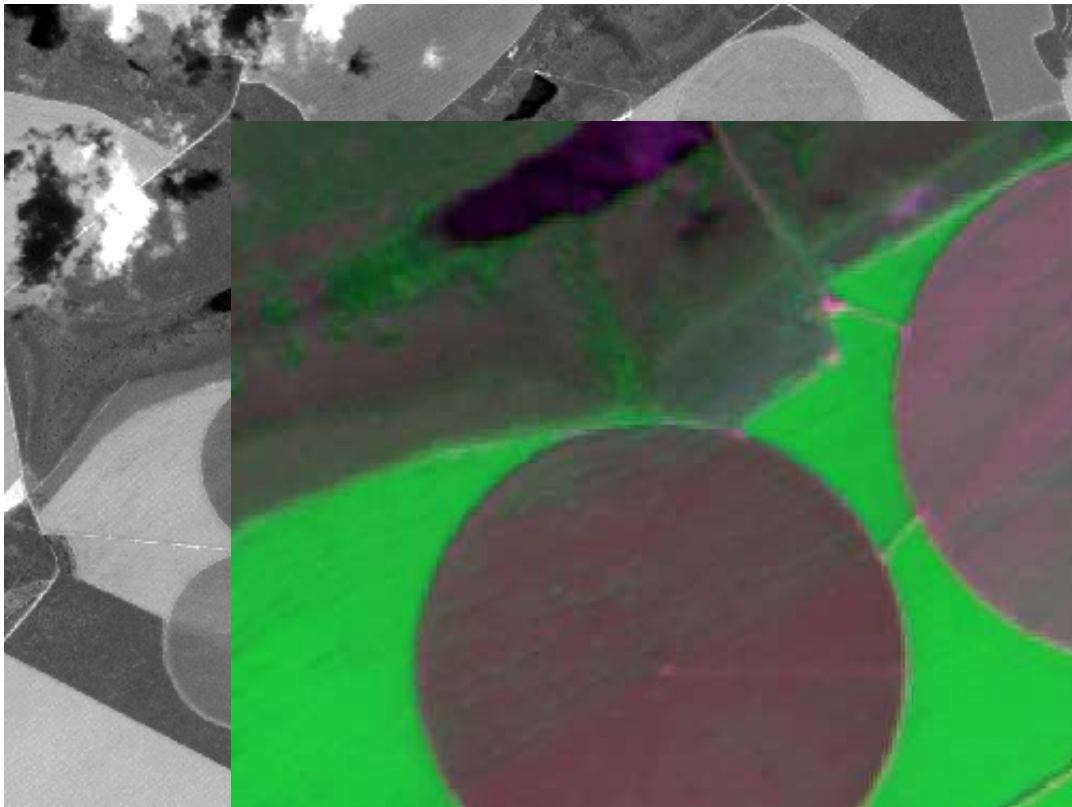
WFI – 64 m

Altitude 778 km

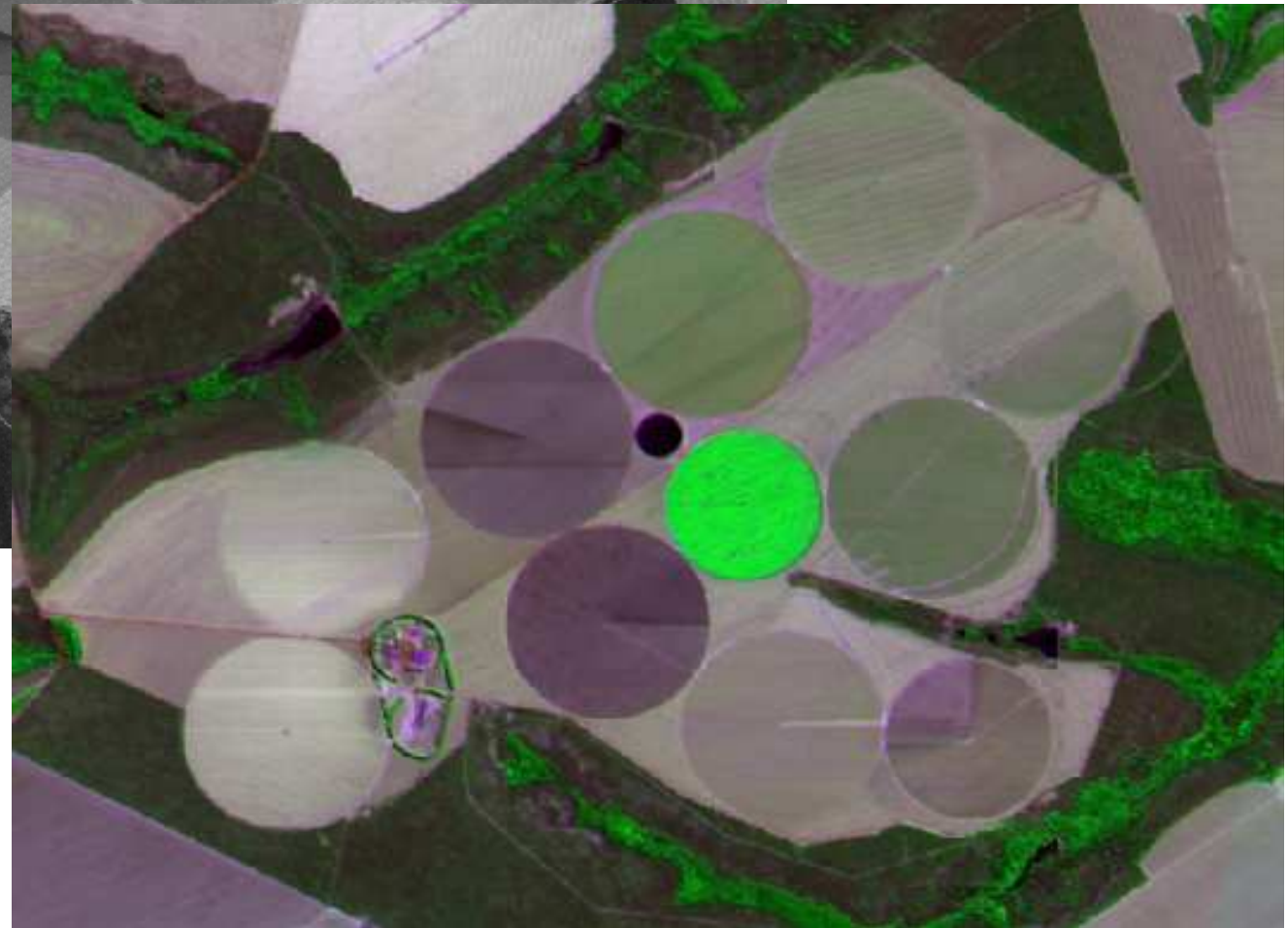
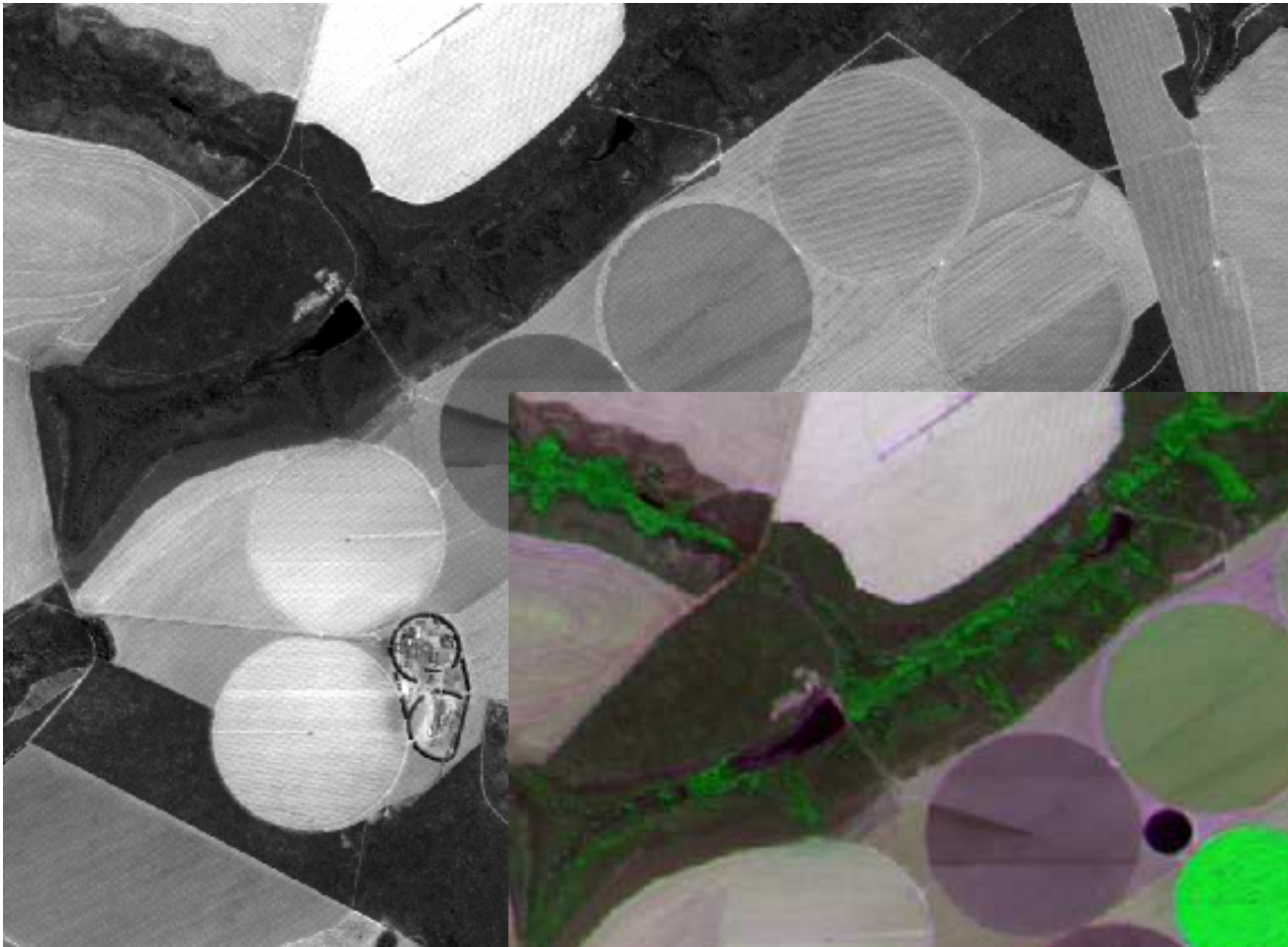


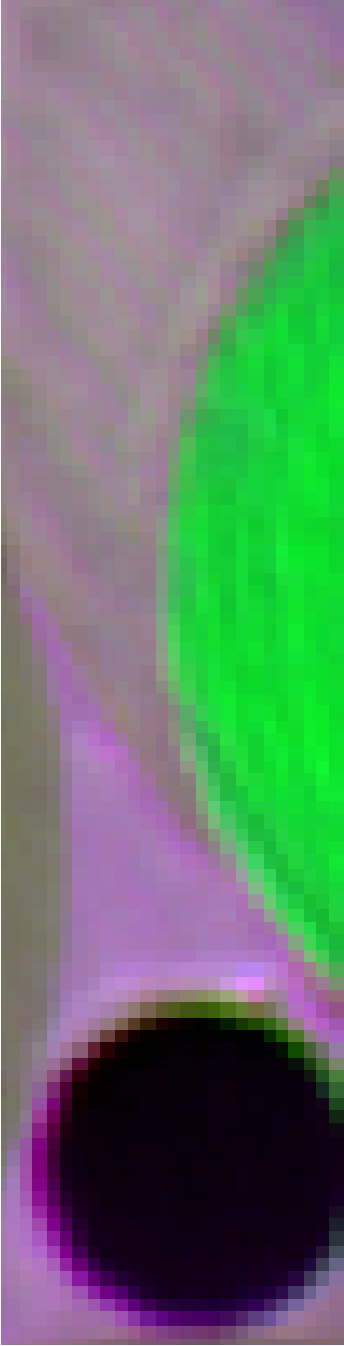
		PAN
Resolução Espectral	B1	510-850nm (Pan)
	B2	520-590nm (G)
	B3	630-690nm (R)
	B4	770-890nm (NIR)
Resolução Espacial	5 m / 10 m	
Resolução Temporal	52 dias	
Resolução Radiométrica	8 bits	
Largura da Faixa Imageada	60 km	

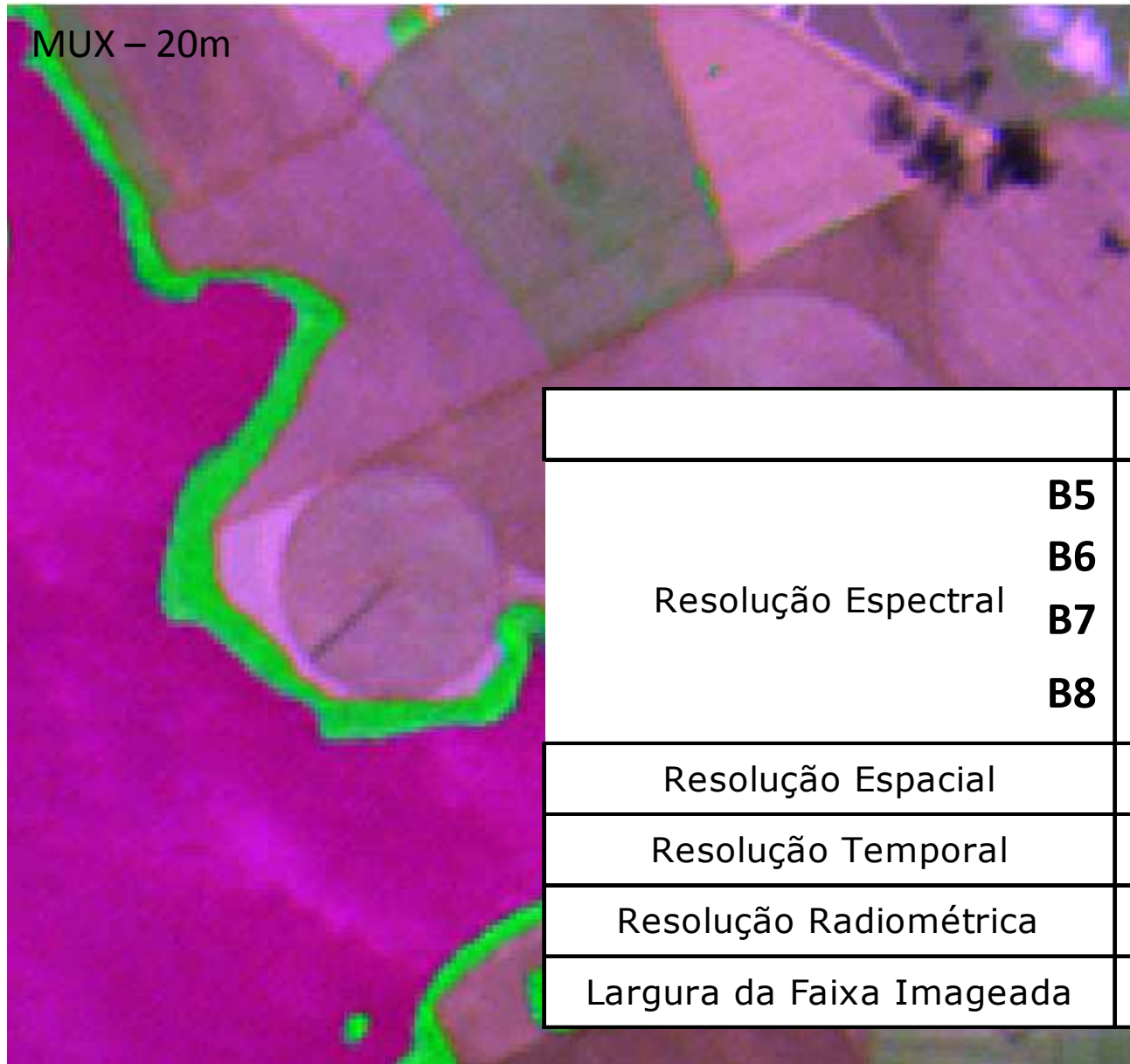
20/02/2017



16/09/2017

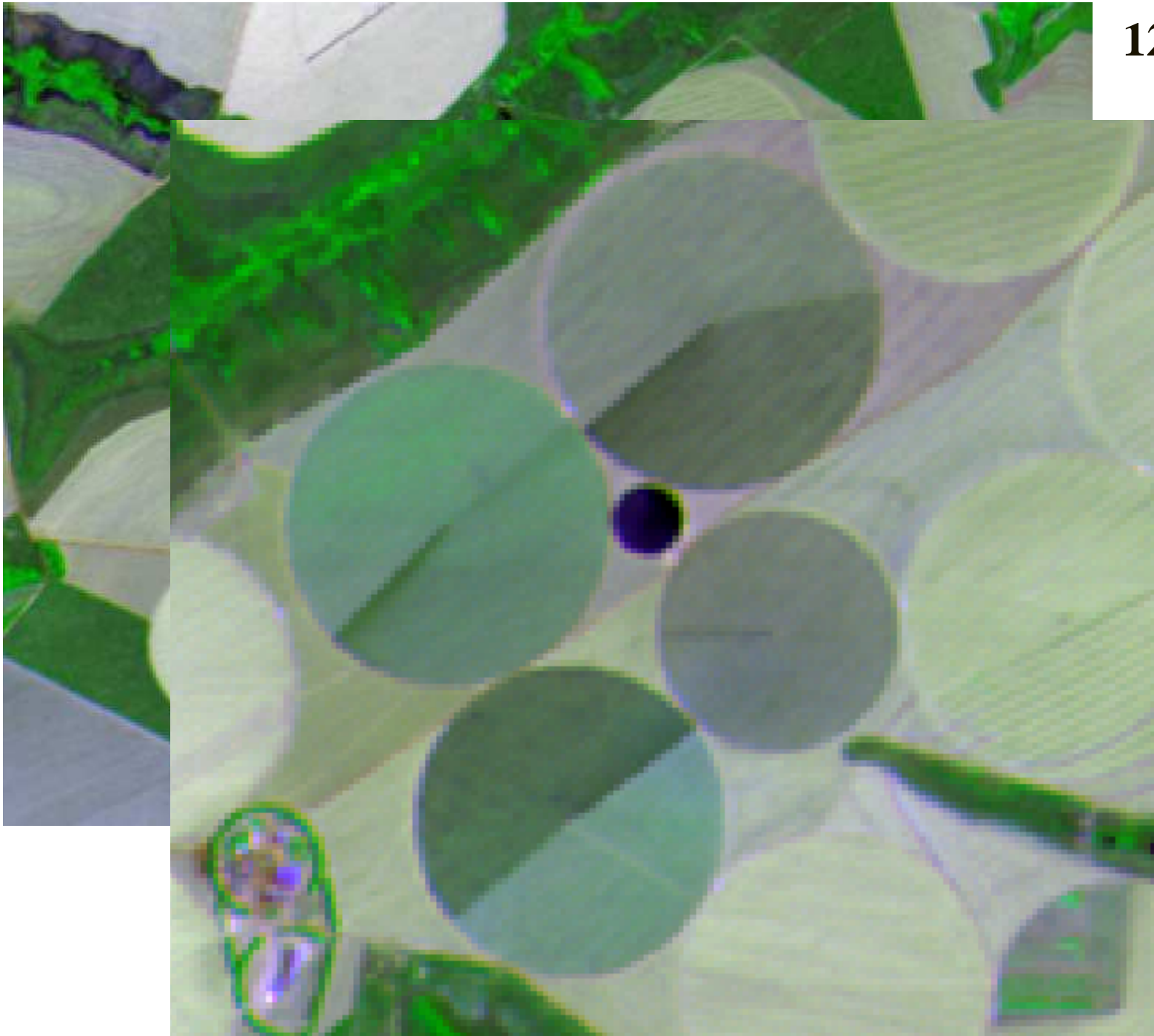






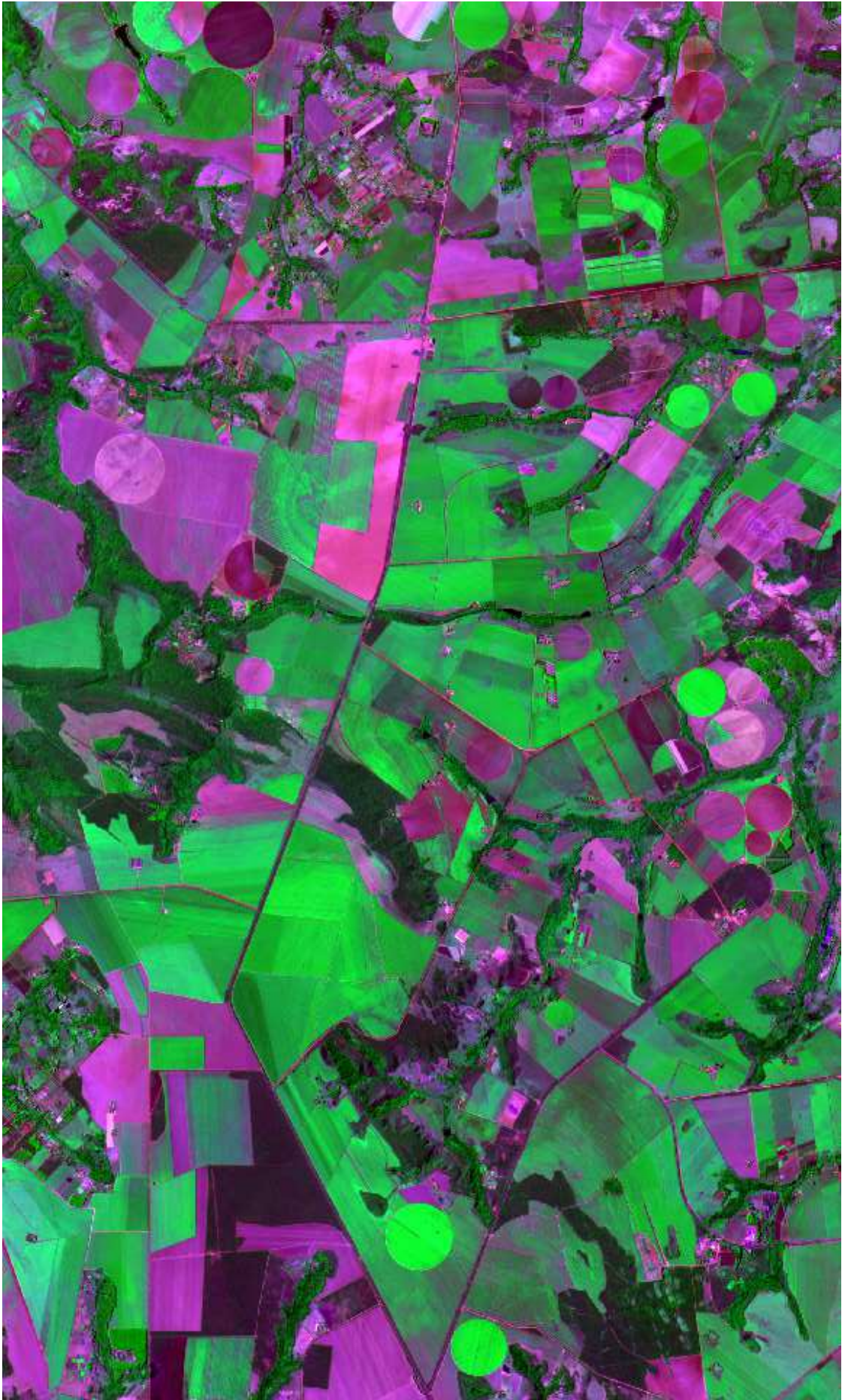
		MUX
Resolução Espectral	B5	450-520 nm (B)
	B6	520-590nm (G)
	B7	630-690nm (R)
	B8	770-890nm (NIR)
Resolução Espacial		20 m
Resolução Temporal		26 dias
Resolução Radiométrica		8 bits
Largura da Faixa Imageada		120 km

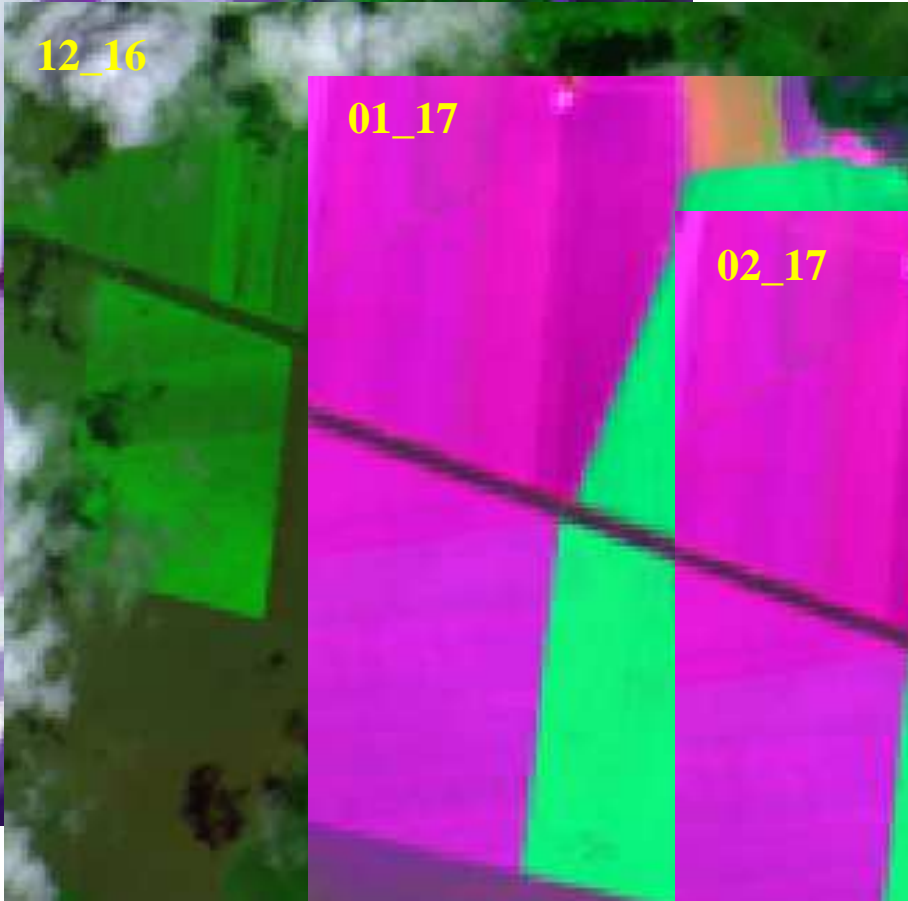
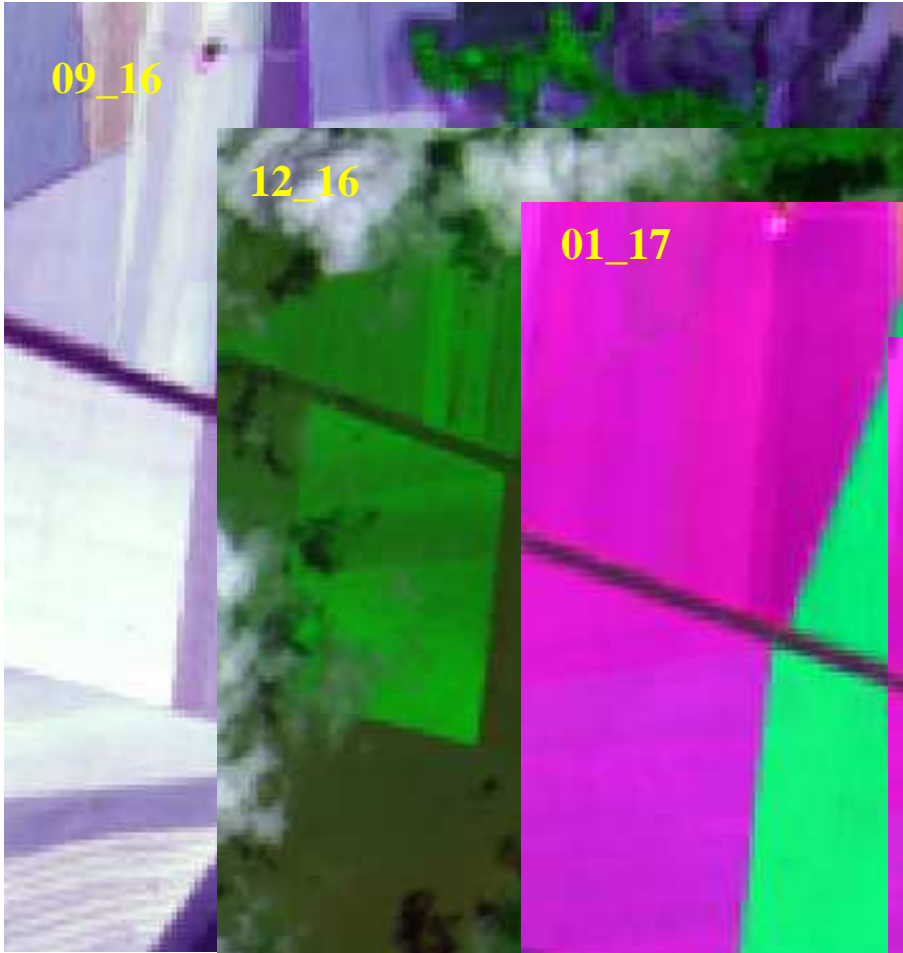
12/10/2017

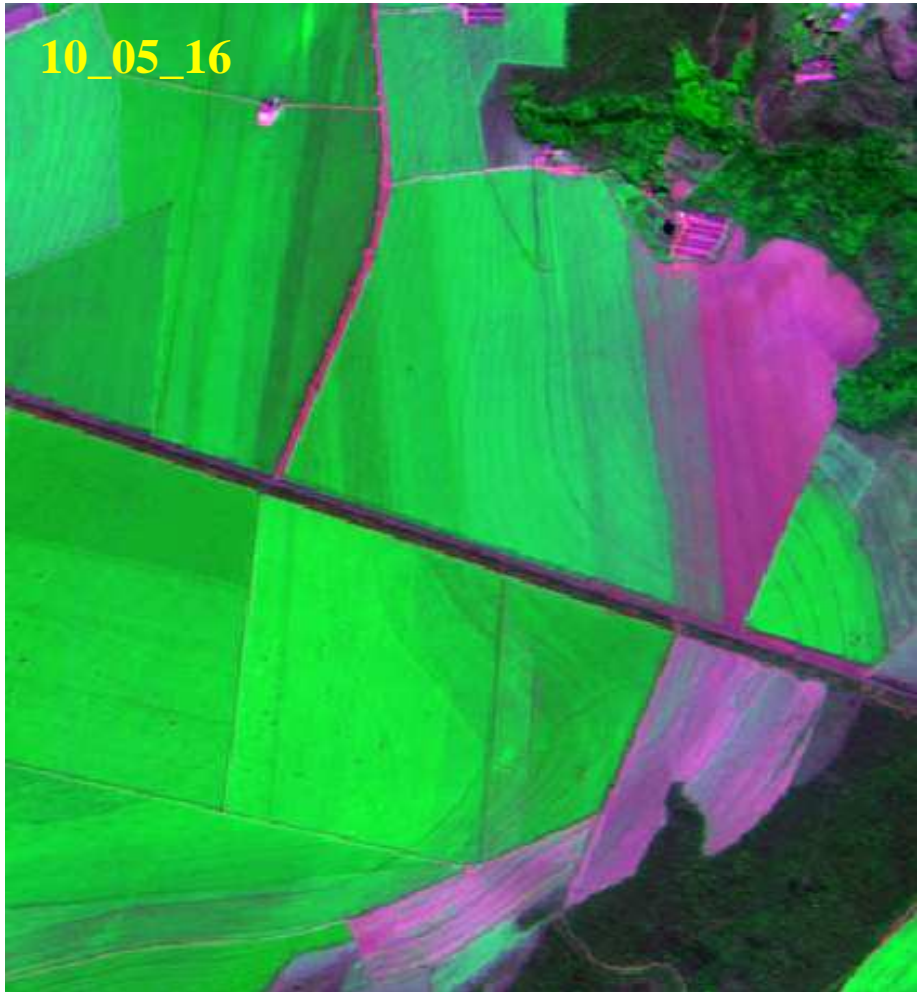


Monitoramento de culturas







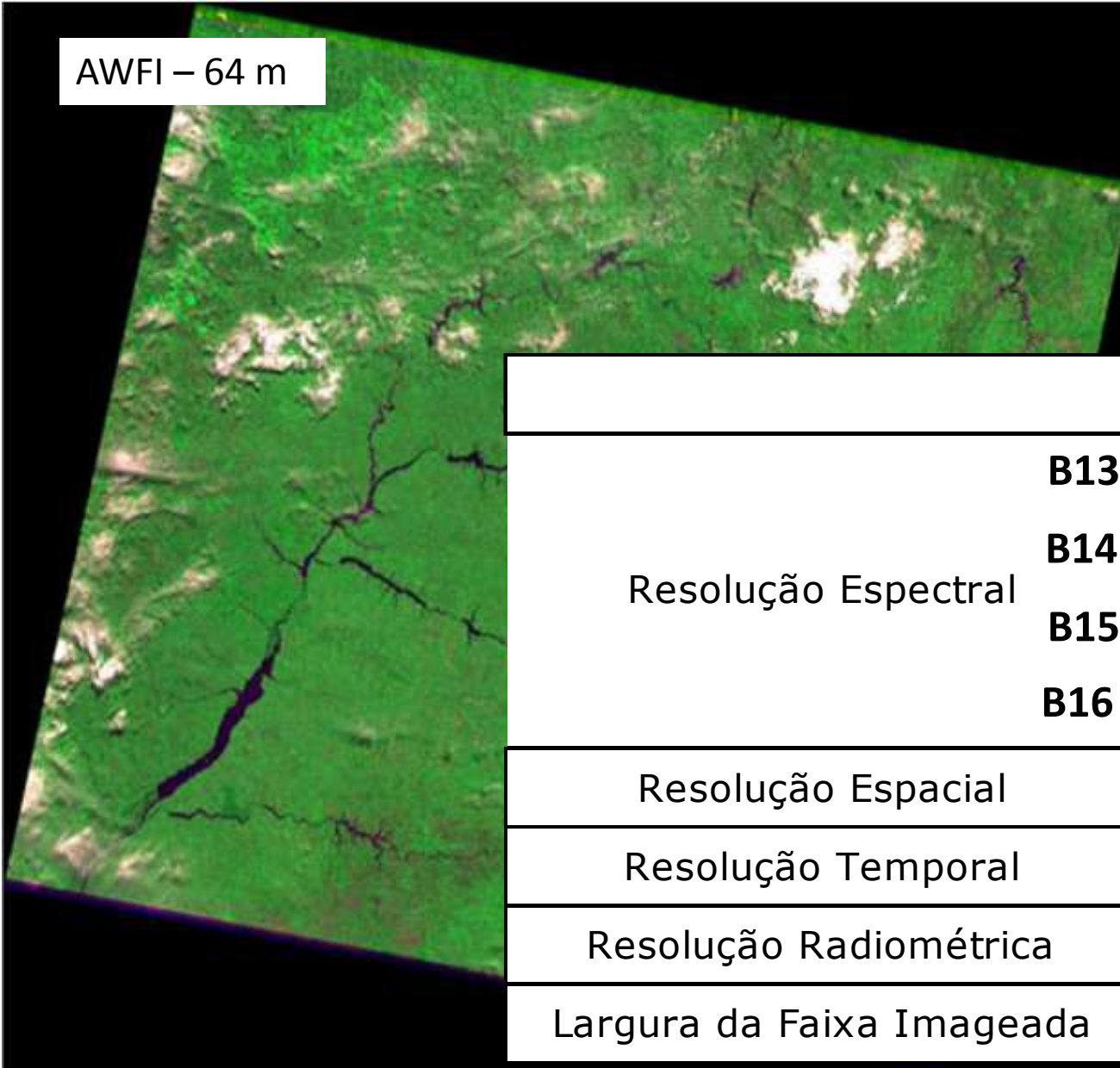


CBERS - 4



		IRS
Resolução Espectral	B9	500-900nm (Pan)
	B10	1,55-1,75 μ m (SWIR)
	B11	2,08-2,35 μ m (SWIR)
	B12	10,40-12,50 μ m (TH)
Resolução Espacial	40 m / 80 m (TIR)	
Resolução Temporal	26 dias	
Resolução Radiométrica	8 bits	
Largura da Faixa Imageada	120 km	

AWFI – 64 m



		WFI
Resolução Espectral	B13	450-520 nm (B)
	B14	520-590nm (G)
	B15	630-690nm (R)
	B16	770-890nm (NIR)
Resolução Espacial		64 m
Resolução Temporal		5 dias
Resolução Radiométrica		10 bits
Largura da Faixa Imageada		866 km

INCÊNDIO EM SINOP



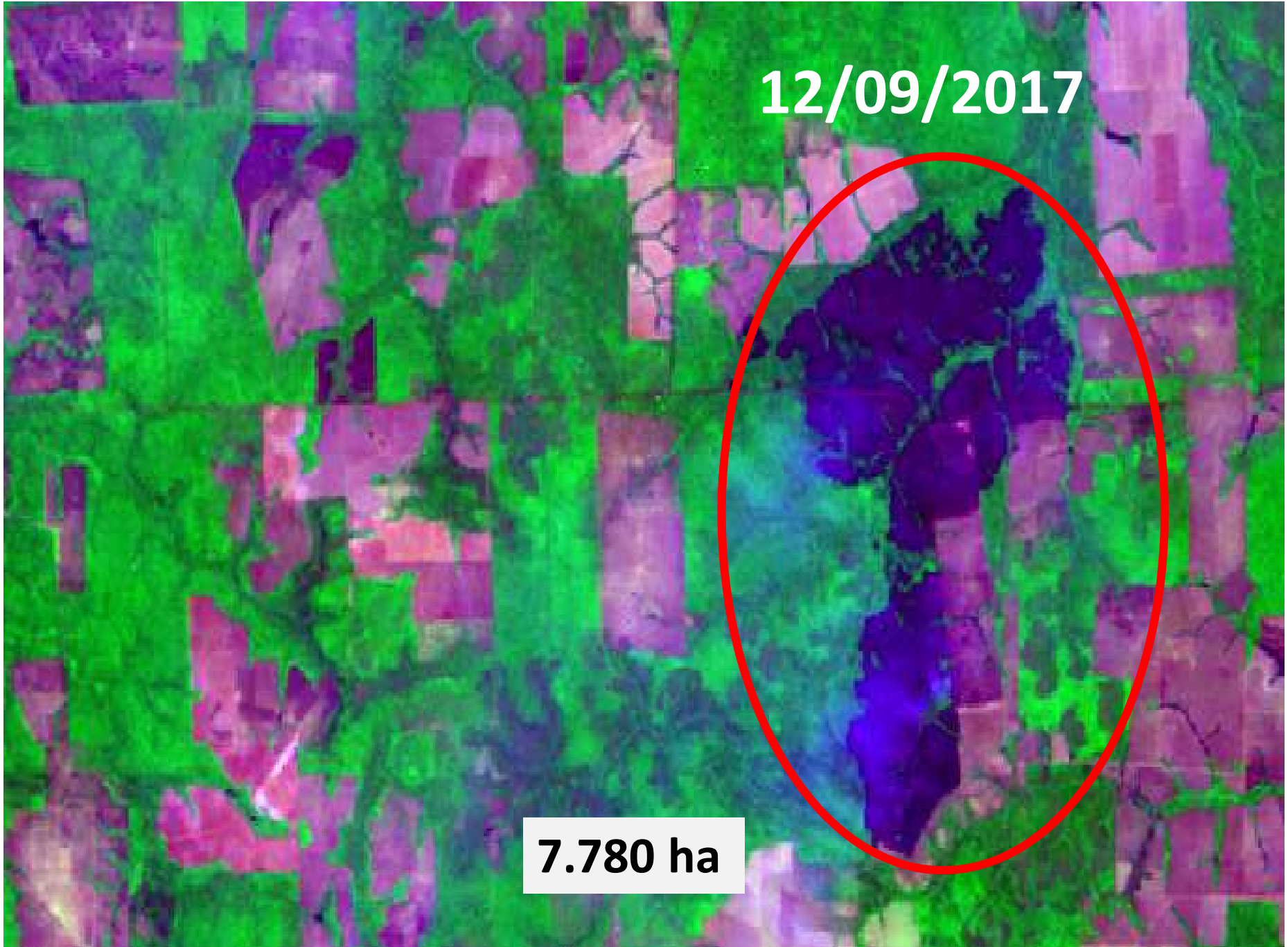
06/09/2017



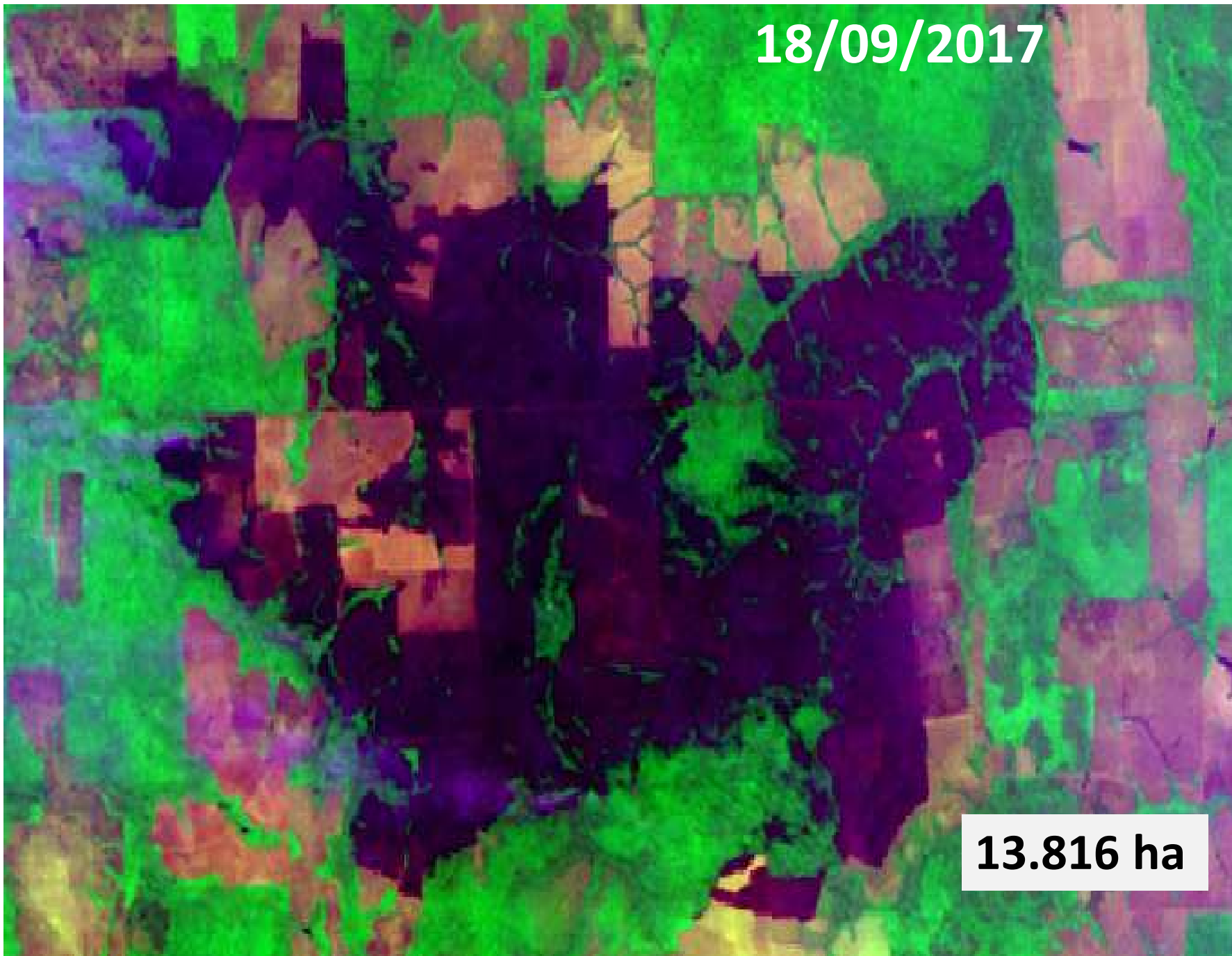
1.786 ha

12/09/2017

7.780 ha



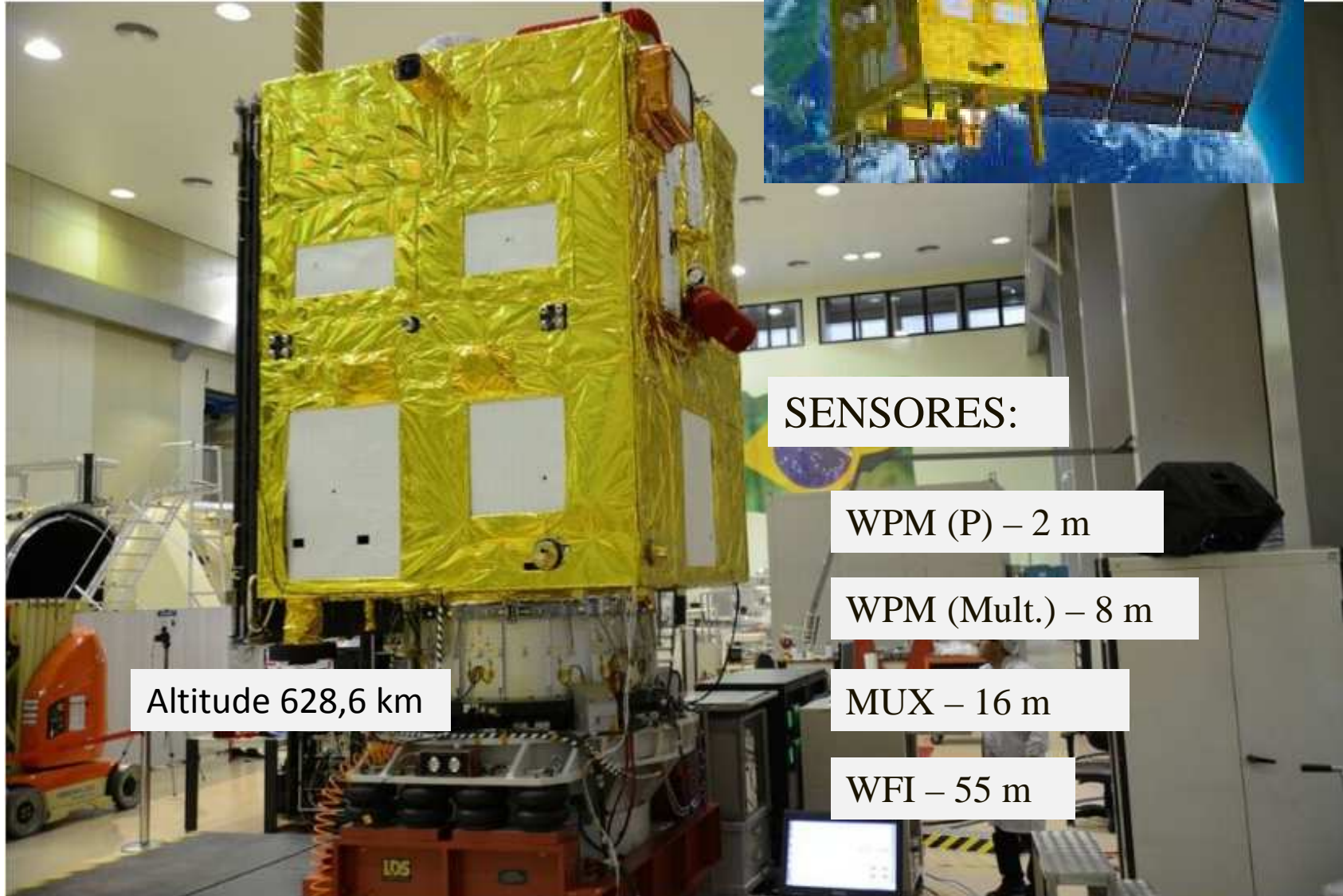
18/09/2017



13.816 ha

CBERS – 04A

Lançamento: 20/12/2019



Altitude 628,6 km

SENSORES:

WPM (P) – 2 m

WPM (Mult.) – 8 m

MUX – 16 m

WFI – 55 m

Obtendo imagem com a câmera MUX

<https://www.youtube.com/watch?v=a8Yt4l3C1dU&feature=youtu.be>

Obtendo imagem com a câmera WFI

<https://www.youtube.com/watch?v=D0yQbhYwplU&feature=youtu.be>

Imagem

*Imagem WPM - composta de cor verdadeiro de 2m
pancromática banda / 8m multi-espectral fundiram. (Lhasa,
província de Tibet)*

Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM)

Característica	Dado
Bandas Espectrais	P : 0,45 - 0,90 μm B1: 0,45 - 0,52 μm B2: 0,52 - 0,59 μm B3: 0,63 - 0,69 μm B4: 0,77 - 0,89 μm
Largura da Faixa Imageada	92 km
Resolução Espacial	- Resolução Temporal :5 dias - Resolução Radiométrica: 10 bit's
	(pancromática) (multiespectral)

Câmera Multiespectral (MUX)

Característica	Dado
Bandas Espectrais	B05: 0,45 - 0,52 μm B06: 0,52 - 0,59 μm B07: 0,63 - 0,69 μm B08: 0,77 - 0,89 μm
Largura da Faixa Imageada	95 km
Resolução Espacial (Nadir)	16,5 m

- Resolução Temporal :31 dias
- Resolução Radiométrica: 8 bit's

Imagem MUX - True-color composite, 16m resolução espacial, (cidades de Jardim e Guia Lopes da Laguna, MS).

Câmera de Campo Largo (WFI)

Característica	Dado
Bandas Espectrais	B13: 0,45 - 0,52 μm B14: 0,52 - 0,59 μm B15: 0,63 - 0,69 μm B16: 0,77 - 0,89 μm
Largura da Faixa Imageada	684 km
Resolução Espacial	55 m

- Resolução Temporal :5 dias
- Resolução Radiométrica: 10 bit's

***Imagem WFI - composta de cor verdadeiro de 55m resolução espacial,
(Cuiabá, MT)***

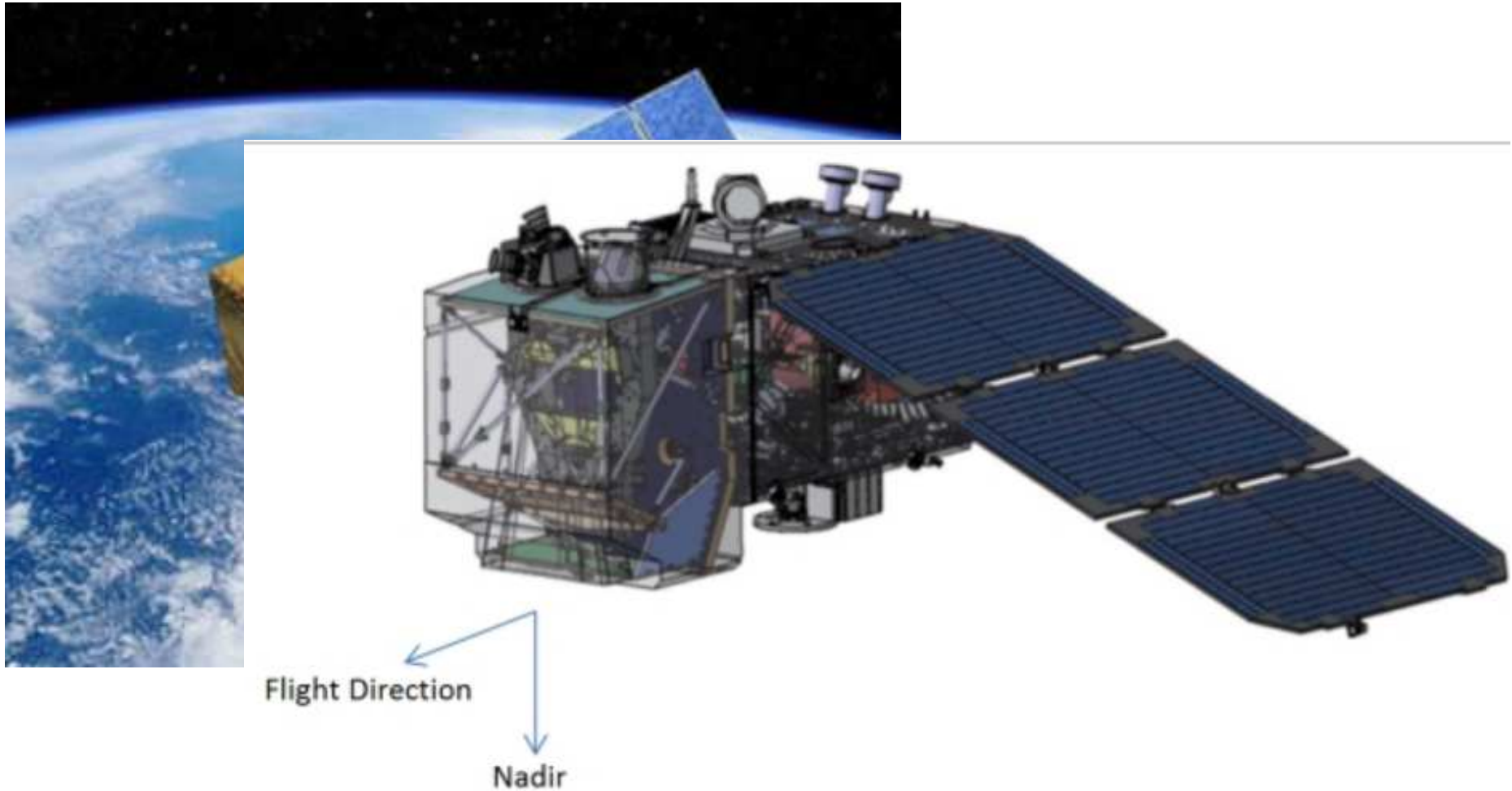
Características das câmeras do CBERS 04A

Característica	WPM	MUX	WFI
Bandas Espectrais	B1 0,45-0,52 μ m (B) B2 0,52-0,59 μ m (G) B3 0,63-0,69 μ m (R) B4 0,77-0,89 μ m (NIR) P 0,45-0,90 μ m (PAN)	B5 0,45-0,52 μ m (B) B6 0,52-0,59 μ m (G) B7 0,63-0,69 μ m (R) B8 0,77-0,89 μ m (NIR)	B13 0,45-0,52 μ m (B) B14 0,52-0,59 μ m (G) B15 0,63-0,69 μ m (R) B16 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	(52 dias) 31 dias	31 dias (26 dias)	5 dias
Quantização	10 bits	8 bits	10 bits

CBERS 4 X CBERS 4A

Sentinel 2 (A e B)

Programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security)



Lançamento: Sentinel 2A – 23/06/2015

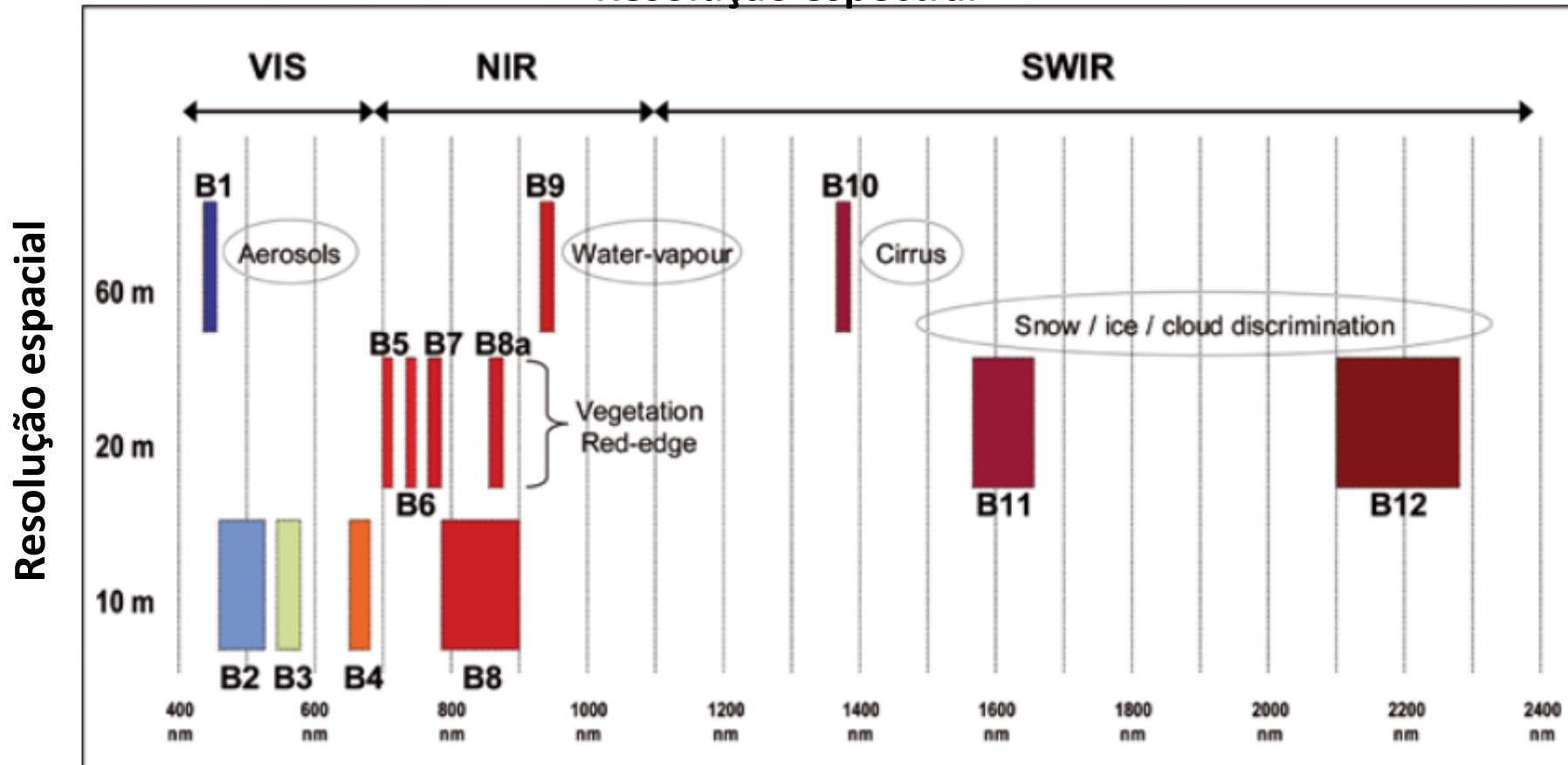
Lançamento: Sentinel 2B – 07/03/2017

Altitude 786 km

Tabela 1: Comprimentos de onda e larguras de banda das três resoluções espaciais dos instrumentos MSI

Resolução espacial (m)	Número da banda	S2A		S2B	
		Comprimento de onda central (nm)	Largura de banda (nm)	Comprimento de onda central (nm)	Largura de banda (nm)
10	Az. 2	492,4	66.	492,1	66.
	Ver. 3	559,8	36.	559,0	36.
	Verm. 4	664,6	31	664,9	31
	IVP 8	832,8	106	832,9	106
Red Edge 20	1 5	704,1	15	703,8	16
	2 6	740,5	15	739,1	15
	3 7	782,8	20	779,7	20
	4 8a	864,7	21	864,0	22
	IVM 11	1613,7	91	1610,4	94
	IVM 12	2202,4	175	2185,7	185
60	Aerossol 1	442,7	21	442,2	21
	W. V. 9	945,1	20	943,2	21
	Cirrus 10	1373,5	31	1376,9	30

Resolução espectral

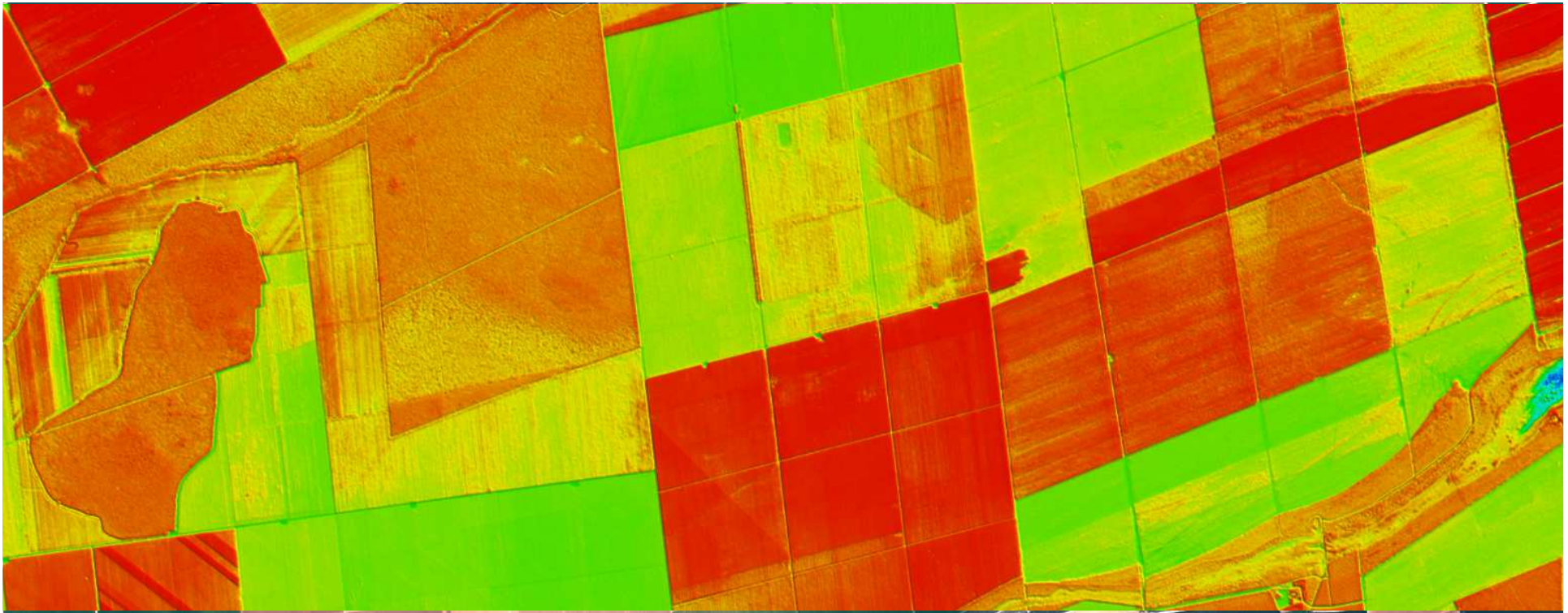


Largura da Faixa Imageada: 290 km (cada satélite)

Resolução Temporal: 10 dias com um satélite / 5 dias com os dois Satélites

Resolução Radiométrica: 12 bit's (4096 NC)

https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/349490/S2_SP-1322_2.pdf



Cor Verdadeira RGB (04/03/02) - NDVI (Fonte EngeSat)



Sistemas Sensores

Imagiadores passivos

SISTEMA IKONOS

SISTEMA IKONOS

11/05/05

Altitude : 680 km
Inclinação : 98,1°
Velocidade : 7km / s
Tipo de Órbita : Sol-síncrona



SISTEMA IKONOS

Histórico:

O satélite IKONOS II foi lançado no dia 24 de setembro de 1999, e está operacional desde o início de janeiro de 2000. SPACE IMAGING detém os direitos de comercialização a nível mundial. Imagens com resolução espacial 1m, inicialmente para fins militares. Para aplicações civis foi liberado em 1994 pelo Governo Americano.

SISTEMA IKONOS - SENSORES

**Resolução Espacial (PAN 1m /
Multiespectral 4m)**

Bandas espectrais

PAN (0.45 - 0.90 μm)

Azul (0.45 - 0.52 μm)

Verde (0.52 - 0.60 μm)

Vermelho (0.63 - 0.69 μm)

IVP (0.76 - 0.90 μm)

Faixas: 13 km X 100 até 13 km x 1000
(cenas de 13km x 13km)

Frequência de Revisita

2.9 dias no modo Pancromático

1.5 dia no modo Multiespectral

Sistemas Sensores

Imagiadores passivos

OUTROS SISTEMAS

Geoeye-1

*Santa Rita do Oeste e
Santa Albertina – SP.*

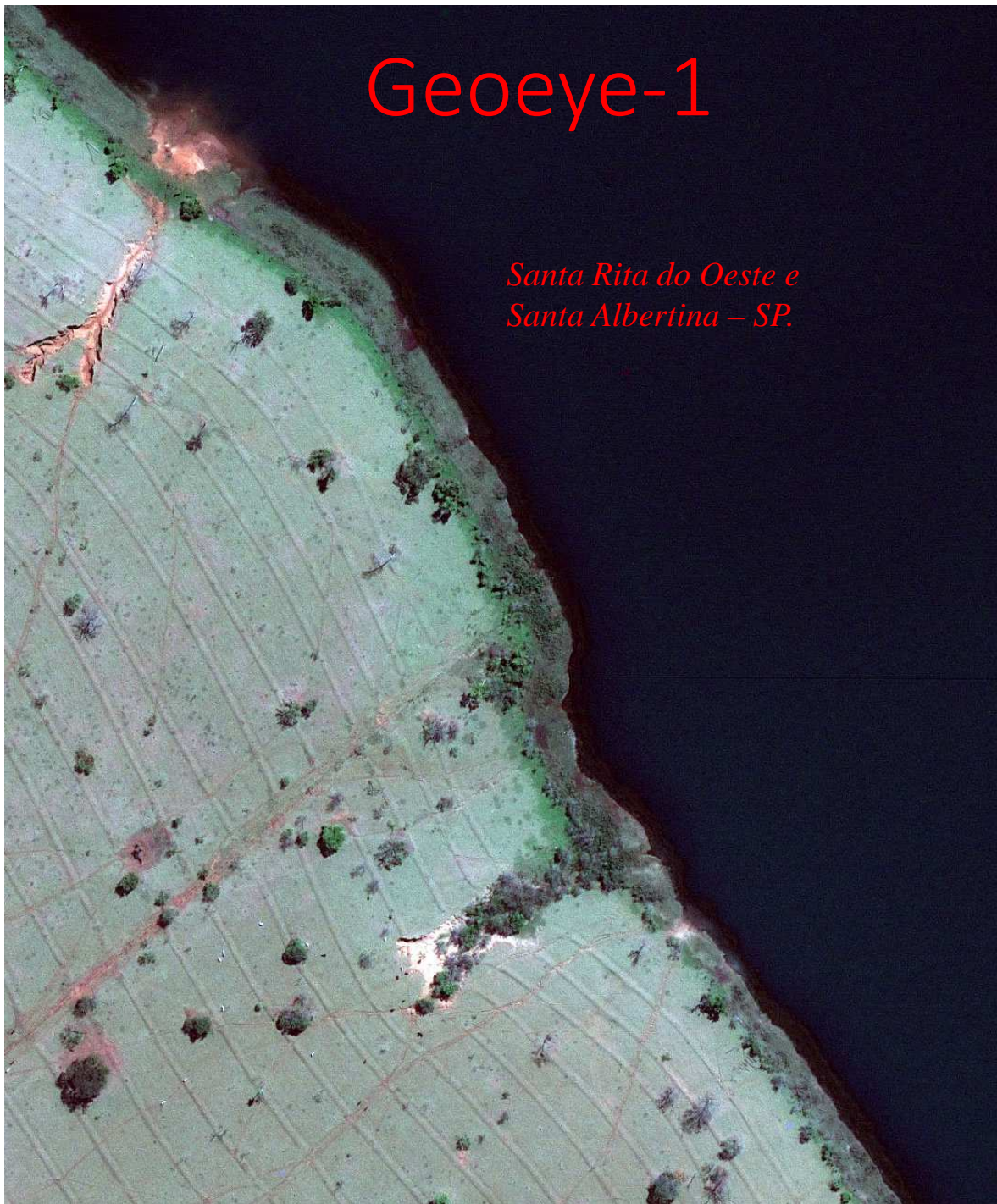
*Resolução Espacial
0.41m Pancromático
1.64m Multispectral (colorido)*

*Resolução Espectral
Azul:450-520 nm
Verde:520-600 nm
Vermelho:625-695 nm
IVP:760-900 nm
PAN 450 -900nm*

*Faixa imageada
15.2 km
Cena individual: 225 km²
(15x15 km)*

*Resolução Radiométrica
11 bits por pixel (2048 nc)*

*Capacidade de Revisita
A cada 3 dias ou menos*



Quickbird

Campinas - SP



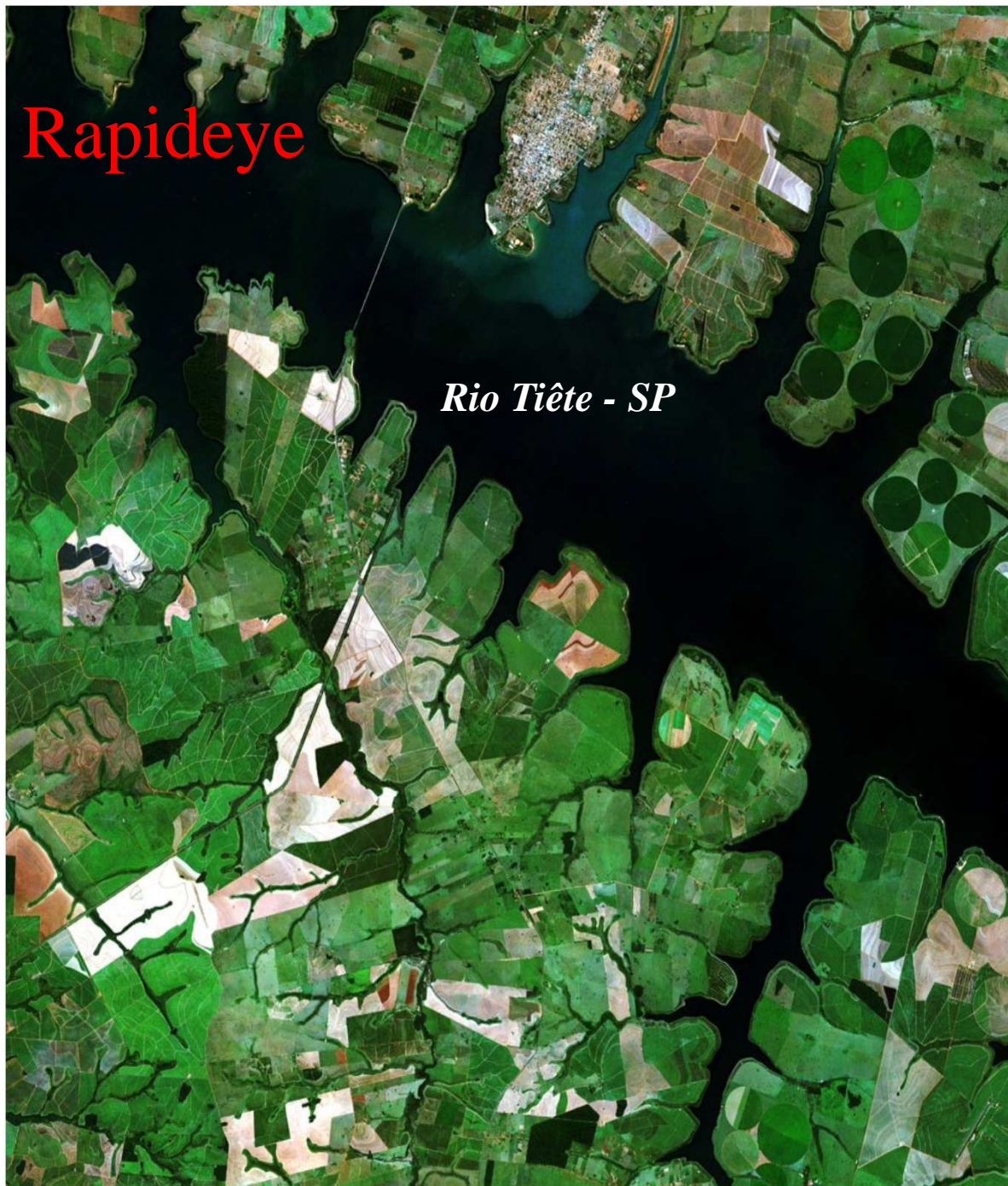
Resolução Espacial
0.60 cm Pancromático
2.62 m Multispectral (colorido)

Resolução Espectral
Azul: 430 - 545 nm
Verde: 466 - 620 nm
Vermelho: 590 - 710 nm
IVP: 715 - 918 nm
PAN: 405-1053nm

Faixa imageada
16.5 km
Imagens existentes: 25 km²
Imagens programação: 90 km²

Resolução Radiométrica
11 bits por pixel (2048 nc)

Capacidade de Revisita
1,9 a 10 dias



Resolução Espacial
6.5 m – 5 m

Resolução Espectral

Azul: 440 - 510 nm

Verde: 520 - 590 nm

Vermelho: 630 - 6985 nm

RedEdge: 690 - 730 nm*

IVP: 760 - 850 nm

Faixa imageada

77 km

Resolução Radiométrica

12 bits por pixel (4096 nc)

Capacidade de Revisita

5,5 dias (nadir)

Diariamente (Fora do nadir)



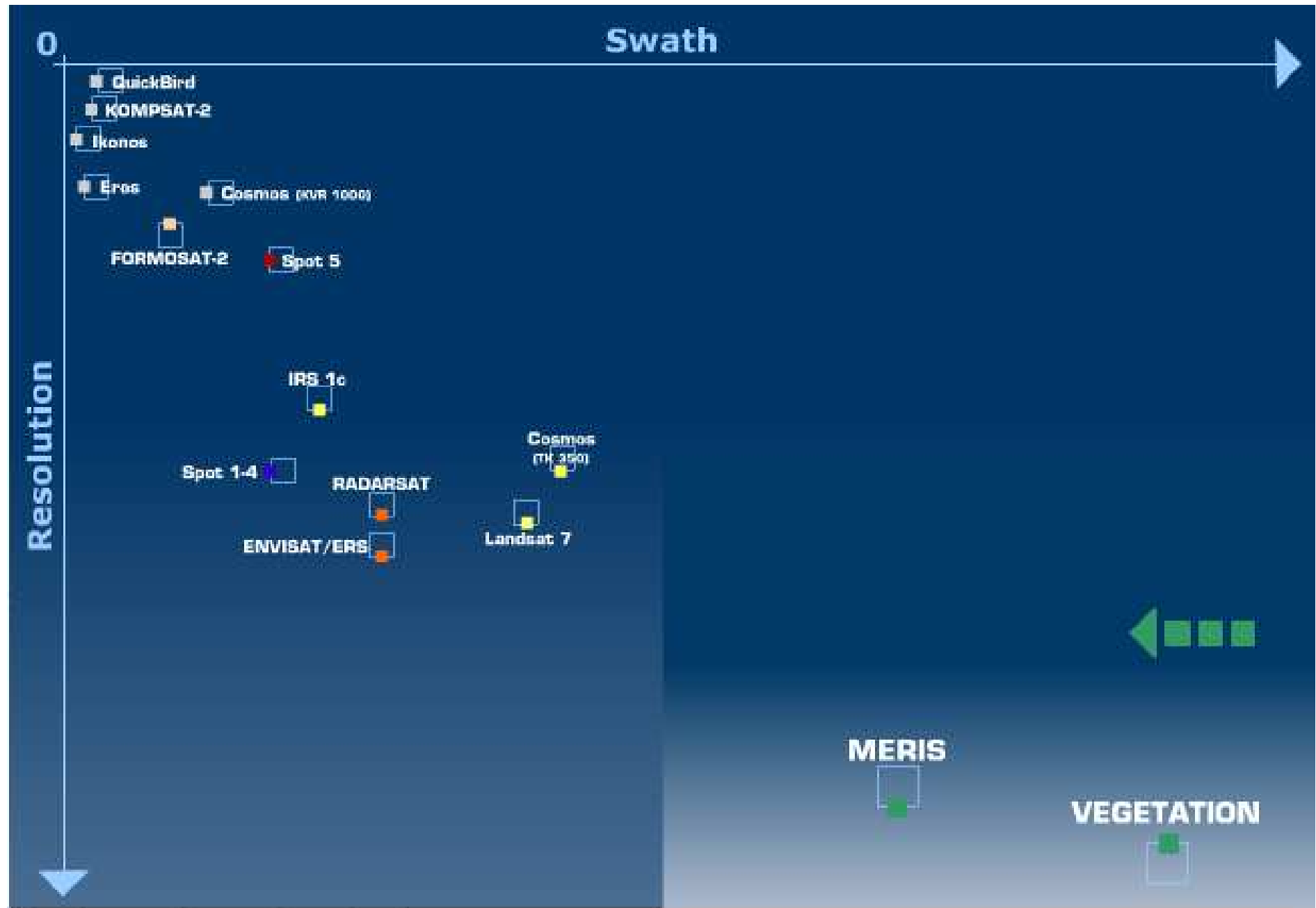
*Área de plantação de
Palmeiras para Bio
Combustível na Colômbia.
A qualidade da imagem
permite a contagem das
árvores individualmente*

SISTEMA SENSORES



<http://www.spotimage.fr/web/en/181-images-from-other-satellites.php>

SISTEMA SENSORES



Nano – Satélites - Planet

Os satélites artificiais podem ser catalogados ou agrupados segundo sua massa, como mostrado abaixo:

- Grandes satélites: cujo peso seja maior a 1000 kg;
- Satélites médios: cujo peso seja entre 500 e 1000 kg;
- Mini satélites: cujo peso seja entre 100 e 500 kg;
- Micro satélites: cujo peso seja entre 10 e 100 kg;
- Nano satélites: cujo peso seja entre 1 e 10 kg;
- Pico satélite: cujo peso seja entre 0,1 e 1 kg;
- Femto satélite: cujo peso seja menor a 100 g.

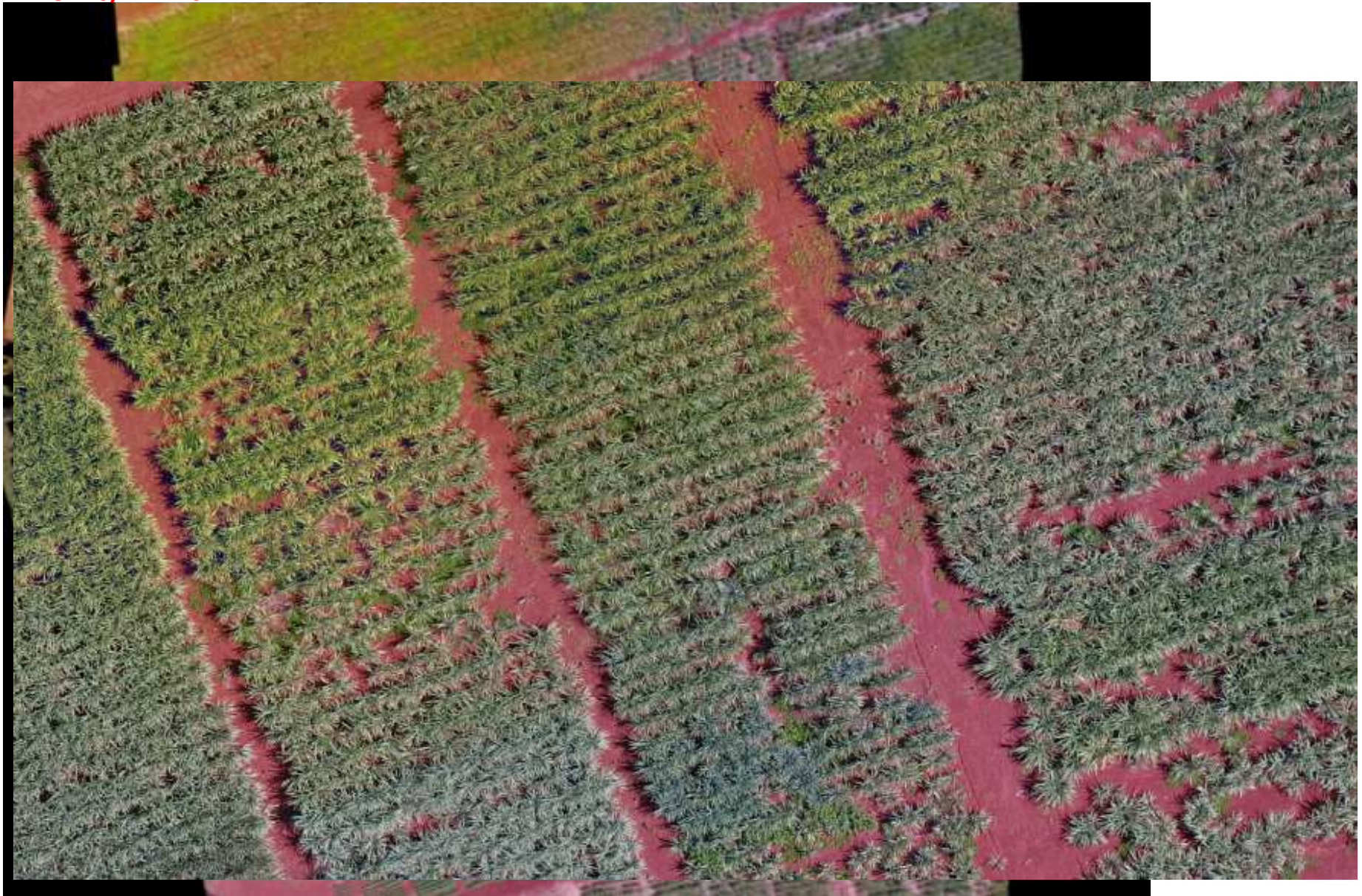




- Resolução Espacial : 3 m
- Resolução Espectral : VIS e IVP
- Resolução Radiométrica : 12 bit´s (4096 nc)
- Resolução Temporal: 150 satélites (Largura da Faixa 20 - 24 km) - Diária



DRONES/VANT'S



SALES
REVENUE

Sensors
PROB

Principais sensores no mercado para agricultura:

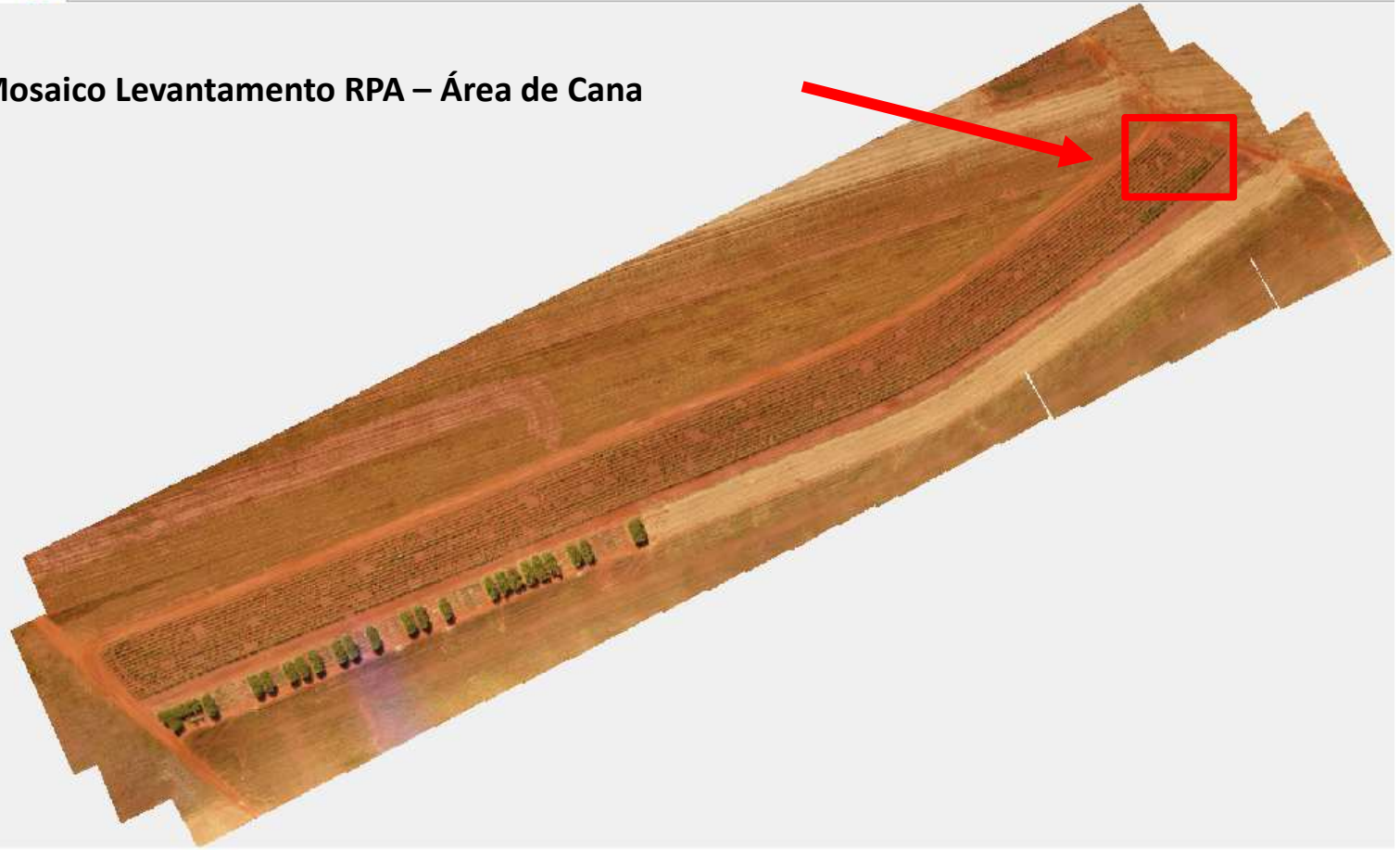
- Câmeras RGB

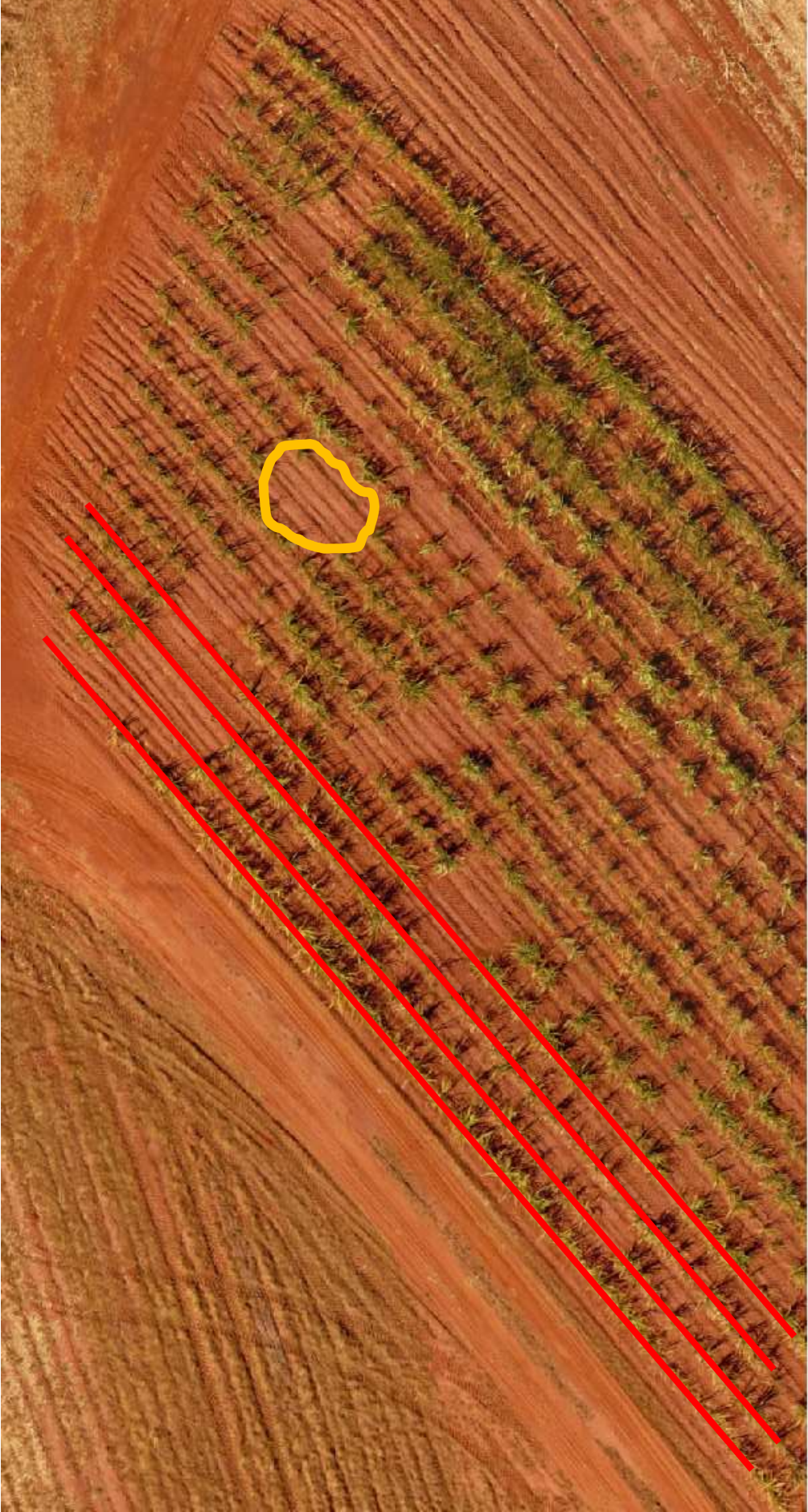




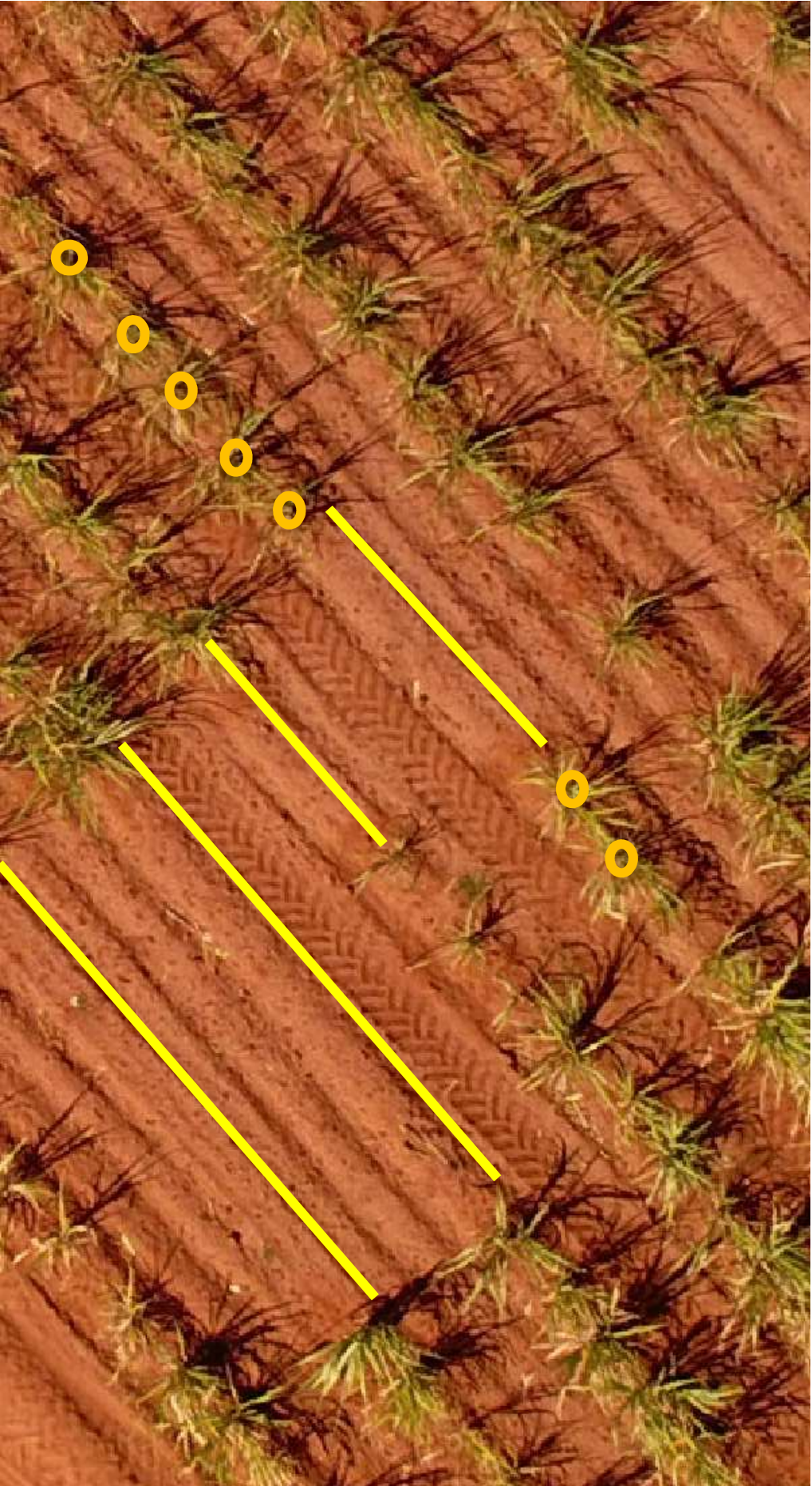
- Workspace (1 chunks, 132 cameras)
- Chunk 1 (132 cameras, 167,385 points)
 - Cameras (132/132 aligned)
 - Tie Points (167,385 points)
 - Dense Cloud (28,187,864 points)
 - DEM (12402x8337, 6.25 cm)
 - Orthomosaic (28099x17177)

Mosaico Levantamento RPA – Área de Cana

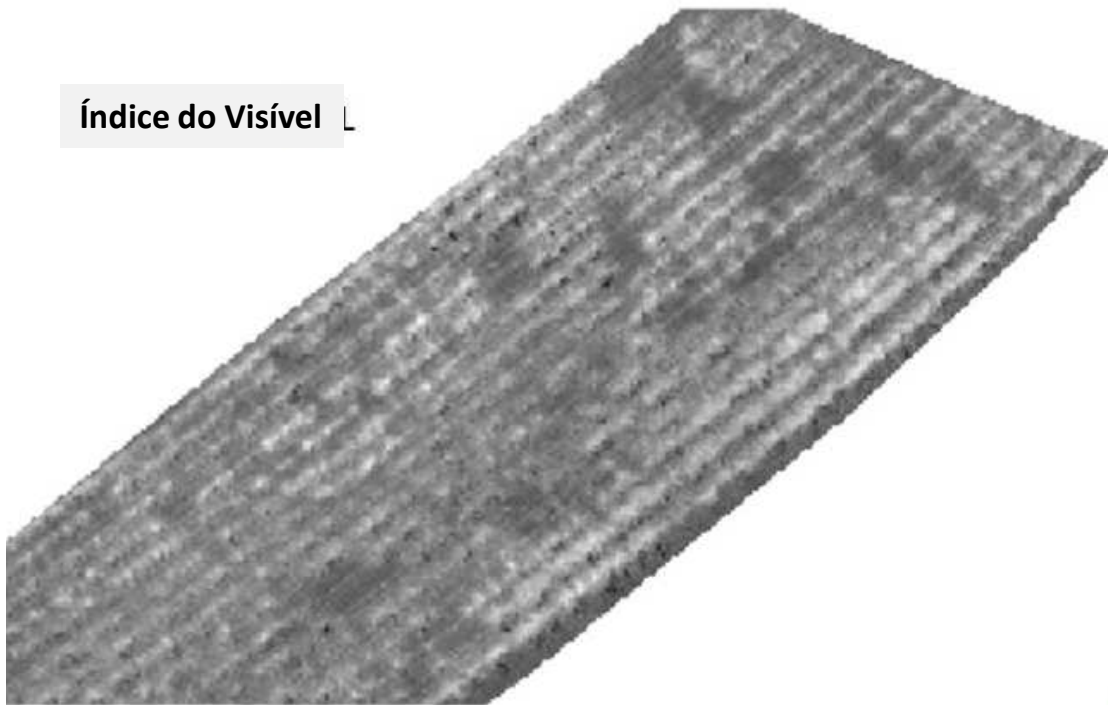




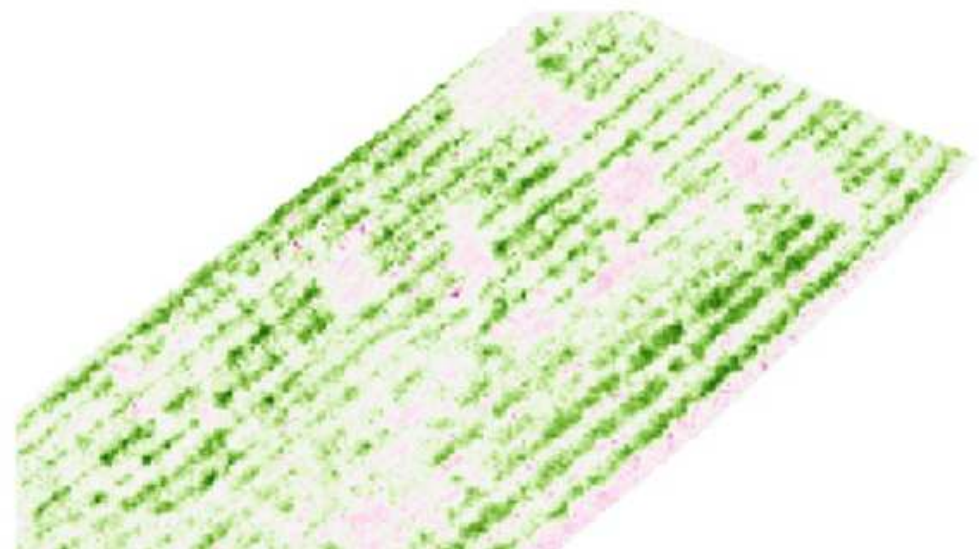
22°36'28.44" S 50°22'08.15" W 477.923 m



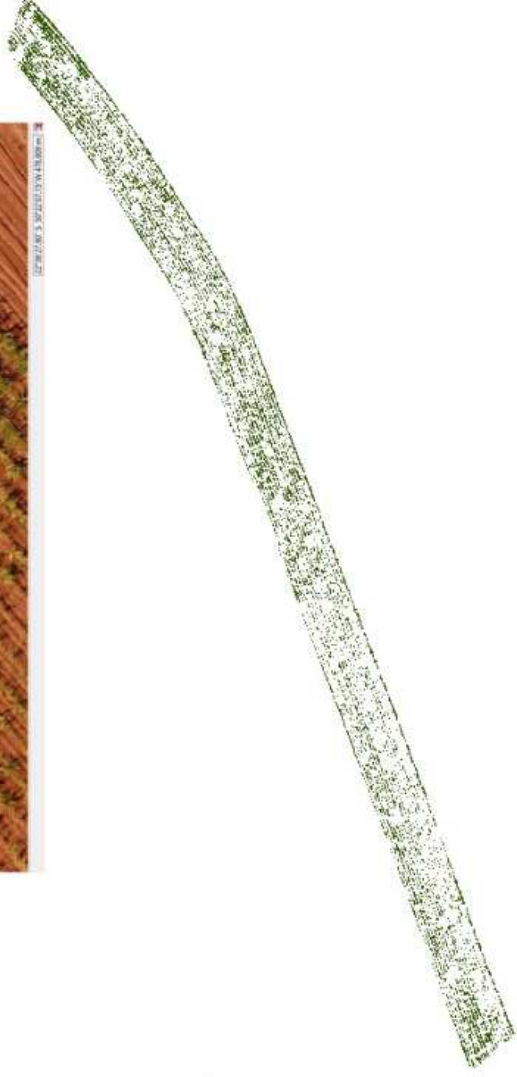
Índice do Visível L



RECLASSIFICAÇÃO DE CORES PARA
RESSALTAR A VEGETAÇÃO



Verificação do acerto da classificação:
vegetação – solo

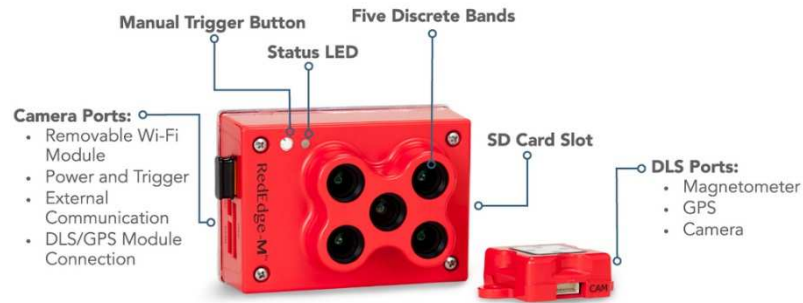


Mapeamento da área toda.

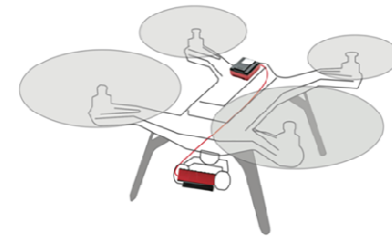
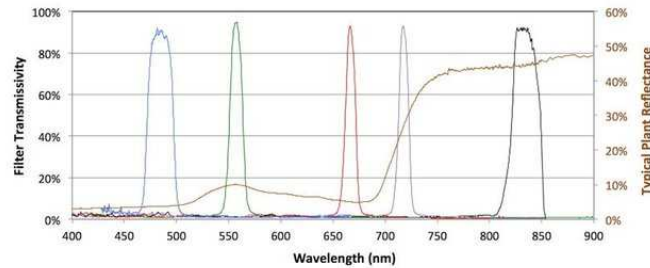
Sensors Multiple Spectrals

Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras



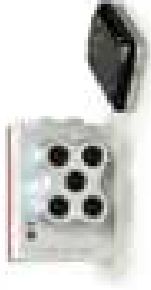
\$4.900



MicaSense

Topo Geo
ESALQ - USP

RedEdge-MX[™]
by MicroSensing



The industry standard professional

RedEdge-MX[™]
by MicroSensing



The industry standard professional

ALTIUM[™]
by MicroSensing



A revolutionary 3-in-1 solution for unparalleled

ALTIUM[™]
by MicroSensing



A revolutionary 3-in-1 solution optimized for



Spectral Bands

EC
red
(NIR)
LW
8-1

(Re)defining agricultural drone sensing



Carrinho de Compras

RGB Output

Attenuation (dB)

RedEdge-MX Sensor Kit

Lead Time: Ships in 10-14 Business Days

Integration Options: None/Other

Qty: 1

\$5,500.00

Thermal

\$5,500.00

Carrinho de Compras



Altum Sensor Kit

Lead Time: Ships in 4-5 weeks

Integration Options: None/Other

Qty: 1

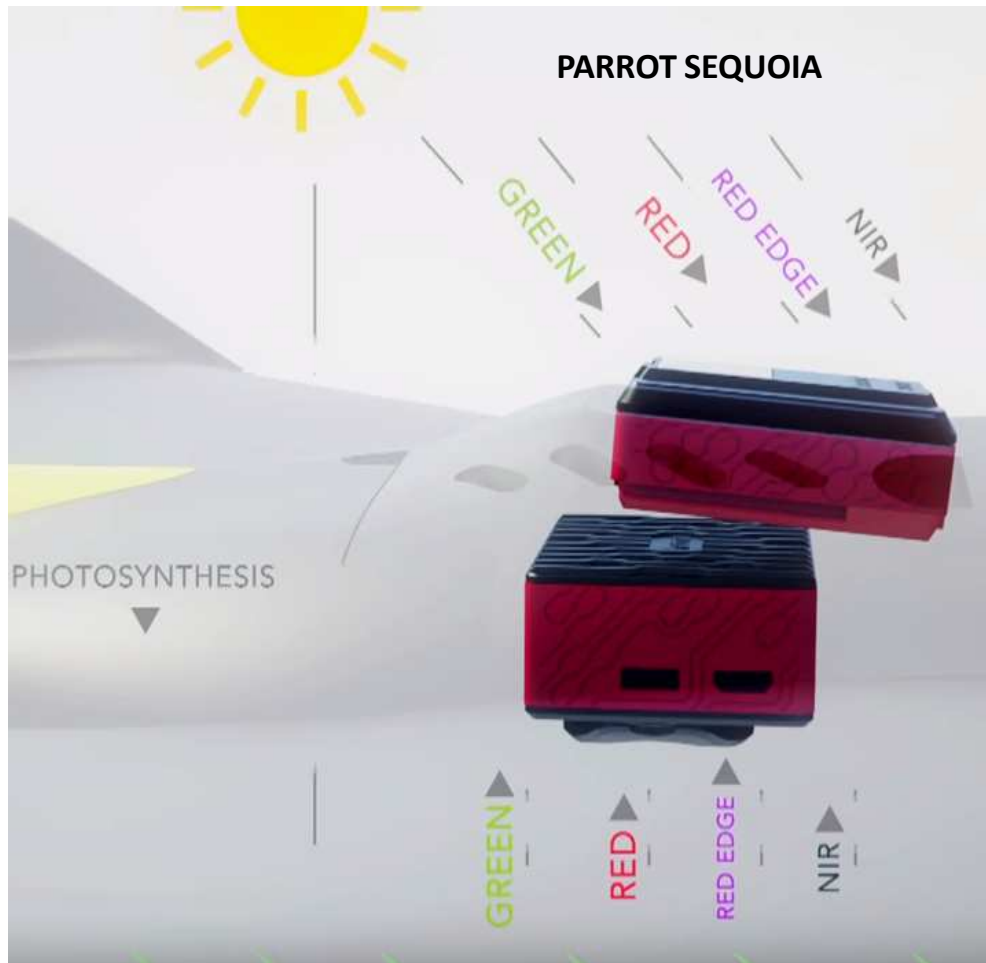
\$9,950.00

TOTAL

\$9,950.00

Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Multiespectral



18% DESCONTO



**Sensor Multiespectral
Parrot Sequoia - Bandas
Red, Green, Red Edge,
Near-Infrared e RGB**

~~R\$ 27.250,00~~ **R\$ 22.350,00**

Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Multiespectral



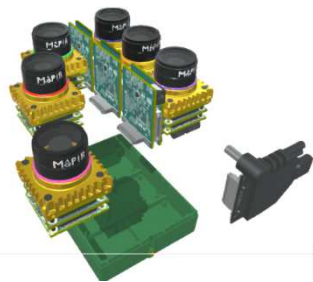
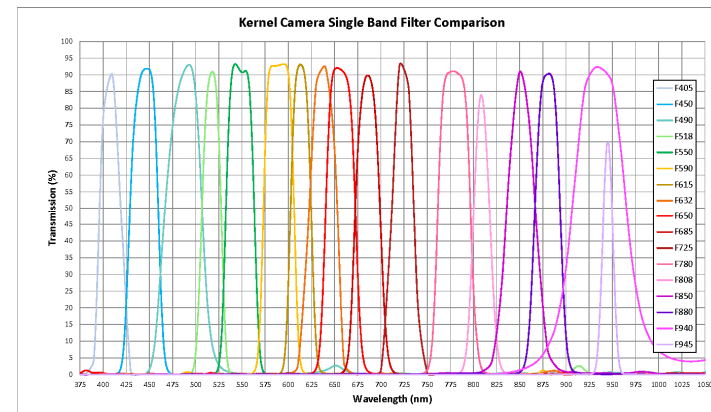
Survey3W Camera -
Red+Green+NIR (RGN, NDVI)
\$400.00 USD



Kernel - 14.4MP
[Build Yours]
\$1,299.00 USD



Kernel - 3.2MP
[Build Yours]
\$1,499.00 USD



Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Multiespectral



Sentera Quad Sensor

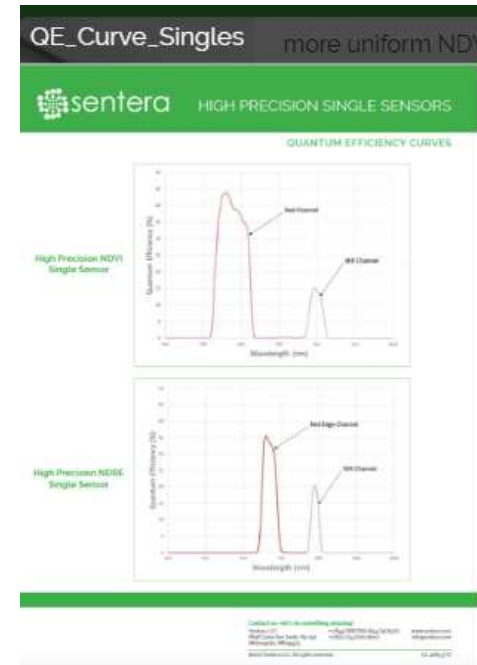
\$4.599-\$5.448

Specifications:

- 1x 1.2MP CMOS RGB
- 3X 1.2MP CMOS Mono
 - 655nm CWL x 40nm width
 - 725nm CWL x 25nm width
 - 800nm CWL x 25nm width



\$2.199 – 2.898



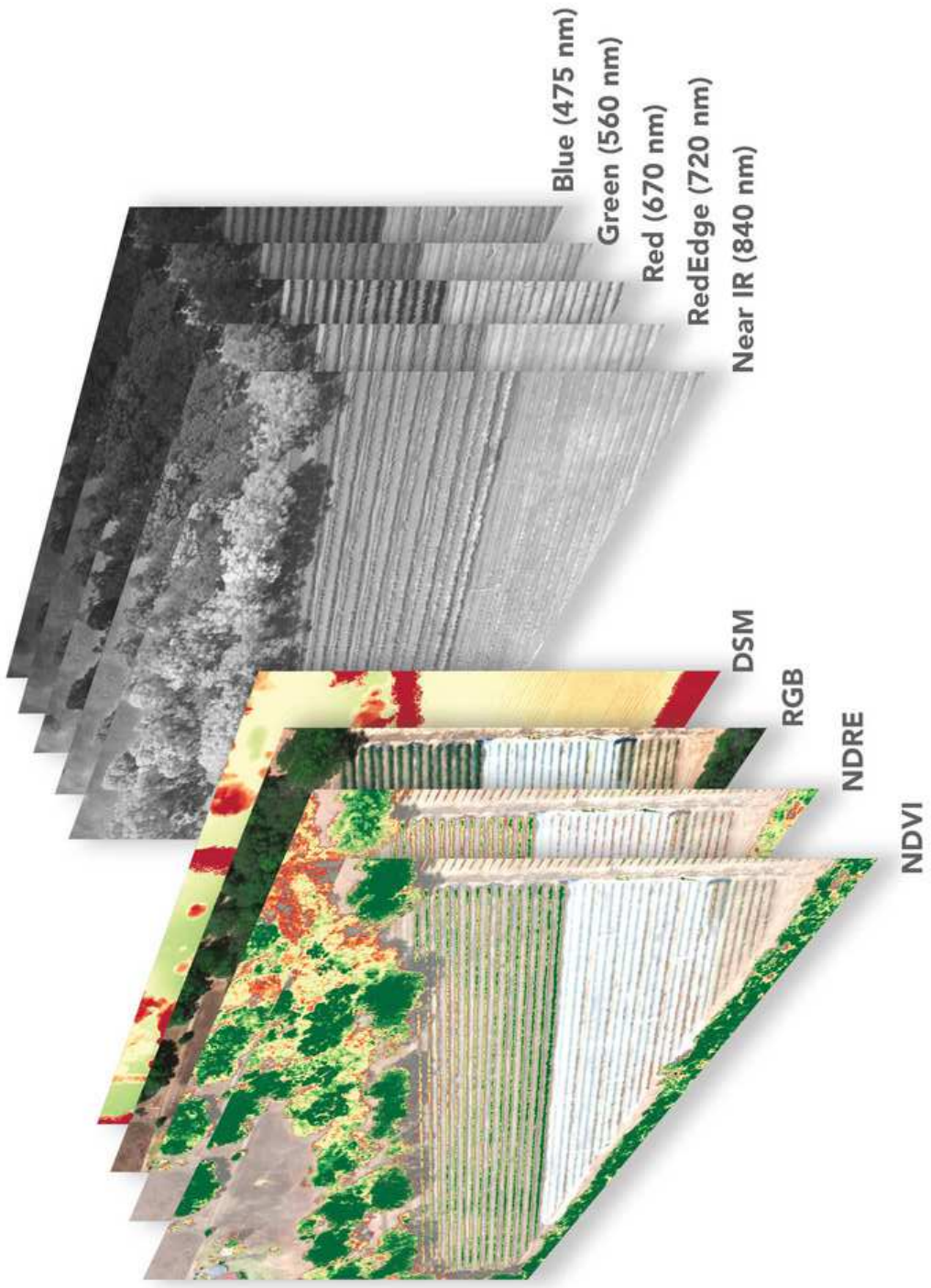


Incident Light Sensor

\$599

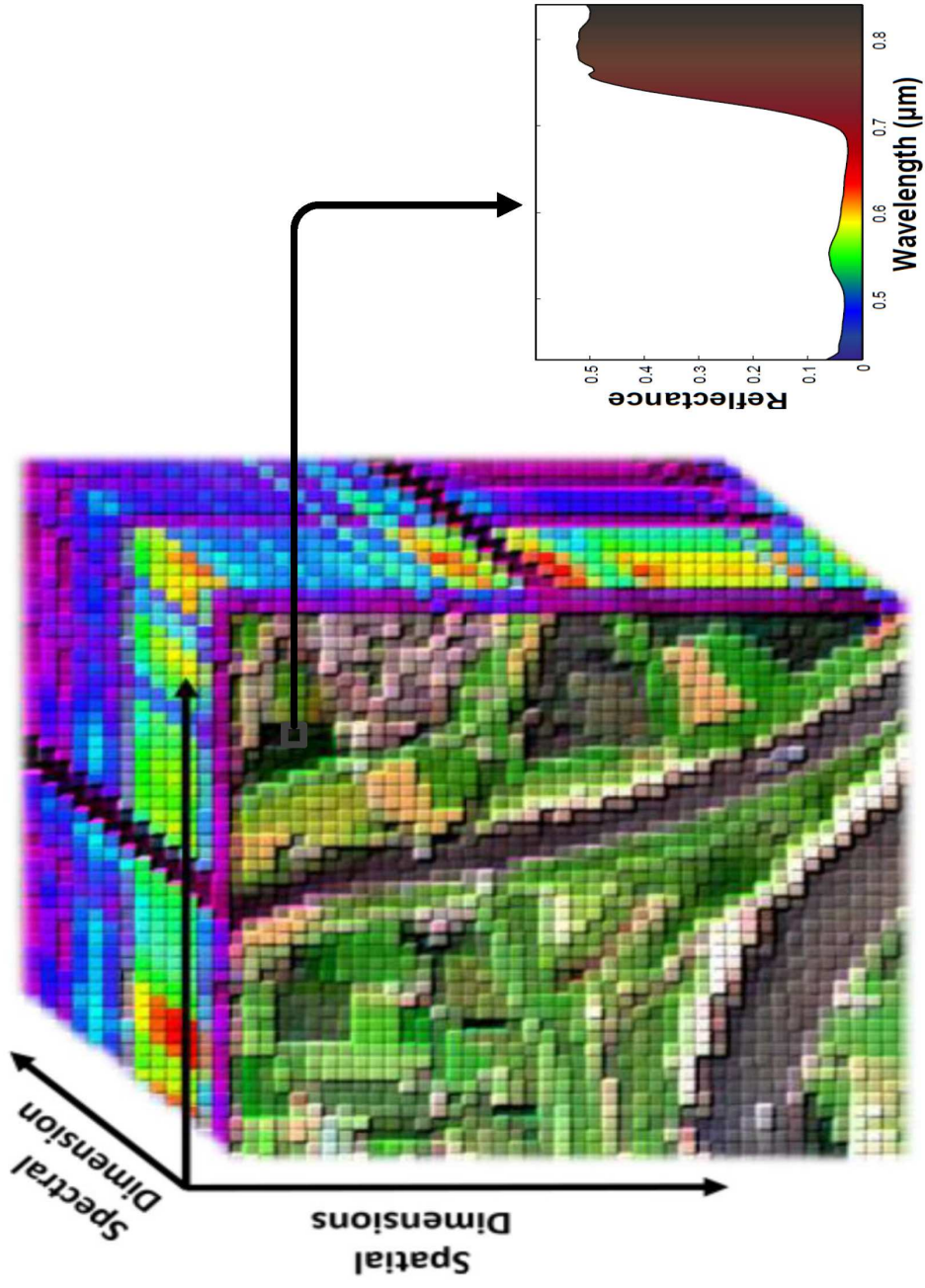
Gather more precise plant health data with the Incident Light Sensor

For several years, research customers have used the Sentera Incident Light Sensor (ILS) to measure the color spectrum of incident light from the sun. Now these capabilities have been seamlessly integrated into Sentera's sensors and **FieldAgent™** software, making it easy for agronomists, crop consultants, and growers to accurately compare images of the same area, captured over time and in different lighting conditions.

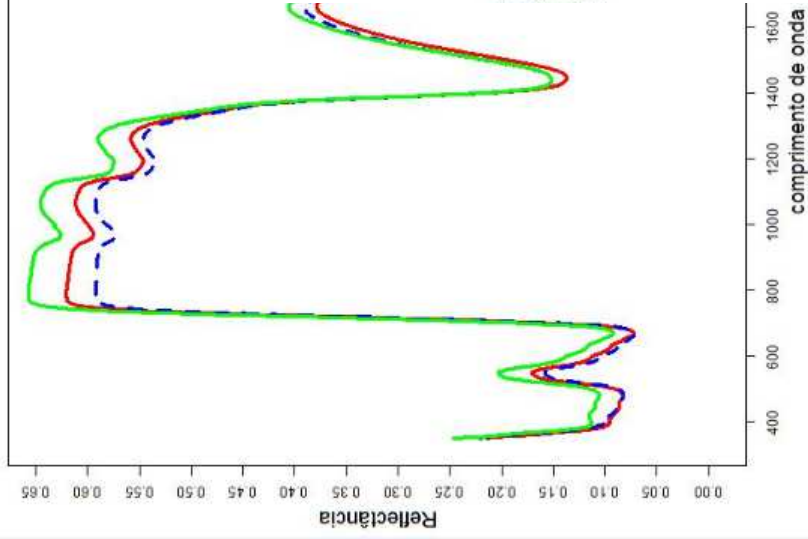


SANSONES

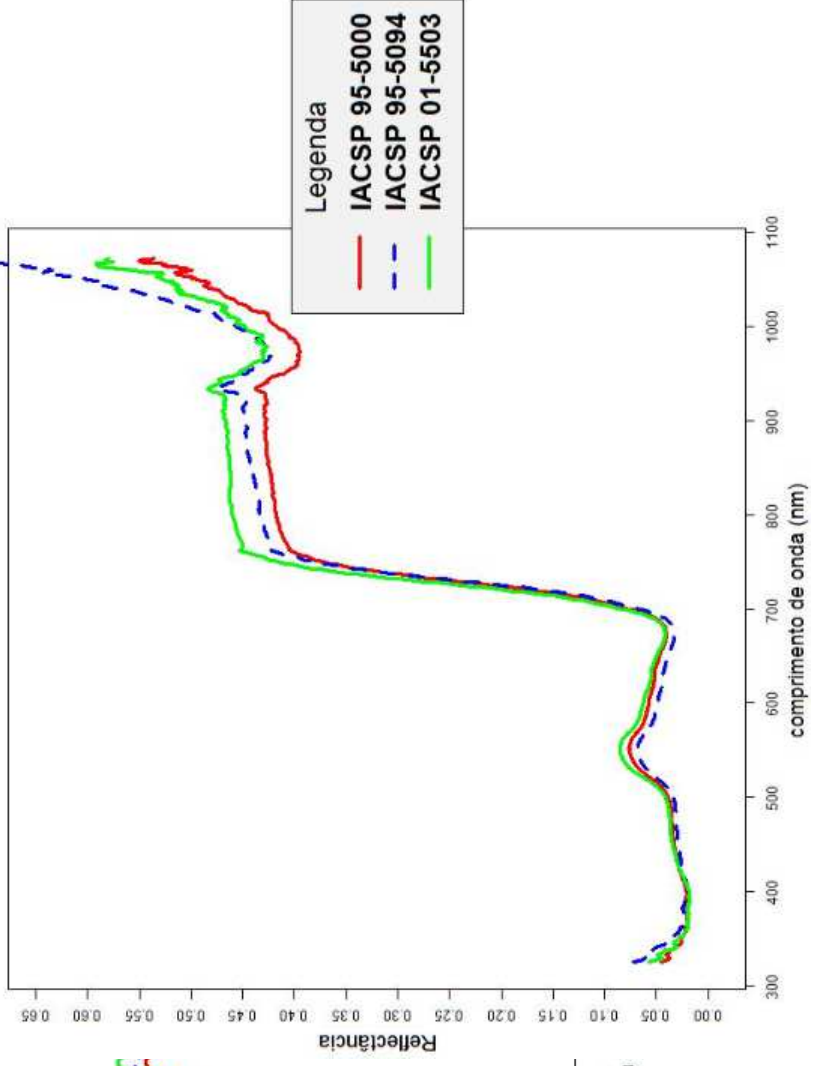
AMPLIFICACIONES



Curvas espectrais Médias das cultivares



Curvas espectrais Médias das cultivares



Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Hiperespectral

Nano-Hyperspec®

- Spectral ra
- 270 spectr
- 640 spectr
- FWHM sliti
- Max frame
- 480GB int
- Typical app sensing
- [data sheet](#)

Micro-Hyperspec®

- Spectral ranges:
 - VNIR (400-1000nm)
 - NIR (900-1700nm)
 - Extended VNIR (550-1700nm)
 - SWIR (900-2500nm)
- Typical applications: airborne, satellite, and ground remote sensing, advanced machine vision, lab
- [data sheet](#)



Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Hiperespectral

SMART CAMERA

- > FILTER-ON-CHIP TECHNOLOGY
- > 25 SINGLE SPECTRAL CHANNELS

RTK-X8 Compatible

SPECIAL FEATURES

- Full frame hyperspectral imaging in the VIS-NIR
- No moving artifacts due to short integration time
- WiFi remote control of all parameters
- Real-time hyperspectral preview on the ground

WAVELENGTH RANGE ■■■■■

SPECTRAL RESOLUTION ■■■■■

SPATIAL RESOLUTION ■■■■■

WEIGHT ■■■■■

PRICE ■■■■■

CALIBRATED LENSES

- > HIGH QUALITY NIR-CORRECTED
- > AVAILABLE IN WIDE VARIETY

SNAPSHOT MULTIPOINT SPECTROMETER

- > 125 CHANNELS, 4 NM BANDWIDTH

Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Hiperespectral

Spectral Range	900 – 1700 nm
Spectral Bands	224
Spectral FWHM	8 nm
Spatial Sampling	640 px
Frame Rate	670 FPS full frame 15 000 FPS with 4 bands selected
FOV	38°
F-number	F/1.7
Camera SNR (Peak)	1000:1
Camera Interface	GigE Vision or CameraLink
Dimensions	150 x 85 x 75 mm
Weight	1.56 kg
Integrated shutter	



Sensors
Intelligent
Terminals

Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Termiais

FLIR sUAS thermal imaging products:



FLIR Duo Pro R

Featuring thermal and a high-definition 4K color video camera in a single integrated package, Duo Pro R gives professional operators the ability to capture actionable thermal and visible data in a single flight.

[EXPLORE](#)



FLIR Duo & Duo R

Take thermal to new heights with the FLIR Duo: a compact, lightweight, dual-sensor thermal and visible light imager designed for drones.

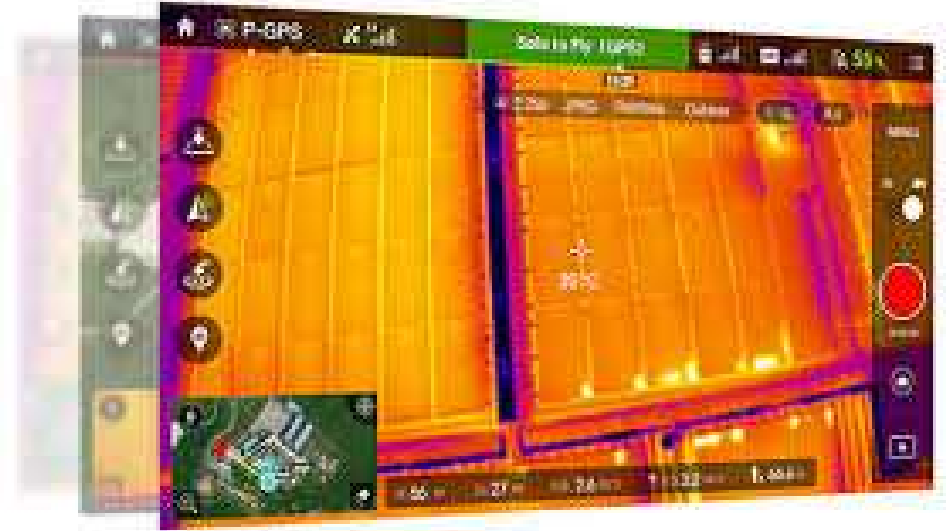
[EXPLORE](#)



FLIR Vue Pro

The Vue™ Pro combines Vue's powerful, affordable thermal imaging with on-camera recording and flight controller integration to create a turnkey thermal camera and data collection device in an affordable package.

[EXPLORE](#)



FLIR Vue Pro R

The new Vue™ Pro R is more than a thermal imager – it captures accurate, non-contact temperature measurements from an aerial perspective and saves images with calibrated temperature data embedded in every pixel.

[EXPLORE](#)



FLIR Aerial Thermal Imaging Kits

Now you can get everything you need to get a thermal imaging drone up and running in one easy package. Combining the Inspire 1, Zenmuse XT, and a variety of accessories, these packages have configurations for every application from fire fighting to building inspection.

[EXPLORE](#)



DJI Zenmuse XT

The Zenmuse XT is the premium aerial thermal imaging system developed between partnering industry leaders FLIR and DJI. The Zenmuse XT is compatible with the DJI Inspire 1, and Matrice 10 200, and 600 series.

[EXPLORE](#)

Principais sensores no mercado para agricultura:

- Câmeras Termiais



<https://www.parrot.com/us/drones/anafi-thermal>

SPONSORS
PRIZES

O LIDAR (*Light Detection and Ranging*) é um sensor remoto ativo a bordo de plataformas (tripuladas ou não tripuladas) e um método direto de captura de dados, o mesmo possui sua própria fonte de energia, neste caso, uma fonte de luz, o laser. O LIDAR emite feixes de laser na banda do infravermelho próximo (IV) e é capaz de modelar a superfície do terreno tridimensionalmente.

O LIDAR permite gerar produtos como o Modelo Digital de Terreno e o Modelo Digital de Superfície que representam o terreno (sem nenhuma cobertura) e a superfície (edifícios, árvores, etc.), respectivamente.

Principais sensores no mercado para agricultura:

- LiDAR



NEW



ULTRA PUCK

A groundbreaking LiDAR sensor combining best-in-class performance with a small form factor



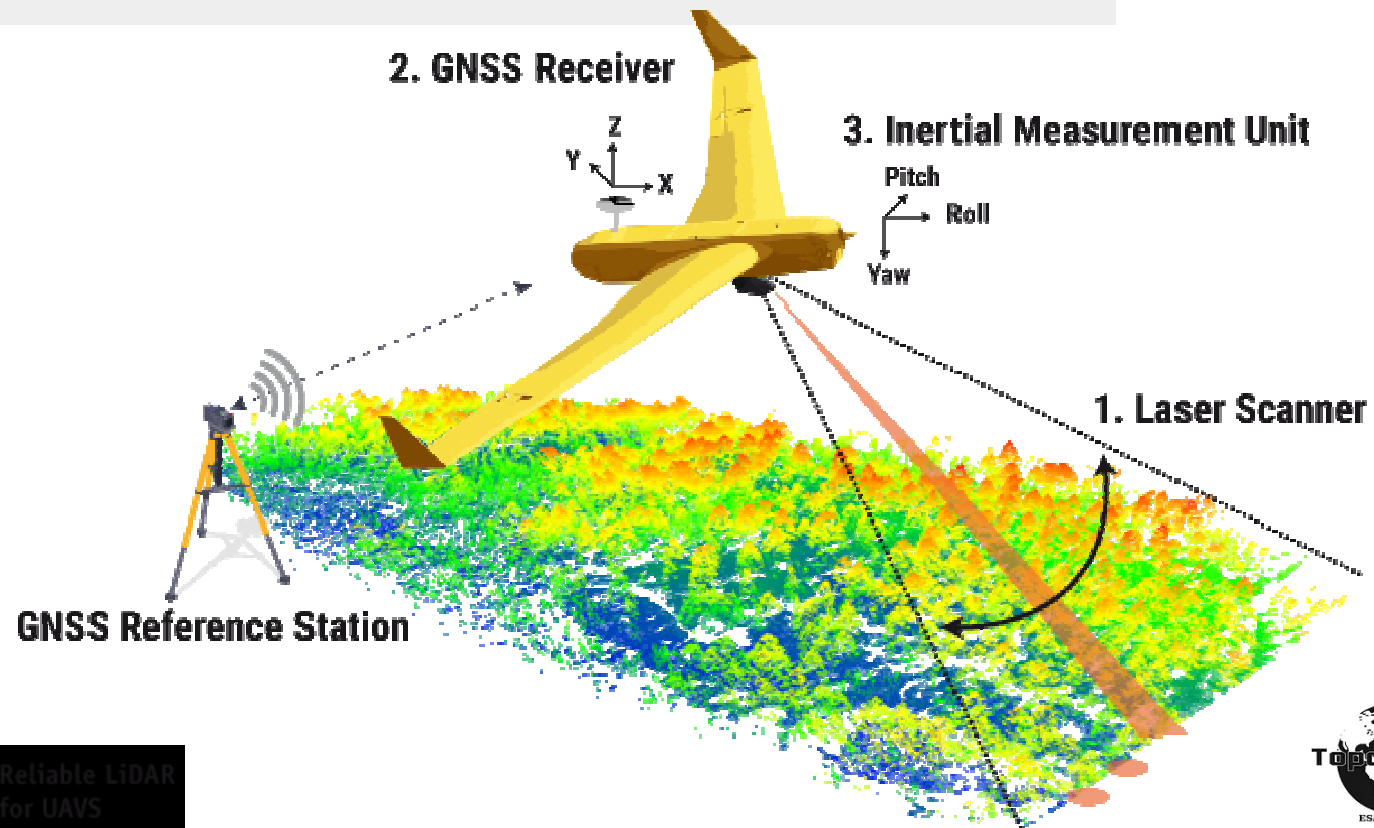
PUCK™

Our most compact, cost-effective sensor, packed with key features from Velodyne's LiDAR breakthroughs

Velodyne LiDAR®

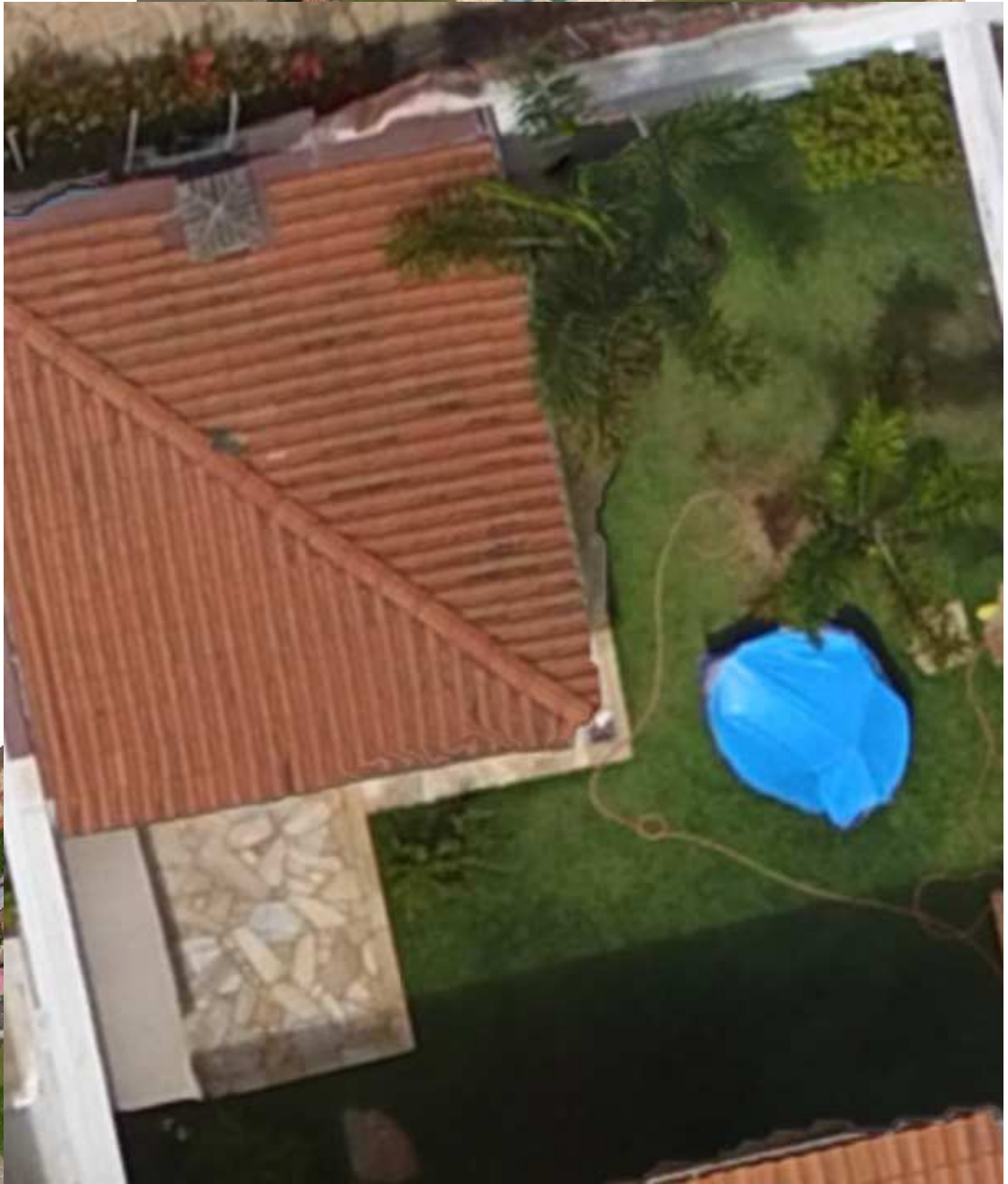
Principais sensores no mercado para agricultura:

- LiDAR



LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO





Obrigado!

Prof. Dr. Peterson Ricardo Fiorio

Dep. Eng. de Biosistemas – ESALQ/USP