

Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

Sensores

Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

REGISTRO DA REM

- A REM ao interagir com o objeto sofre reflexão, absorção e transmissão.
- A parcela da REM refletida que chega no sensor (fluxo radiante) é convertida em um sinal.
- O sensor registra o sinal (fluxo radiante proveniente do alvo) de maneira ANALÓGICA ou ELETRÔNICA.
- O Fluxo radiante é expresso em unidade física, que posteriormente é convertido em unidades de bits.

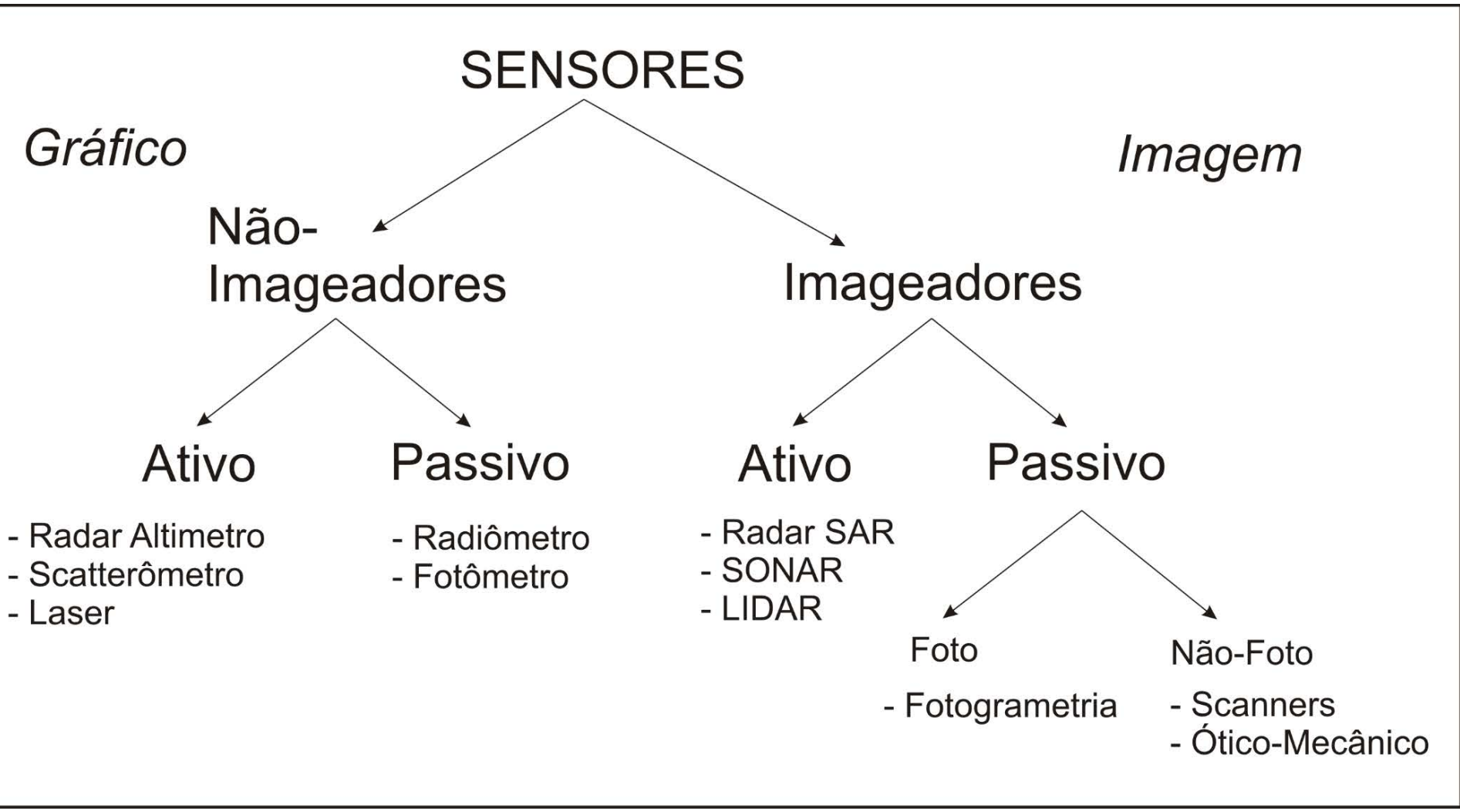
REGISTRO DA REM

Definição de SENSOR

- Equipamento utilizado para para captar a REM proveniente dos diferentes objetos e transformar esta radiação em algum sinal passível de ser interpretado;
- Focalizar a REM proveniente de um objeto sobre um sistema de dispersão (prisma, rede de difração), capaz de decompor a REM em diferentes comprimentos de onda;
- Detectar a REM em cada comprimento de onda.

REGISTRO DA REM

Classificação de SENSORES quanto ao tipo de instrumento

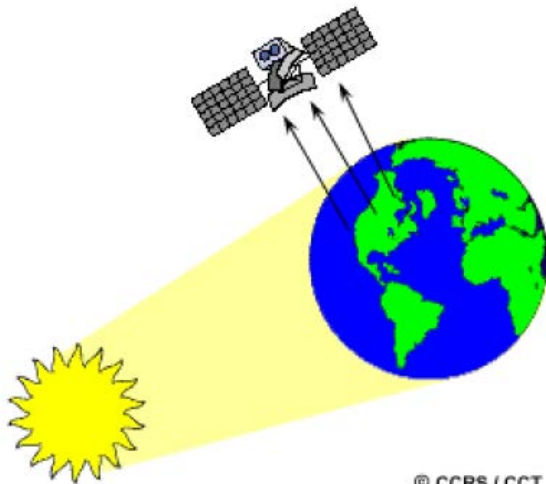


REGISTRO DA REM

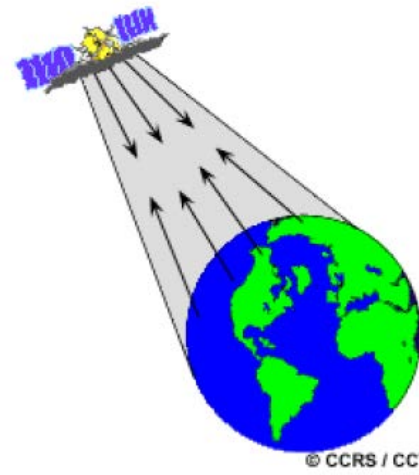
Tipos de SENSORES (Fonte de Radiação)

Sensores Passivos: utilizam a radiação solar refletida ou emitida. Ex. Fotografia aérea, videografia, imagens adquiridas no visível e infravermelho.

Sensores Ativos: possuem fonte própria de energia. Ex. Sistema de radar SAR, LIDAR etc. Os sistemas SAR (radar de abertura sintética) operam nas faixas das microndas.



© CCRS / CCT

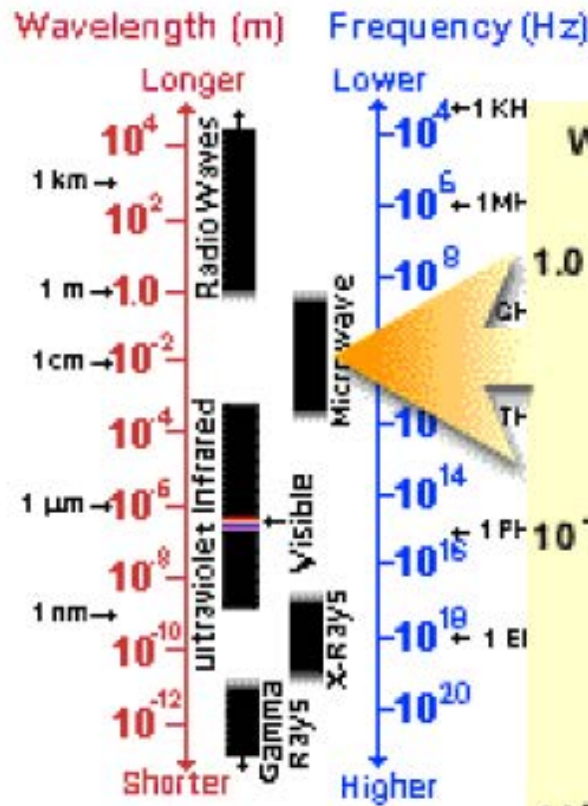


© CCRS / CCT

Radar (*Radio Detecting and Ranging*) de Abertura Sintética – SAR (*Synthetic Aperture Radar*), LIDAR (*Light Detection And Ranging*) e LADAR (*Laser Detection and Ranging*)

- Opera na faixa de comprimento de onda das micro-ondas (apenas o Radar e o SAR).
- Imageamento em visada lateral.
- Mede rugosidade, geometria, umidade e propriedades elétricas dos objetos.
- Sofre pouca interferência dos efeitos atmosféricos.
- Capacidade de penetração da radiação.
- Polarização da onda.
- RADAMBRASIL

Faixas das micro-ondas



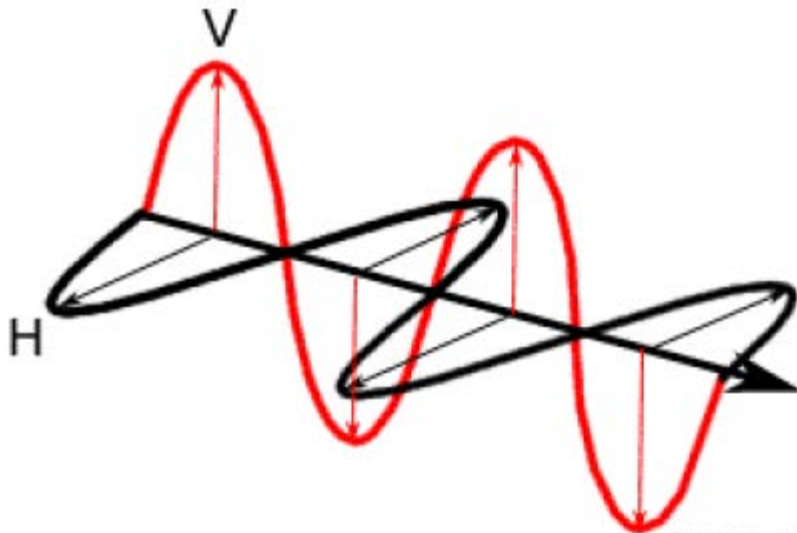
Microwaves

Wavelength (metres)	Frequency (GHz)
P-band	30-100 cm
L-band	15-30 cm
S-band	7.5-15 cm
C-band	3.75-7.5 cm
X-band	2.4-3.75 cm
KU-band	1.67-2.4 cm
K-band	1.1-1.67 cm
Ka-band	0.75 - 1.1 cm
millimetre band	
sub-millimetre band	

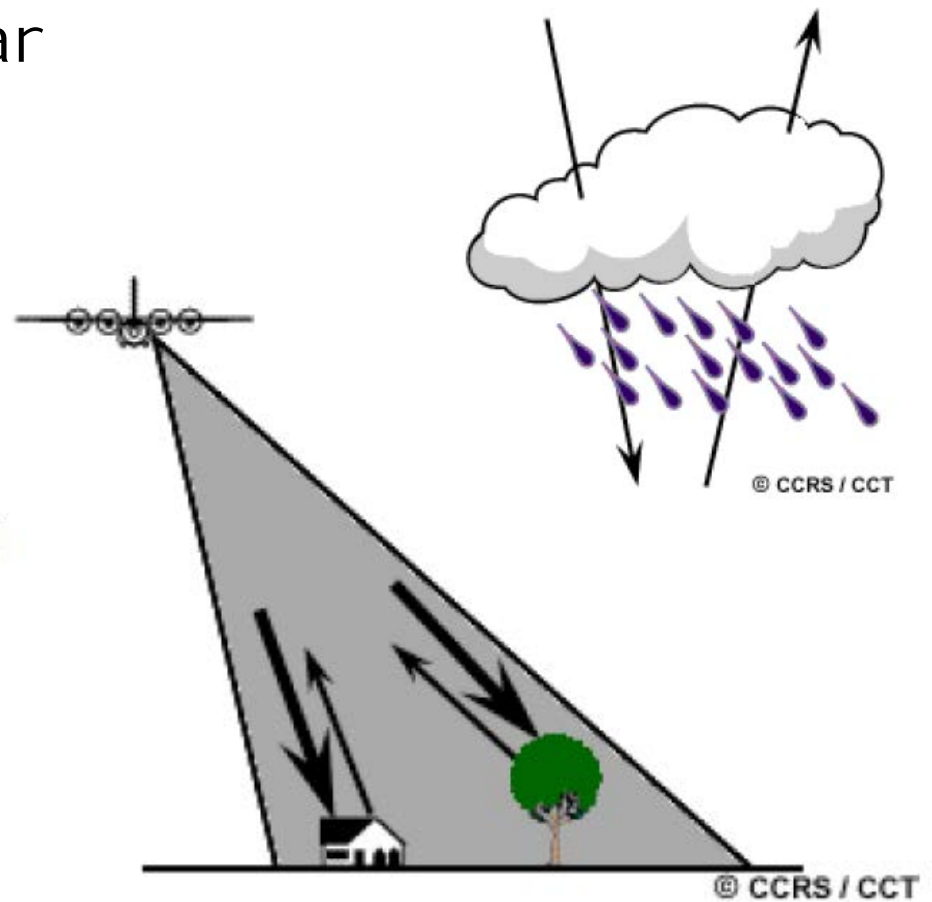
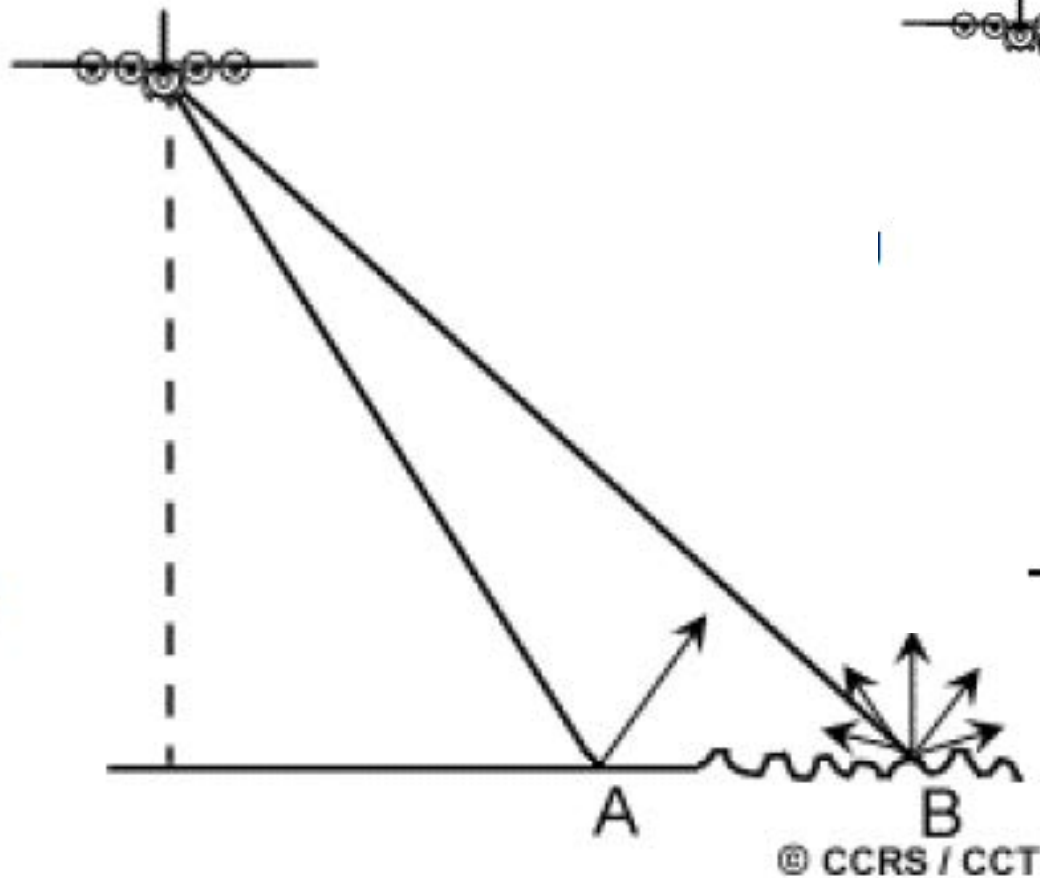
Polarização

H = Horizontal

V = Vertical



Imageamento por Radar



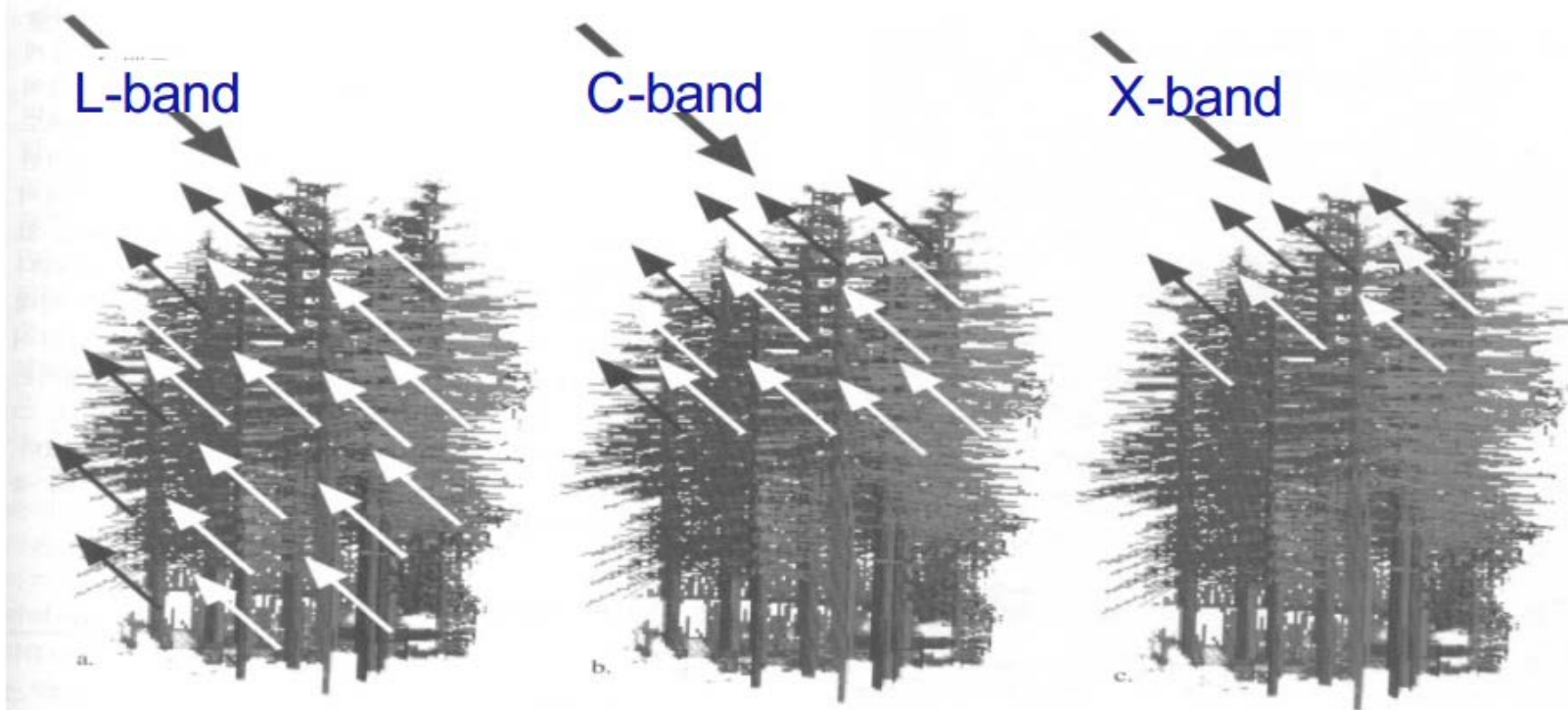
Superfície lisa = pouco retorno de sinal para a antena SAR.
Superfície rugosa = maior retorno de sinal para a antena SAR.

Principais Sistemas Orbitais SAR

Tabela 1. Principais sistemas orbitais com SAR. Melhor resolução em metros (range; azimute). Do SEASAT ao PALSAR-1 as missões foram completadas (fonte: atualização de Ouchi 2013).

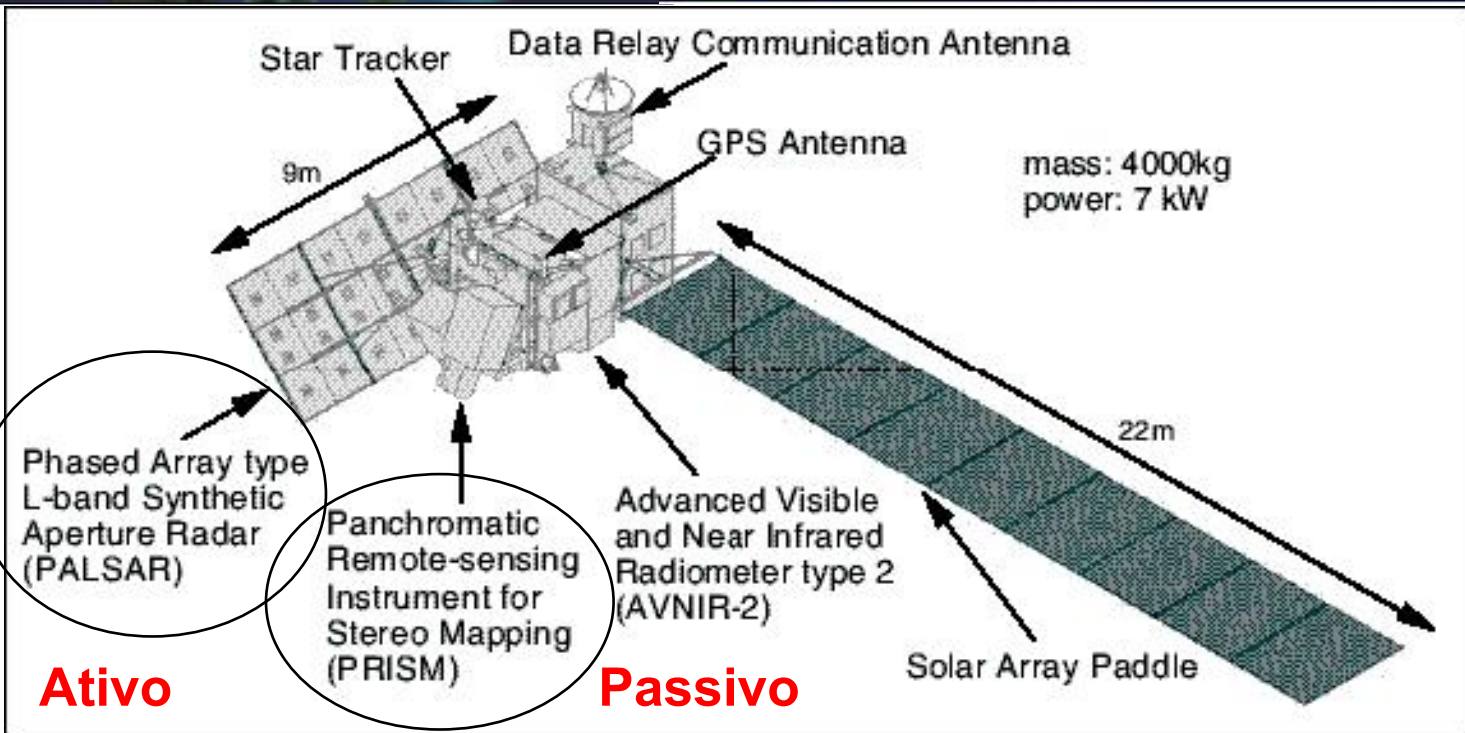
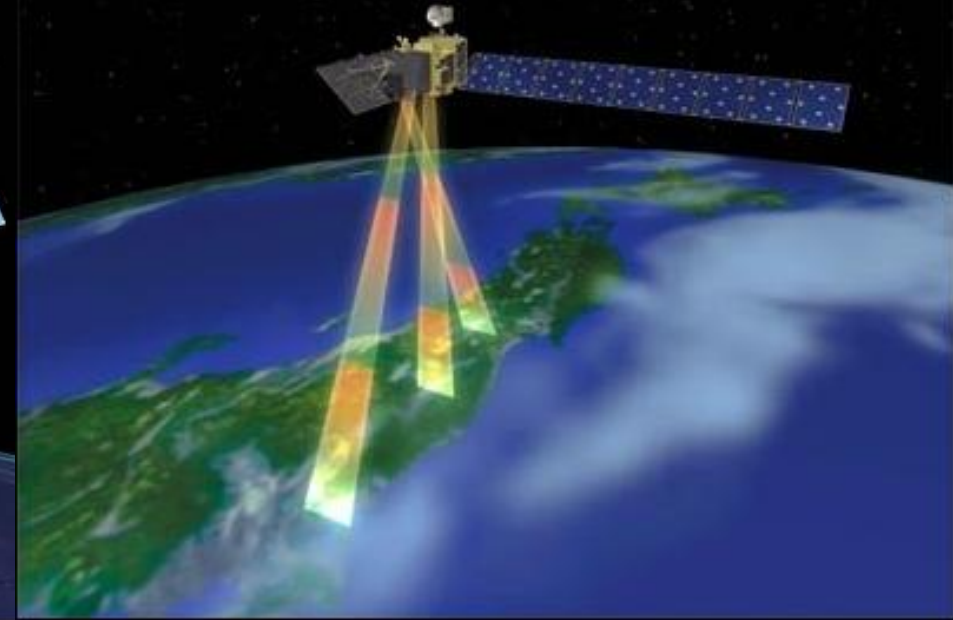
satélite	agência/país	ano	banda	resolução	polarização	peso kg
SEASAT	NASA/EUA	1978	L	6; 25	HH	2.290
SIR-A	NASA/EUA	1981	L	7; 25	HH	idem
SIR-B	NASA/EUA	1984	L	6; 13	HH	idem
ERS-1	ESA	1991	C	5; 25	VV	2.400
ERS-2	ESA	1995		5; 25	VV	2.400
ALMAZ	URSS	1991	S	8; 15	HH	3.420
JERS-1	NASDA/Japão	1992	L	6; 18	HH	1.400
SIR-C/ X-SAR	NASA/EUA, DLR/Alemanha ASI/Itália	1994	L, C X	7, 5; 13 6; 10	Quad VV	11.000
RADARSAT-1	CSA/Canadá	1995	C	8; 8	HH	3.000
SRTM	NASA/EUA DLR/Alemanha	2000	C X	15; 8 8; 19	Dual VV	13.600
ASAR	ESA	2002	C	10; 30	Dual	8.211
PALSAR-1	JAXA/Japão	2006	L	5; 10	Quad	3.850
SAR LUPE	Alemanha	2006/08	X	0,5; 0,5	Quad	770
RADARSAT-2	CSA/Canadá	2007	C	3; 3	Quad	2.200
Cosmo-SkyMed	ASI/Itália	2007-10	X	1; 1	Quad	1.700
TerraSAR-X	DLR/Alemanha	2007	X	1; 1	Quad	1.230
TanDEM-X	DLR/Alemanha	2009	X	1; 1	Quad-	1.230
RISAT-1	ISRO/INDIA	2012	C	3; 3	Quad	1.858
KOMPSAT-5	KARI/Coreia Sul	2013	X	1; 1	Quad	1.400
SENTINEL-1	ESA	2014	C	5; 5	Dual	2.300
PALSAR-2	JAXA	2014	L	3, 1	Quad	2.000

Poder de Penetração do Radar SAR



ALOS

VÁRIOS SENSORES: PASSIVO E ATIVO



EarthNow!

Landsat Image Viewer

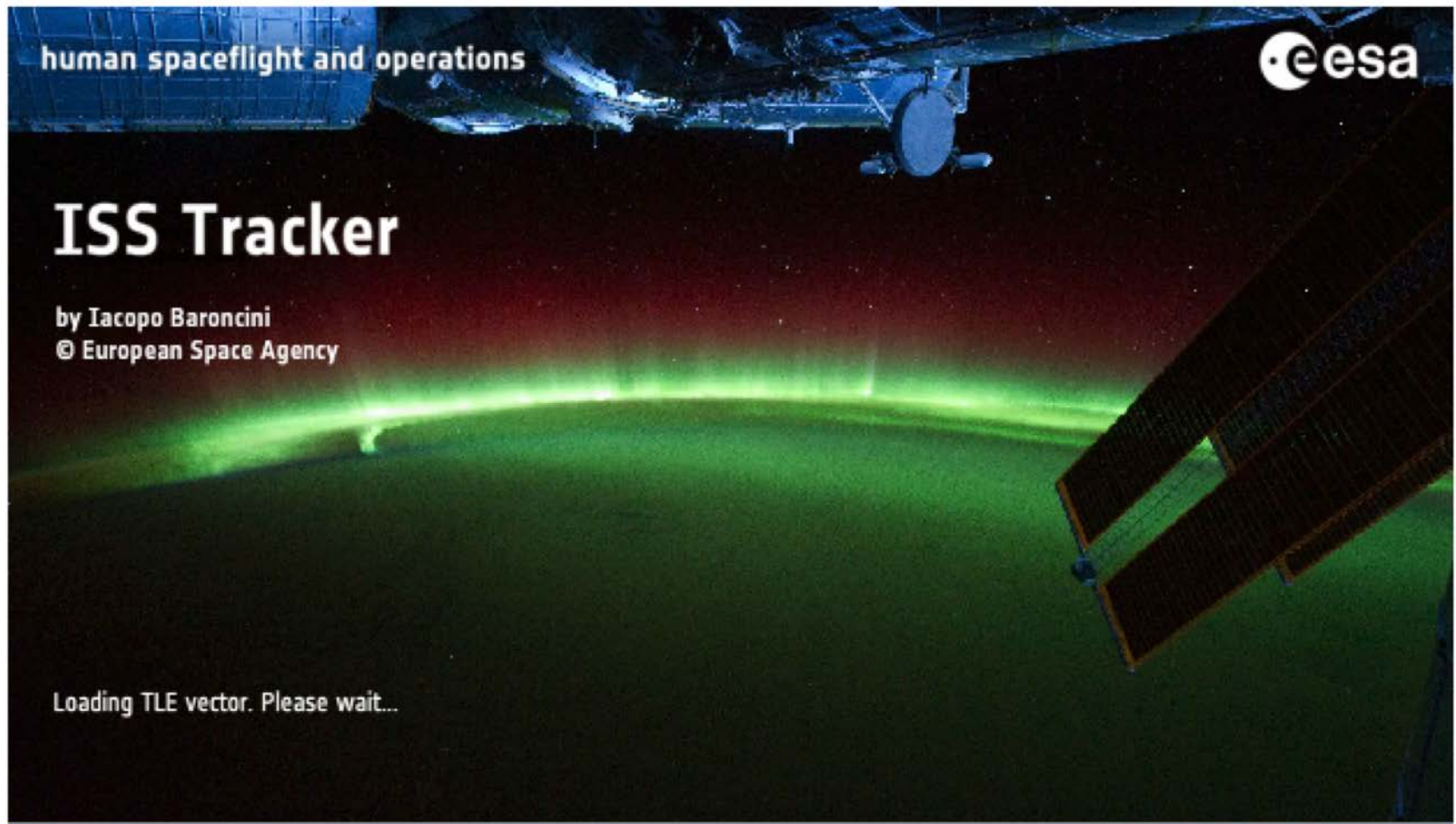


Now Showing: Landsat 7

Visualização de passagem de satélite em tempo (quase) real

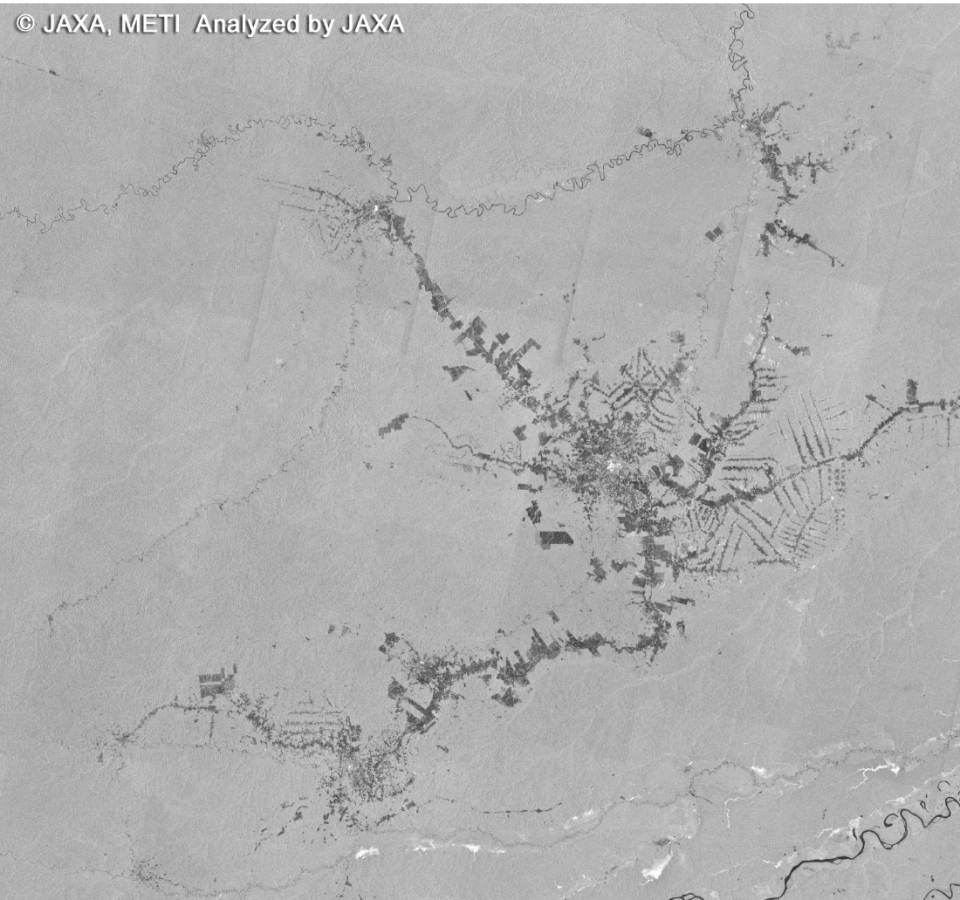
VISUALIZAÇÃO DE PASSAGEM DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

WHERE IS THE INTERNATIONAL SPACE STATION?

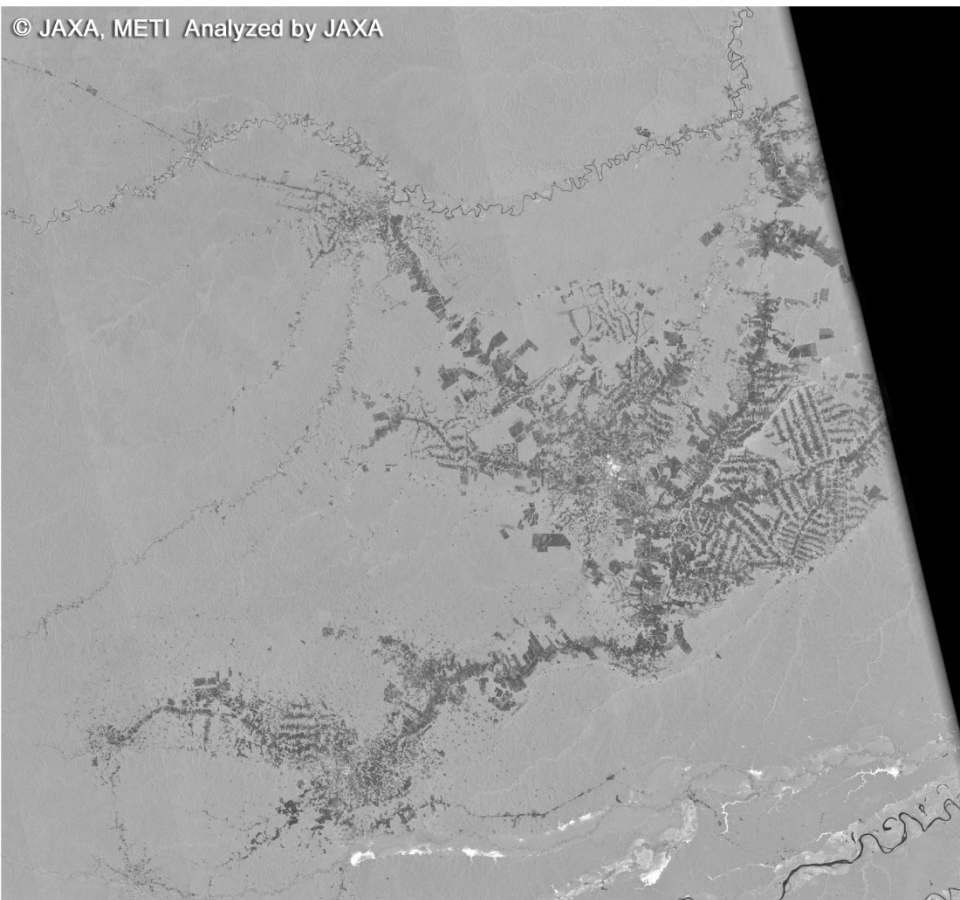


<http://www.ustream.tv/channel/iss-hdev-payload>

Imagens de Radar do JERS e PALSAR na Amazônia Brasileira



JERS-1995



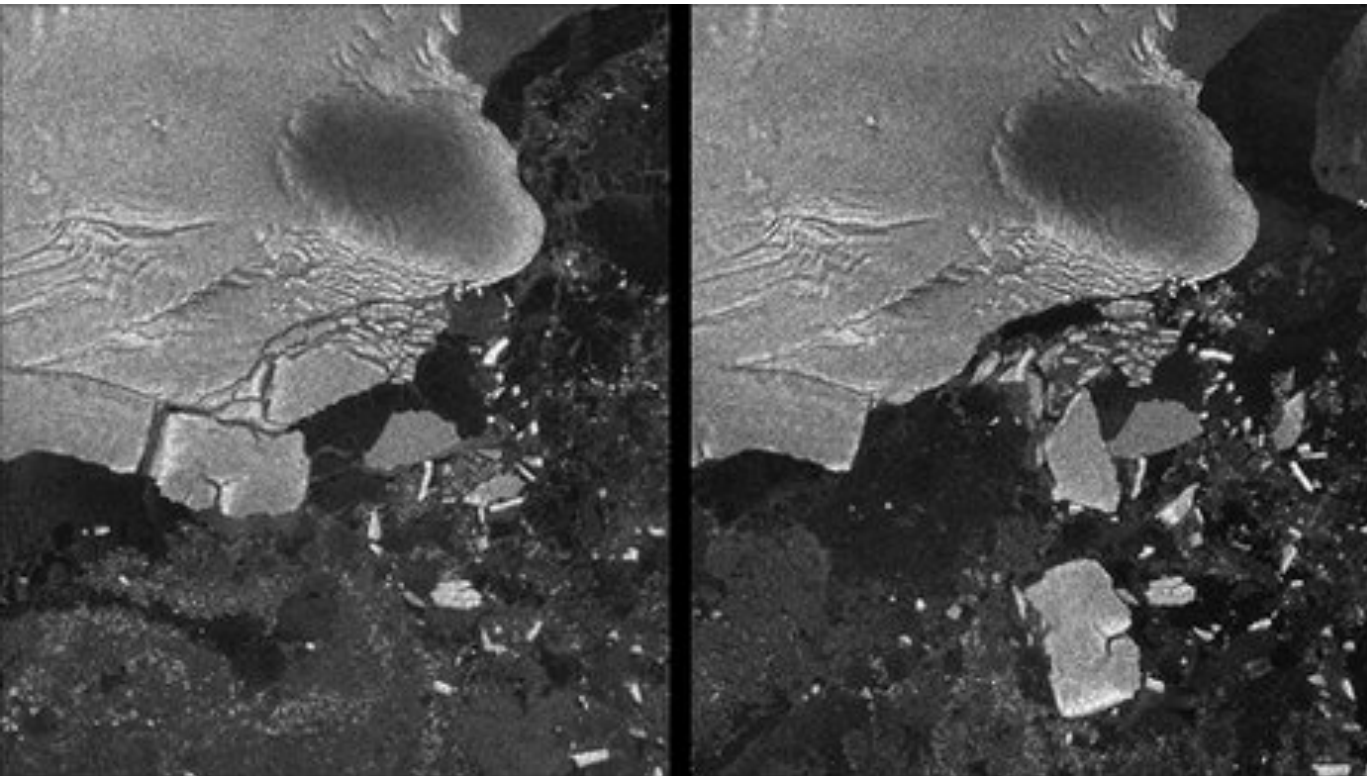
ALOS-PALSAR-2006

RADARSAT

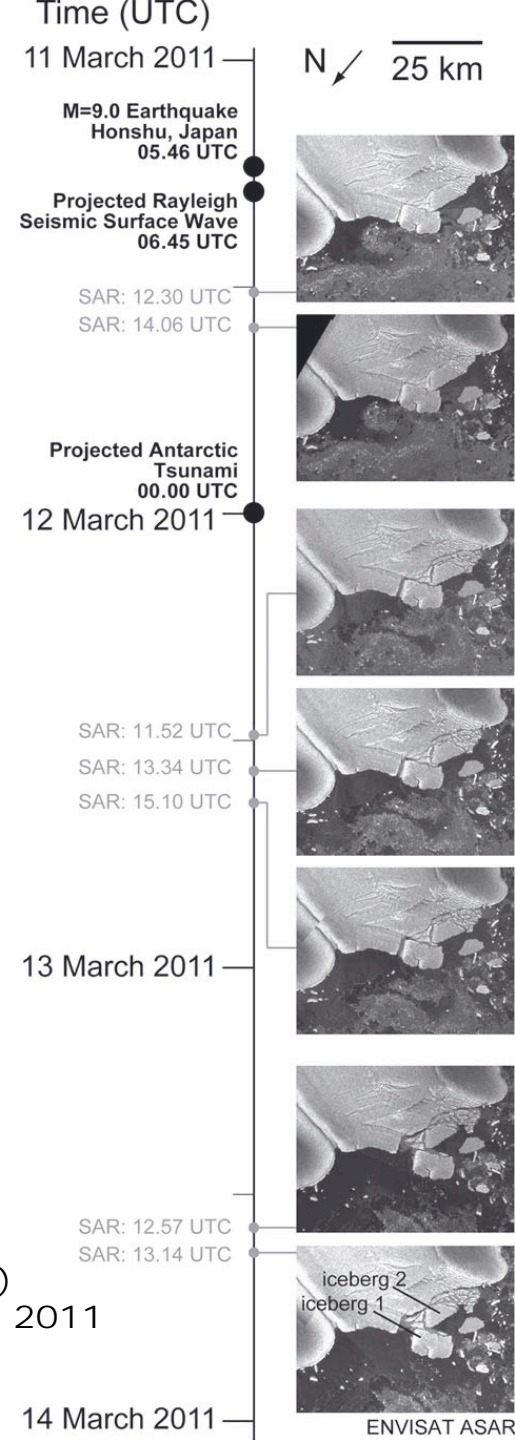


Exsudações de óleo
(manchas pretas circulares)
detectadas em imagem
RADARSAT ScanSAR Narrow
do Green Canyon, Golfo do Mexico

ENVISAT ASAR

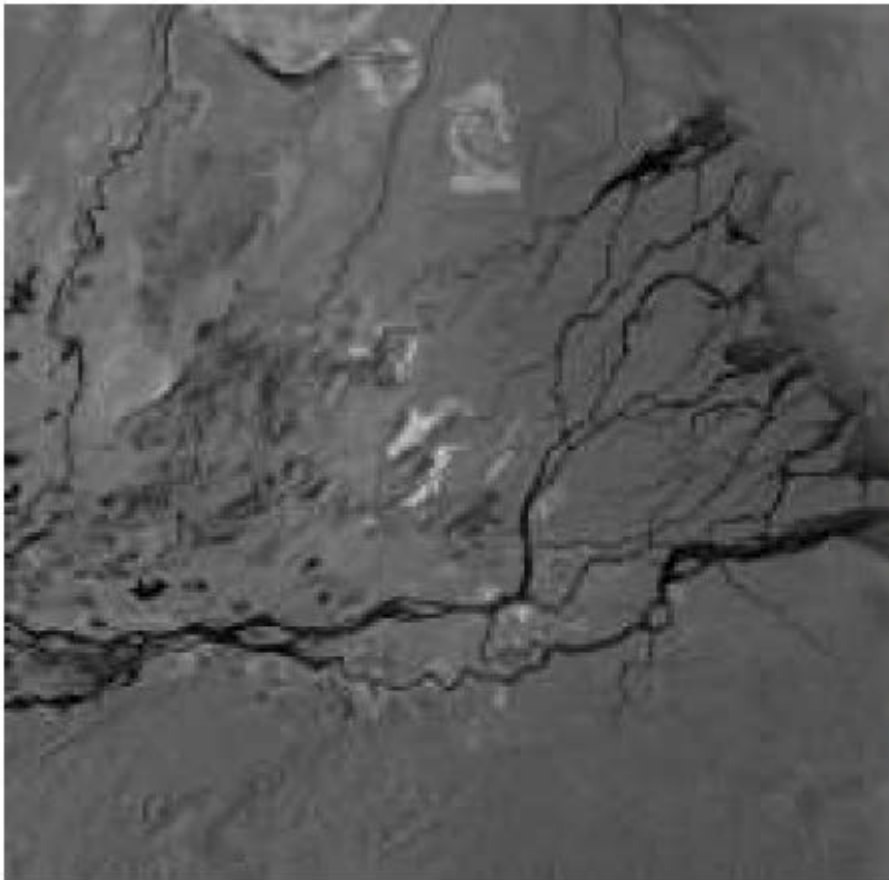


Images captured by Envisat on 12 (l) and the 16 (r) of March show ice breaking off into the sea



BRUNT et al. Antarctic ice-shelf calving triggered by the Honshu (Japan) earthquake and tsunami, March 2011. Journal of Glaciology, Vol. 57, No. 205 2011

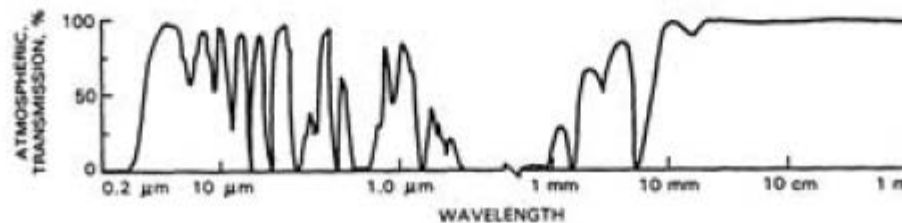
Pouca Interferência Atmosférica



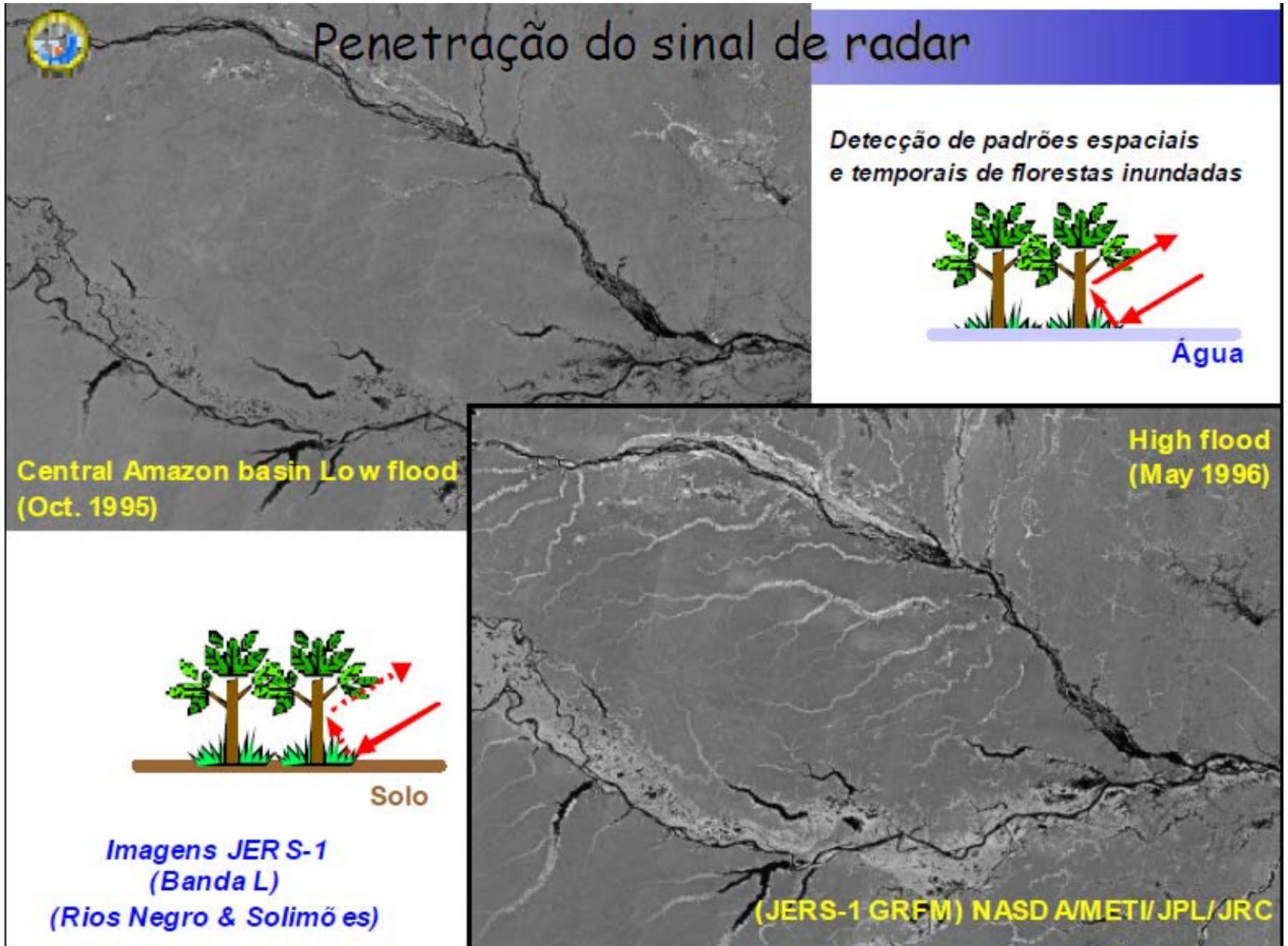
Radarsat - Banda-C



Landsat - TM 345



Penetração e Interação com a Água



PRINCIPAIS TIPOS DE SISTEMAS SENSORES

- ❖ Câmeras Fotográficas
- ❖ Scanners (Sistemas de Varredura Eletrônica)
- ❖ Radares Imageadores SAR

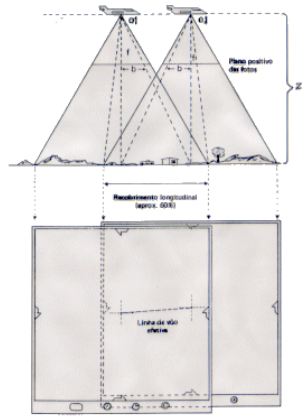
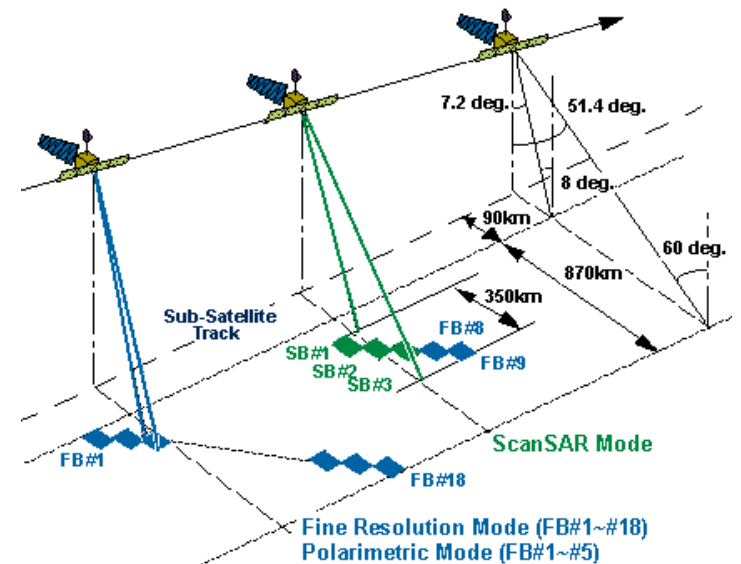
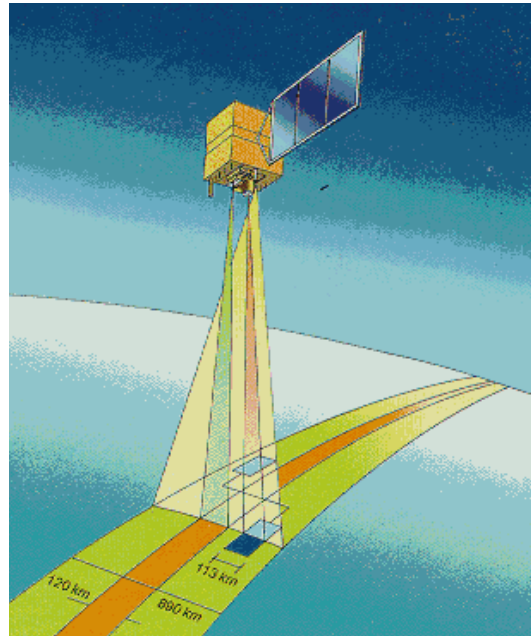
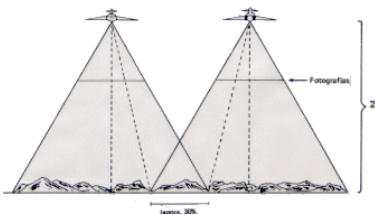


fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal

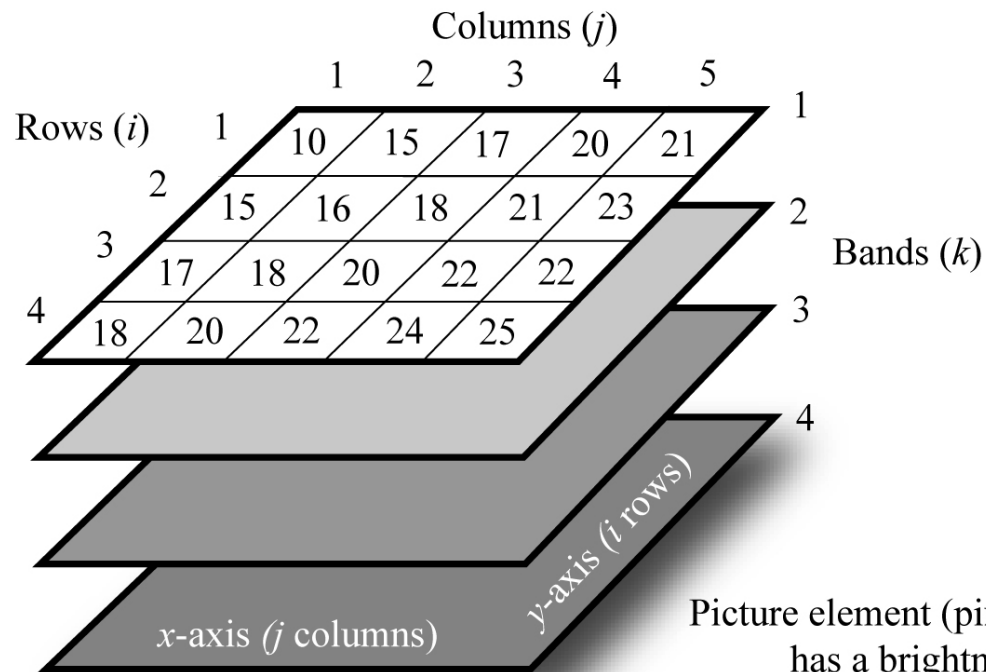


Características das Imagens e Tipos de Resolução

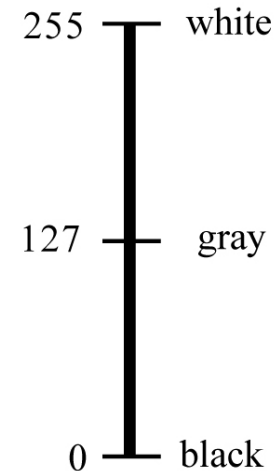
Características das Imagens

Remote Sensing Raster (Matrix) Data Format

Digital Image Terminology



Brightness value range (often 8-bit)

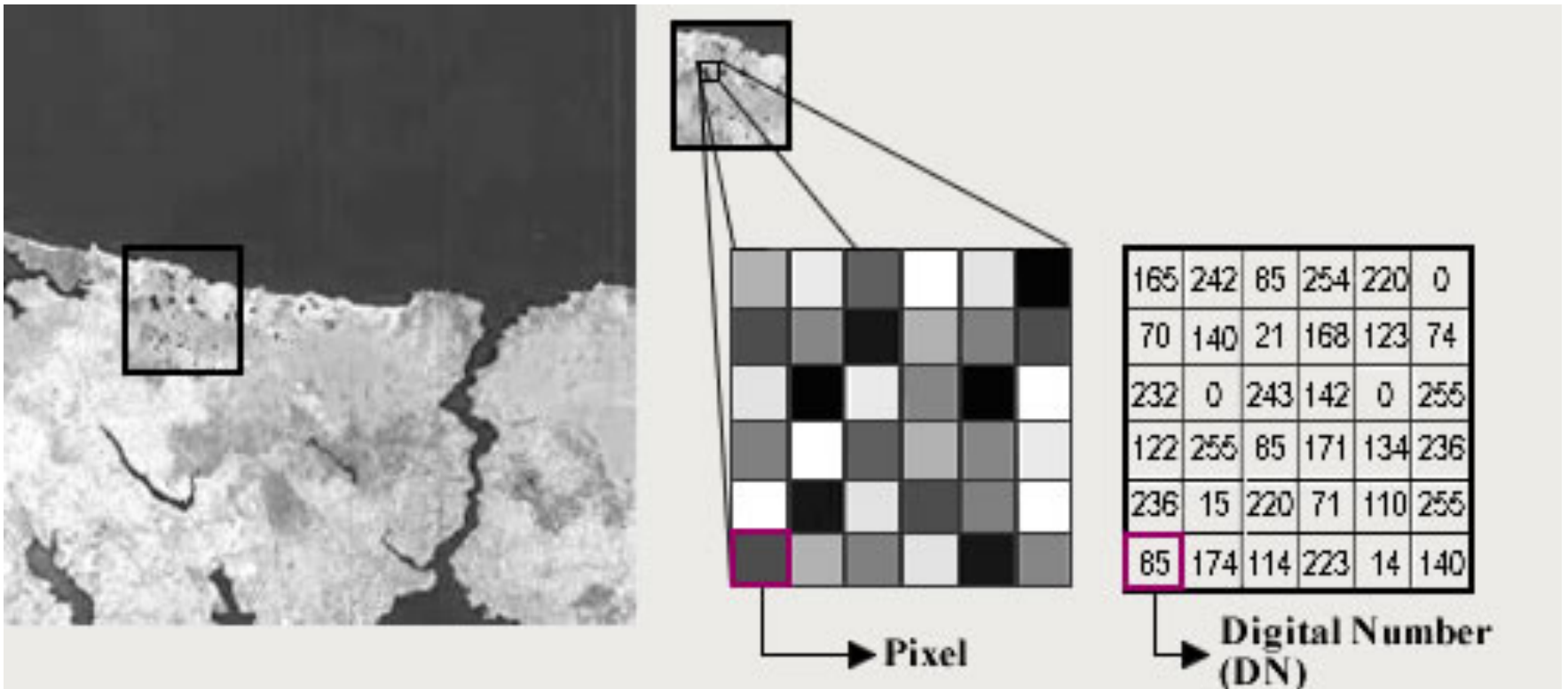


Associated grayscale

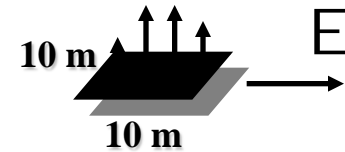


Picture element (pixel) at location row 4, column 4, band 1 has a brightness value of 24, i.e., $BV_{4,4,1} = 24$

Nível de Cinza (NC)



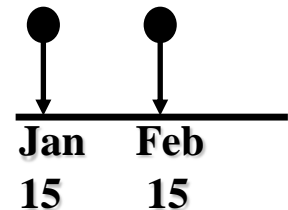
Tipos de Resolução



Espacial – capacidade de distinguir 2 objetos separados por uma determinada distância (relacionado ao tamanho do pixel).



Espectral - número e largura das bandas espectrais do sensor



Temporal - repetitividade do satélite (tempo entre as passagens pela mesma área)



Radiométrica -sensibilidade na detecção de pequenas diferenças na energia eletromagnética, expressa pelo número de tons de cinza (DNs)

DIFERENTES RESOLUÇÕES DAS IMAGENS SATELITAIS

- Resolução espacial (depende do tamanho do pixel)
- Resolução espectral (depende do número de bandas)
- Resolução radiométrica (depende da intensidade da radiação refletida expressada em tons de cinza)
- Resolução temporal (depende do tempo de repassagem do sensor expressado em dias)

DIFERENTES RESOLUÇÕES DAS IMAGENS SATELITAIS

- Resolução espacial (1 km, 250 m, 30 m, 5 m, 20 cm)
- Resolução espectral (7 bandas, 12 bandas, 250 bandas)
- Resolução radiométrica (8 bits, 11 bits, 12 bits)
- Profundidade de cor (256, 2048, 4096)
- Resolução temporal (16 dias, 1 dia, 12 horas)

Resolução Espacial: Classificação segundo o tamanho do pixel

- Muito Baixa (pixel maior que 1 km)
- Baixa (pixel maior que 200 m)
- Mediana (pixel maior que 10 m)
- Alta (pixel maior que 1 m)
- Hiper Alta (pixel menor que 1 m)

Também chamada de super-alta resolução ou submétrica.

Imagery of Harbor Town in Hilton Head, SC, at Various Nominal Spatial Resolutions



a. 0.5 x 0.5 m.



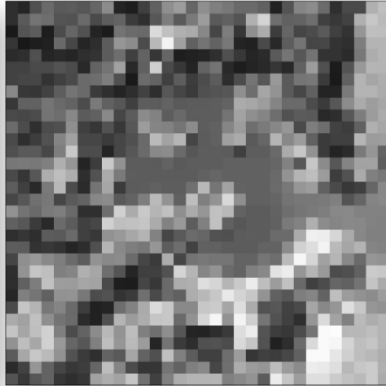
b. 1 x 1 m.



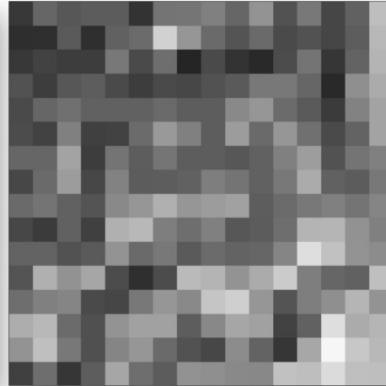
c. 2.5 x 2.5 m.



d. 5 x 5 m.



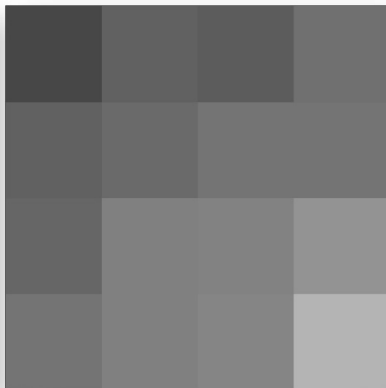
e. 10 x 10 m.



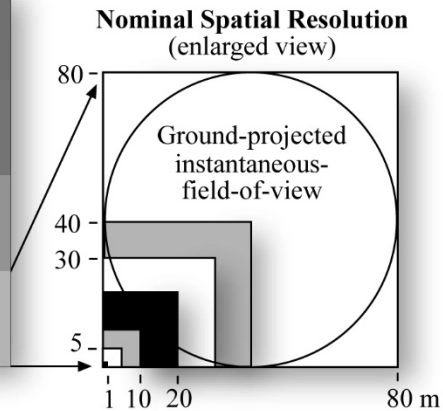
f. 20 x 20 m.



g. 40 x 40 m.



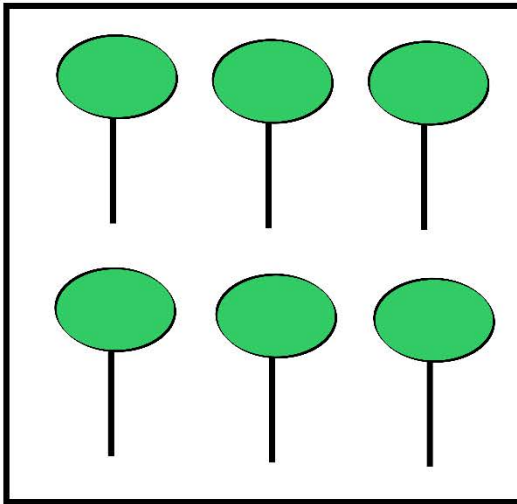
h. 80 x 80 m.



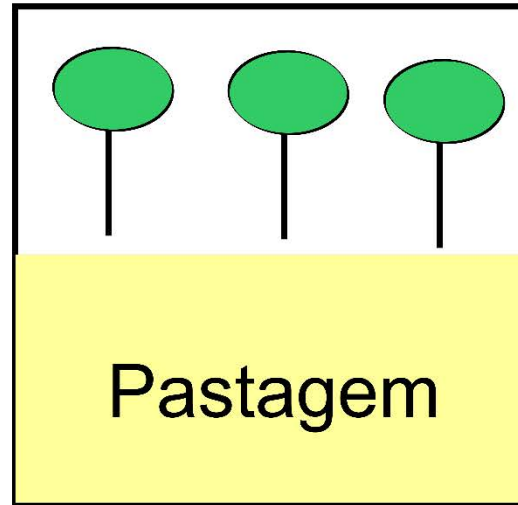
Resolução Espacial

Efeito de Mistura do Pixel

100% (Floresta)

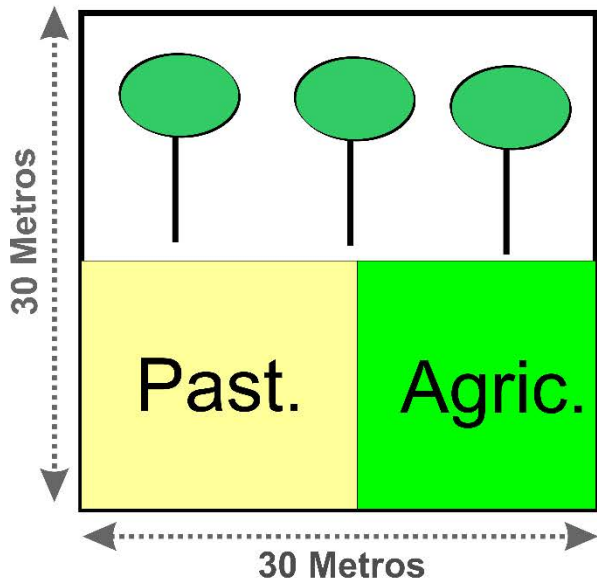


50% (Flor.) + 50% (Past.)

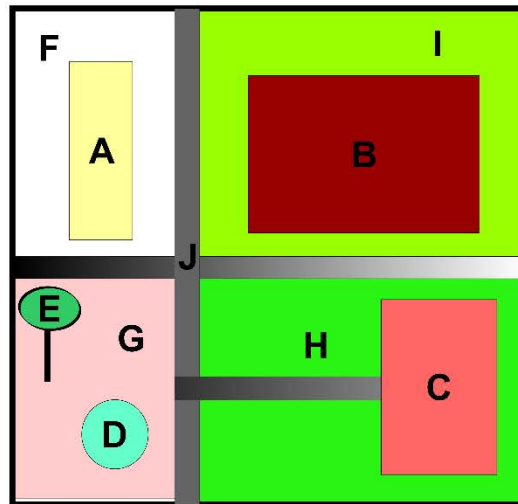


Especialmente em aplicações urbanas, a resolução espacial do pixel precisa ser maior para diminuir o efeito de mistura.

50% (Flor.) + 25% (Past.) + 25% (Agr.)



Área Urbana (A + B + C + ...)



A + B + C + D + E + F + G + H + I + J

IMAGEM DE SATÉLITE LANDSAT



IMAGEM DO SATÉLITE LANDSAT



IMAGEM DE SATÉLITE QUICK BIRD



0 .09 .18 .27
Kilometers

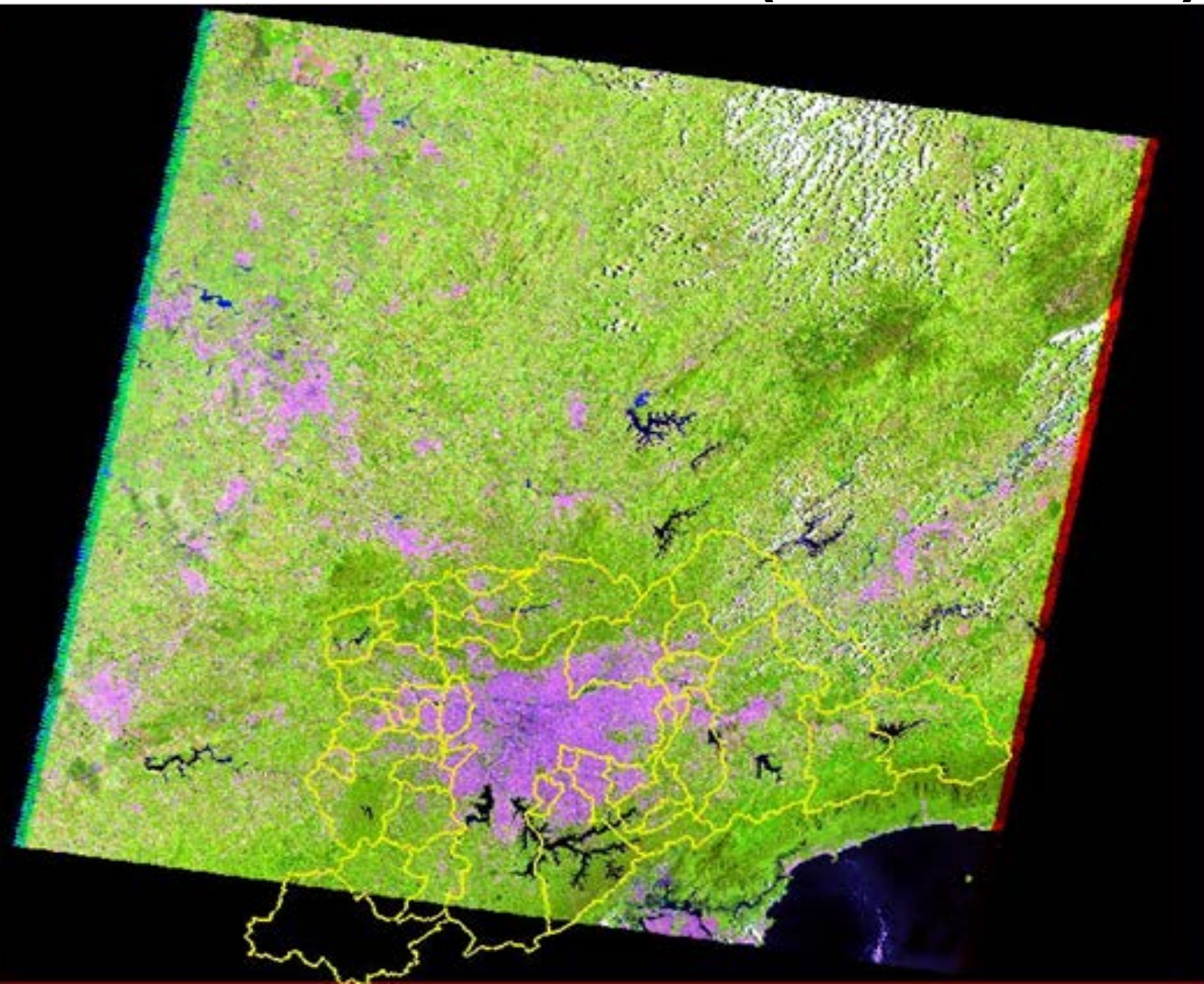
IMAGEM DE SATÉLITE QUICK BIRD



IMAGEM DE SATÉLITE QUICK BIRD



IMAGEM LANDSAT (195 X 135 km)



Resolução
espacial
de 30 m.

IMAGEM LANDSAT (1:450.000)

Resolução espacial de 30 m.

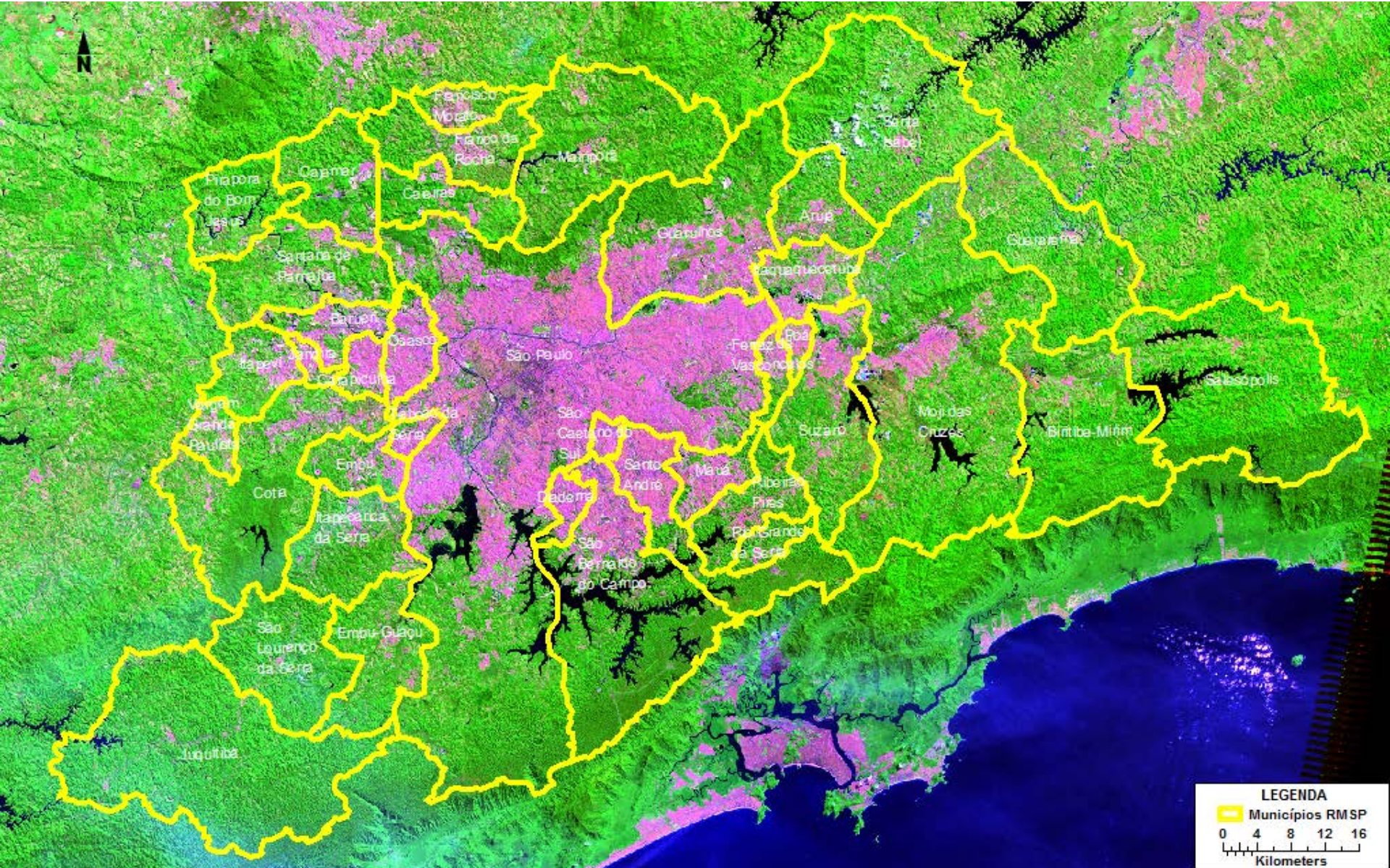


IMAGEM LANDSAT (1:200.000)

Resolução espacial de 30 m.

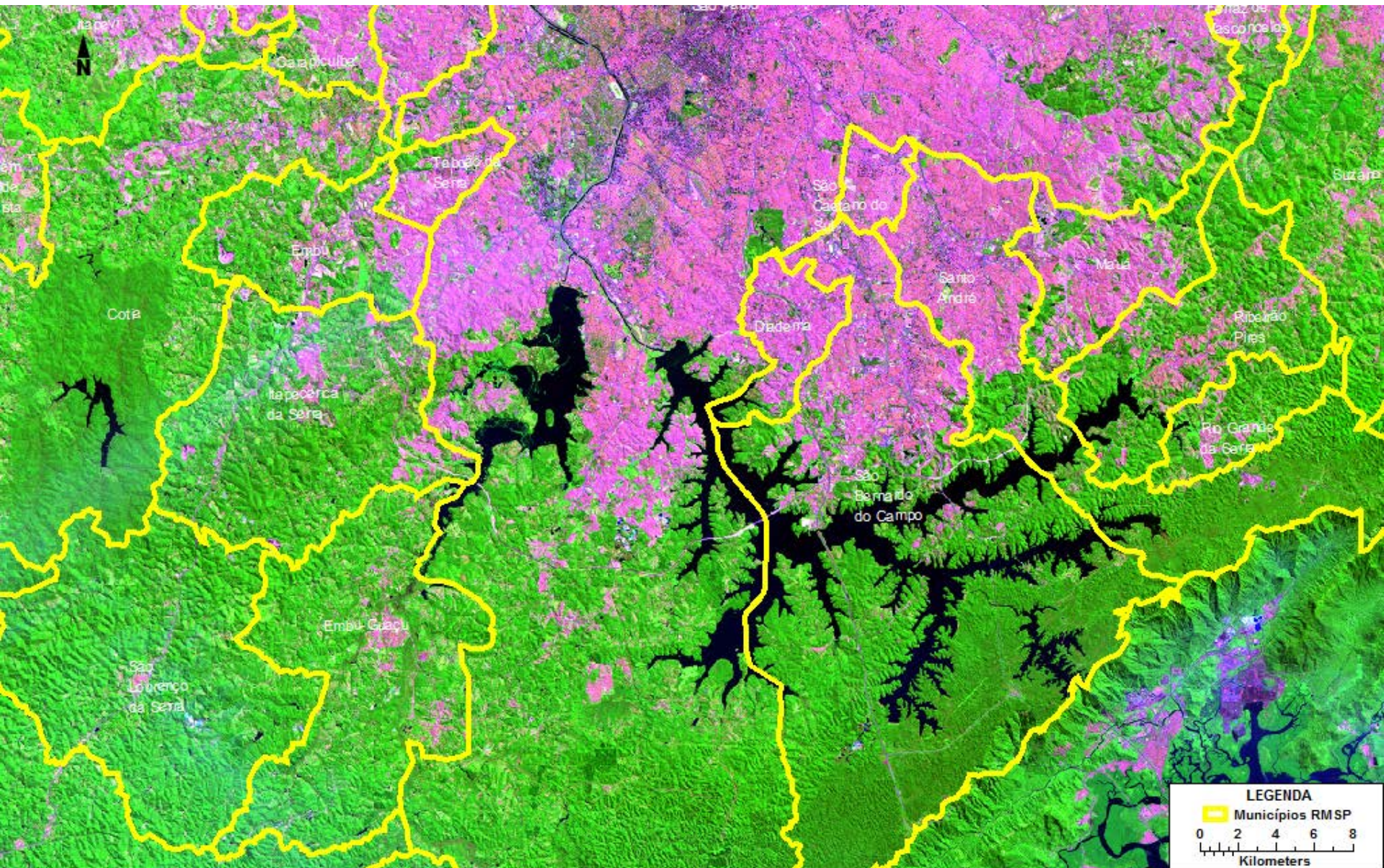


IMAGEM LANDSAT (1:100.000)

Resolução espacial de 30 m.

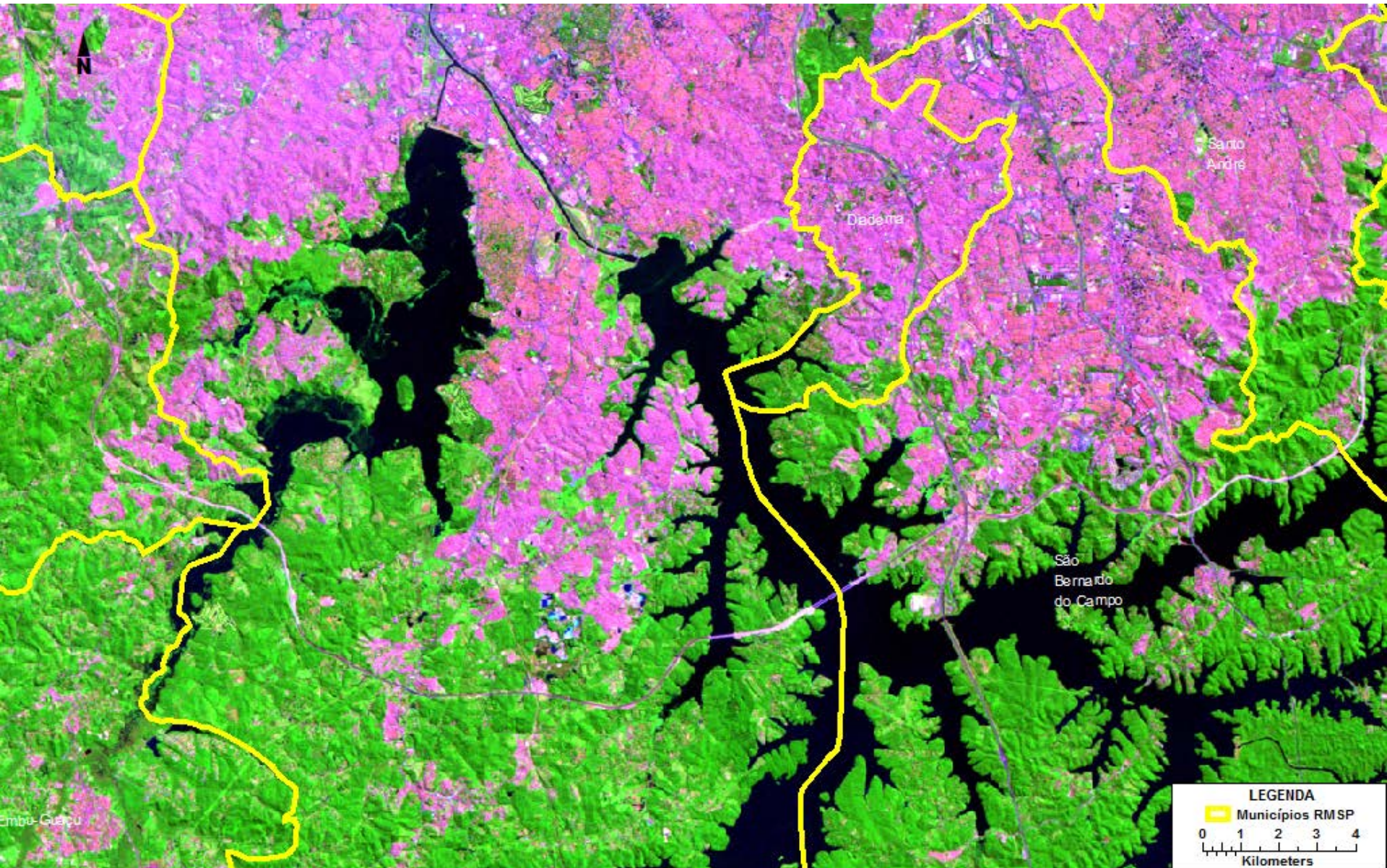


IMAGEM LANDSAT (1:50.000)

Resolução espacial de 30 m.

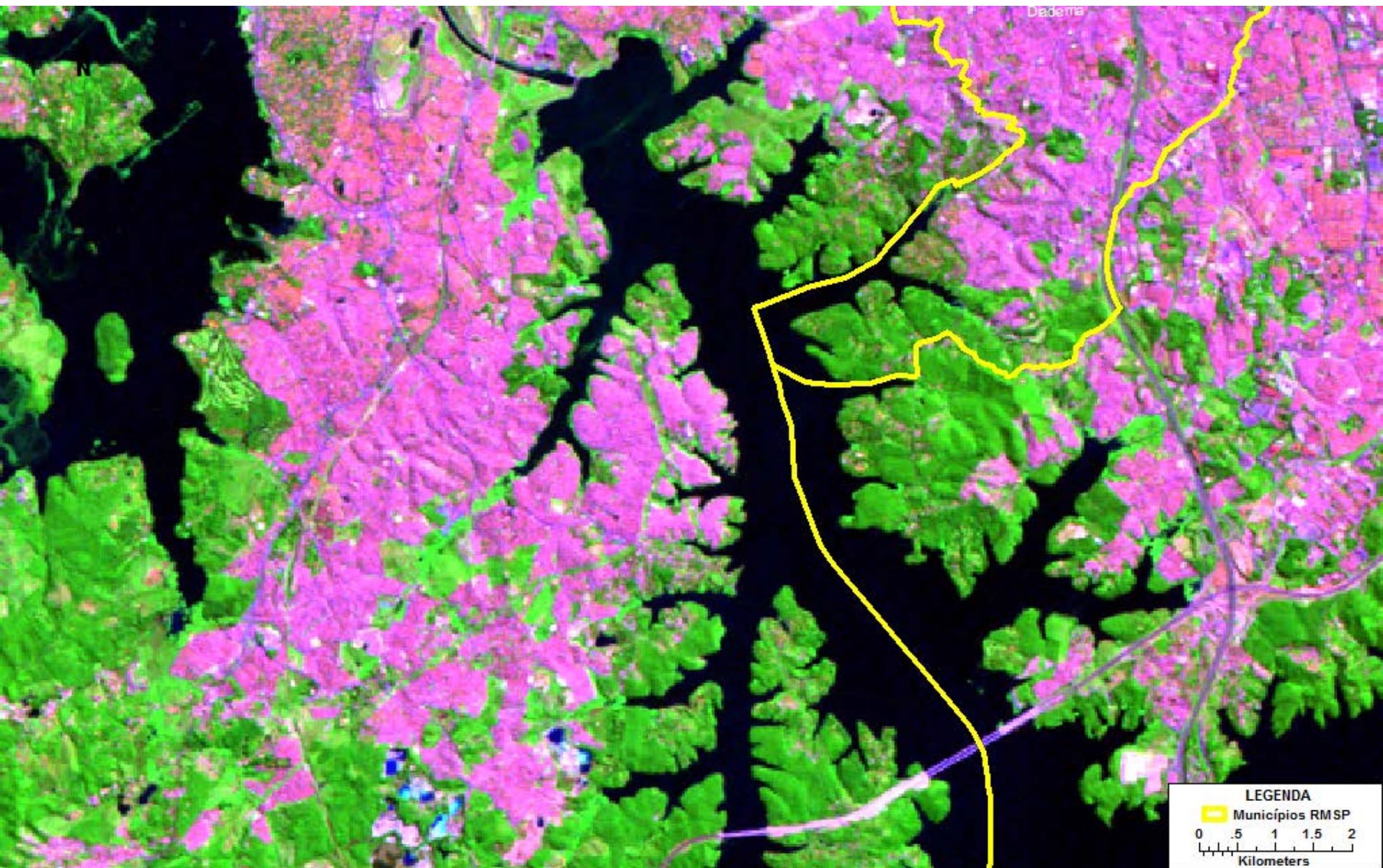


IMAGEM LANDSAT (1:25.000)

Resolução espacial de 30 m.

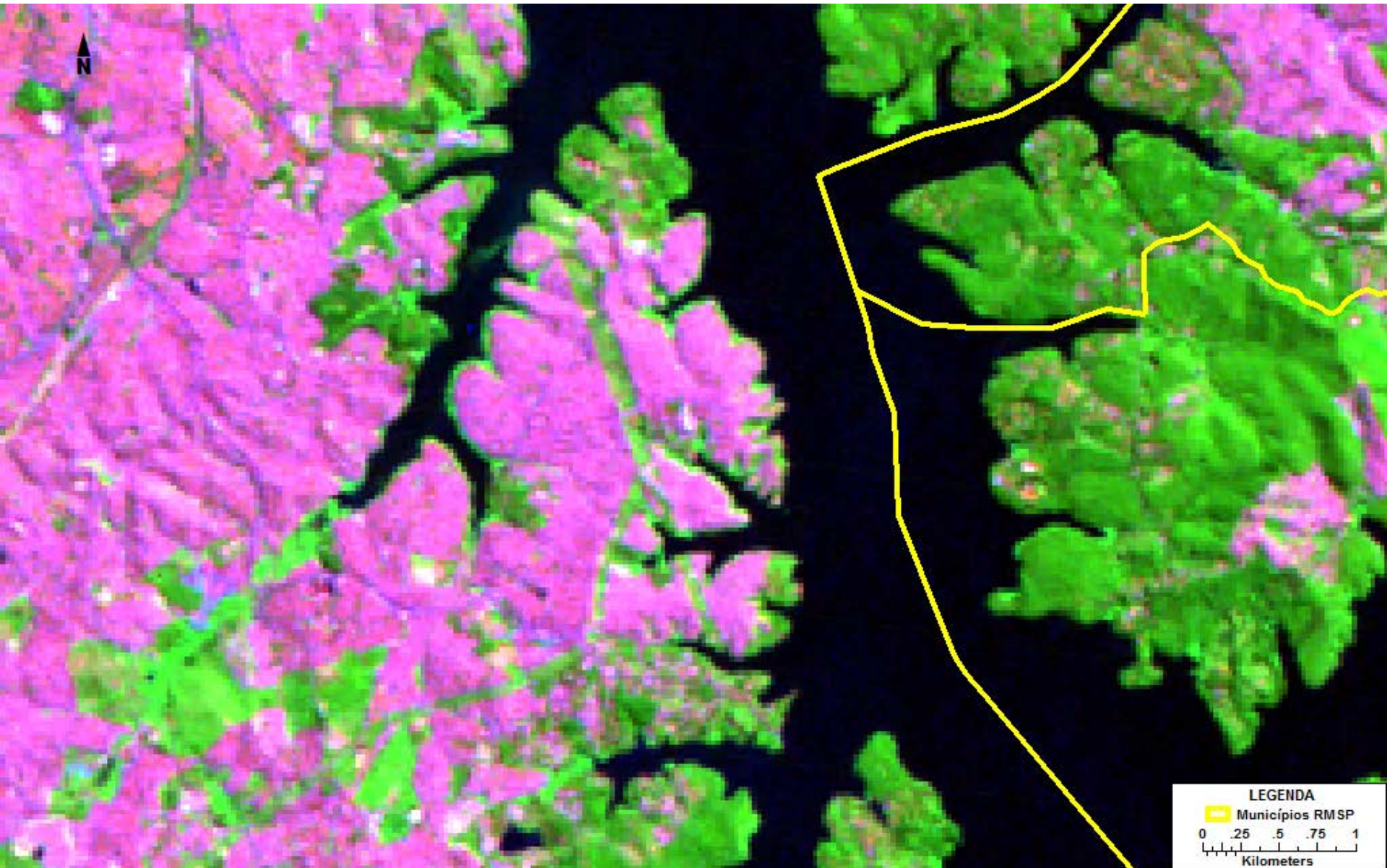
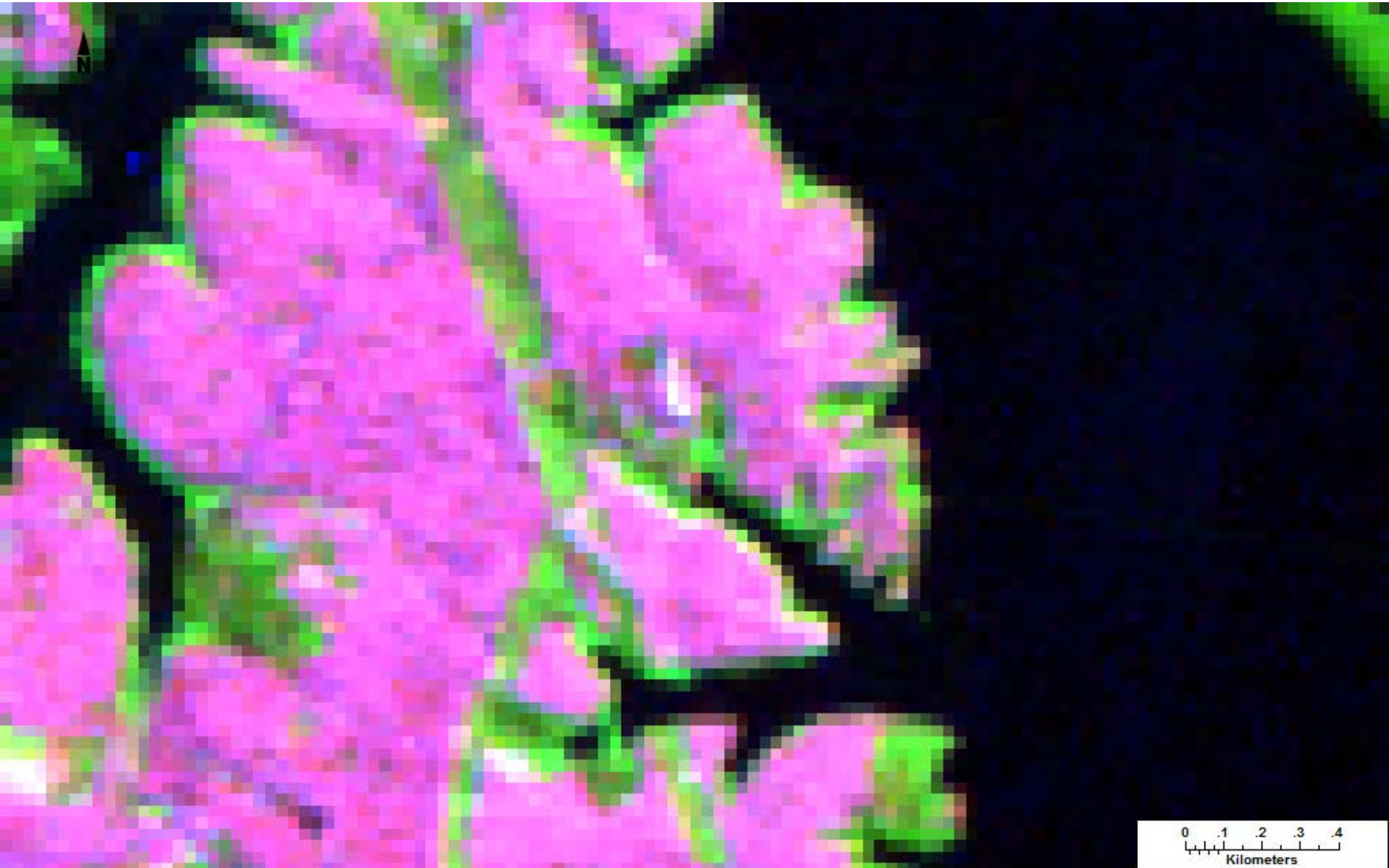


IMAGEM LANDSAT (1:10.000)

Resolução espacial de 30 m.



ORTOFOTO DIGITAL DE ALTA RESOLUÇÃO



ORTOFOTO DIGITAL DE ALTA RESOLUÇÃO



ORTOFOTO DIGITAL DE ALTA RESOLUÇÃO



ORTOFOTO DIGITAL DE ALTA RESOLUÇÃO

(1:500)

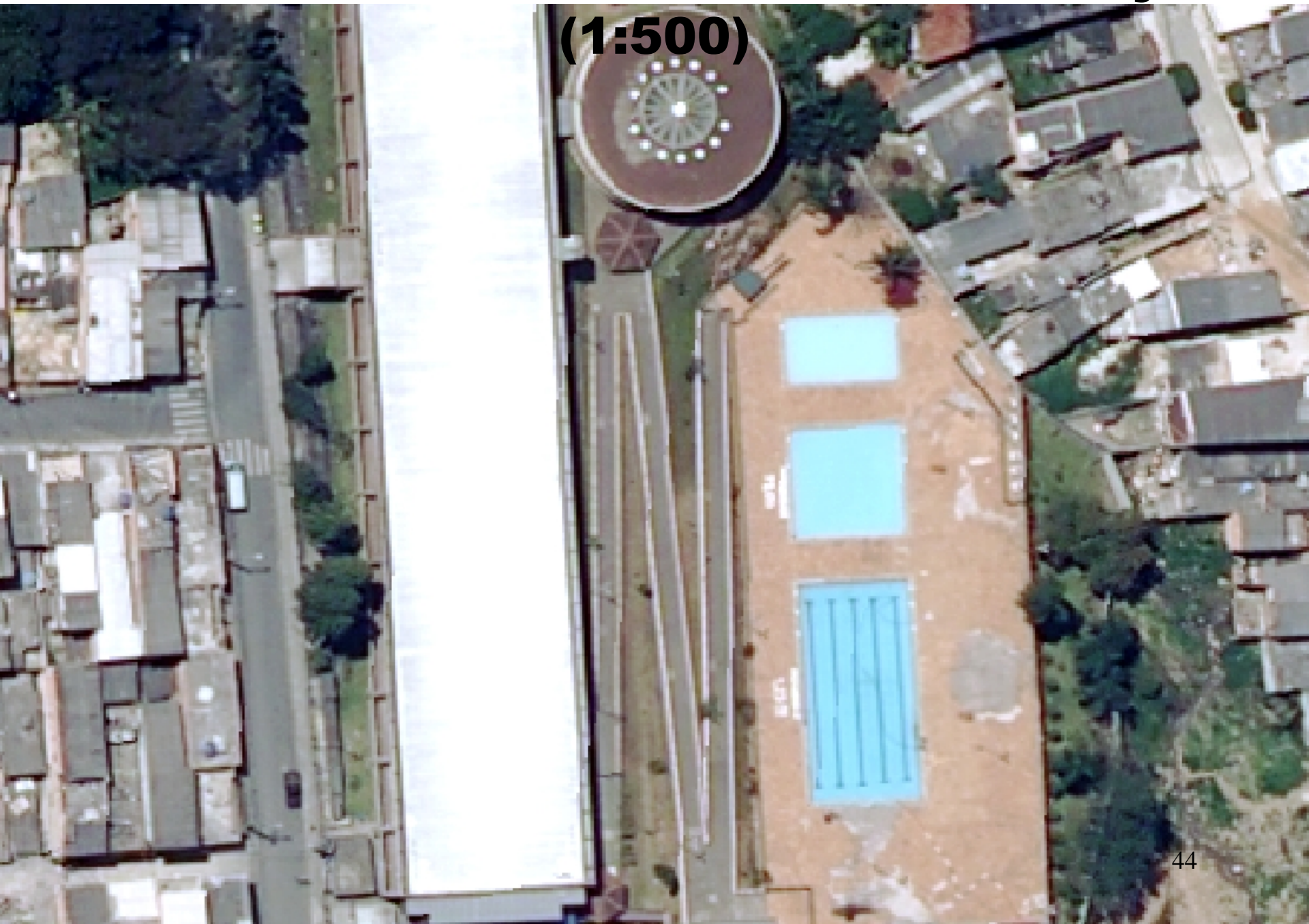


IMAGEM LANDSAT (1:10.000)

Resolução espacial de 30 m.

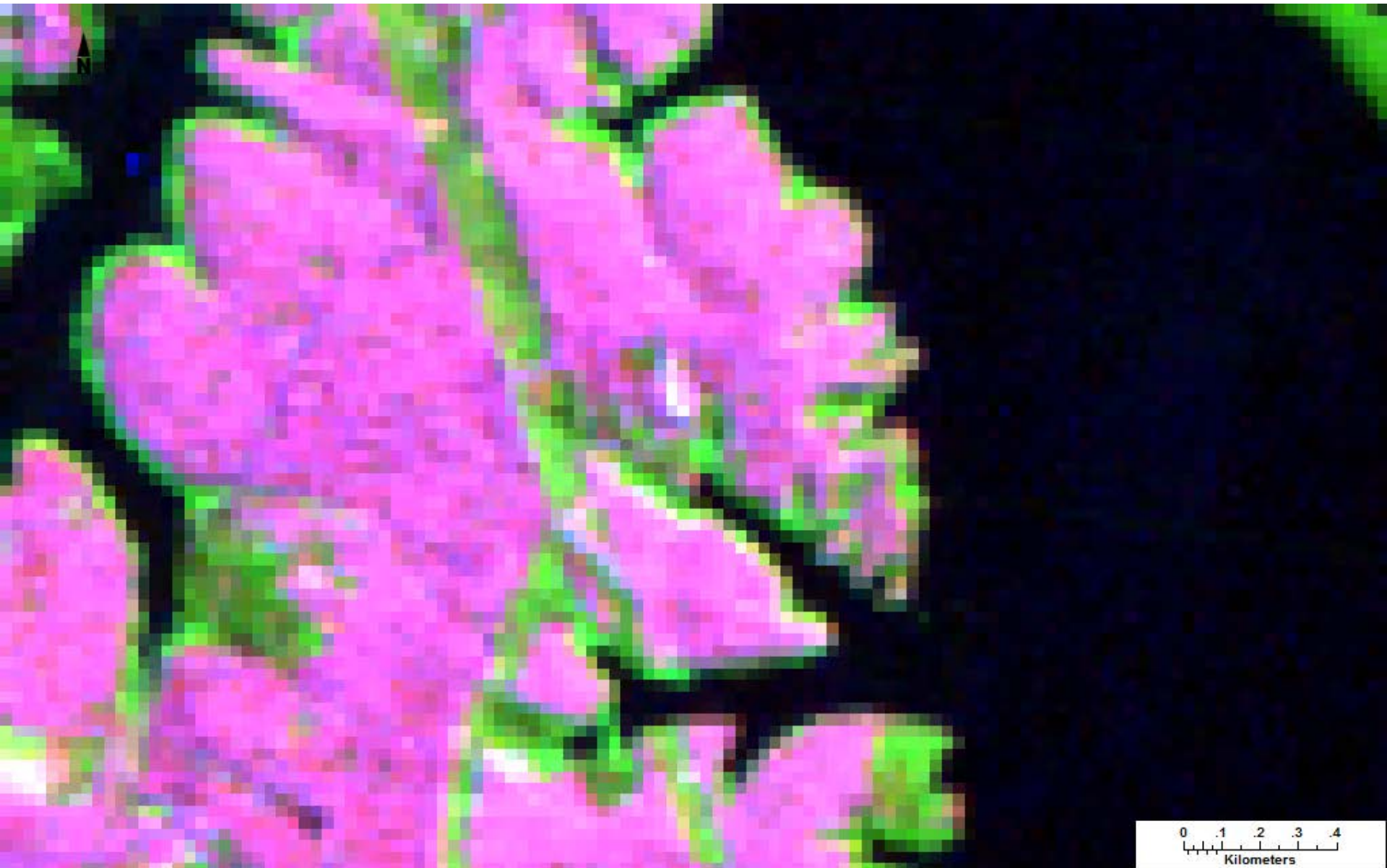


IMAGEM LANDSAT (escala: esquece 1)

Resolução espacial de 30 m.

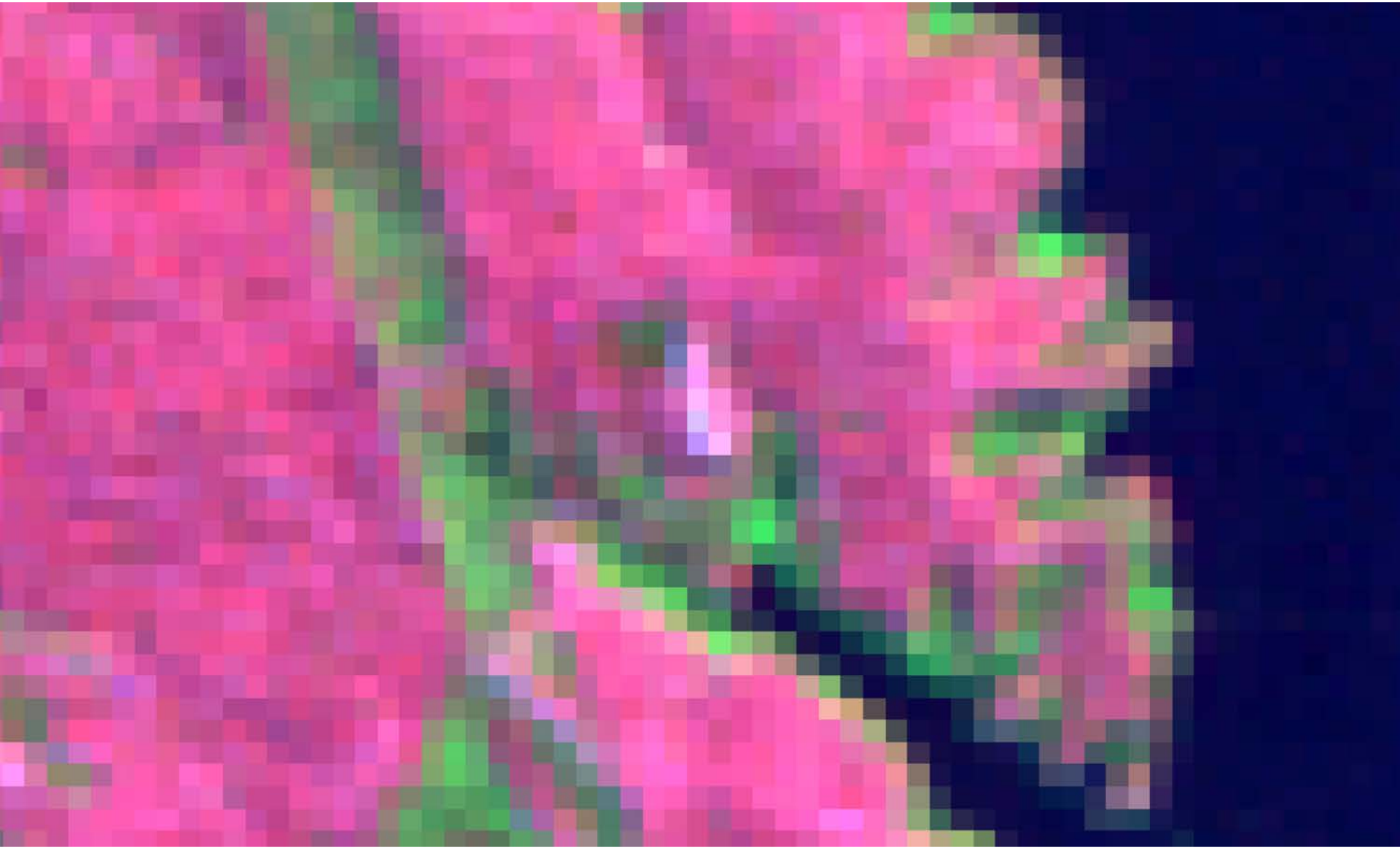


IMAGEM LANDSAT (escala: esquece 2)

Resolução espacial de 30 m.



IMAGEM LANDSAT (escala: absurda)

Resolução espacial de 30 m.



IMAGEM LANDSAT (escala: surreal)

Resolução espacial de 30 m.

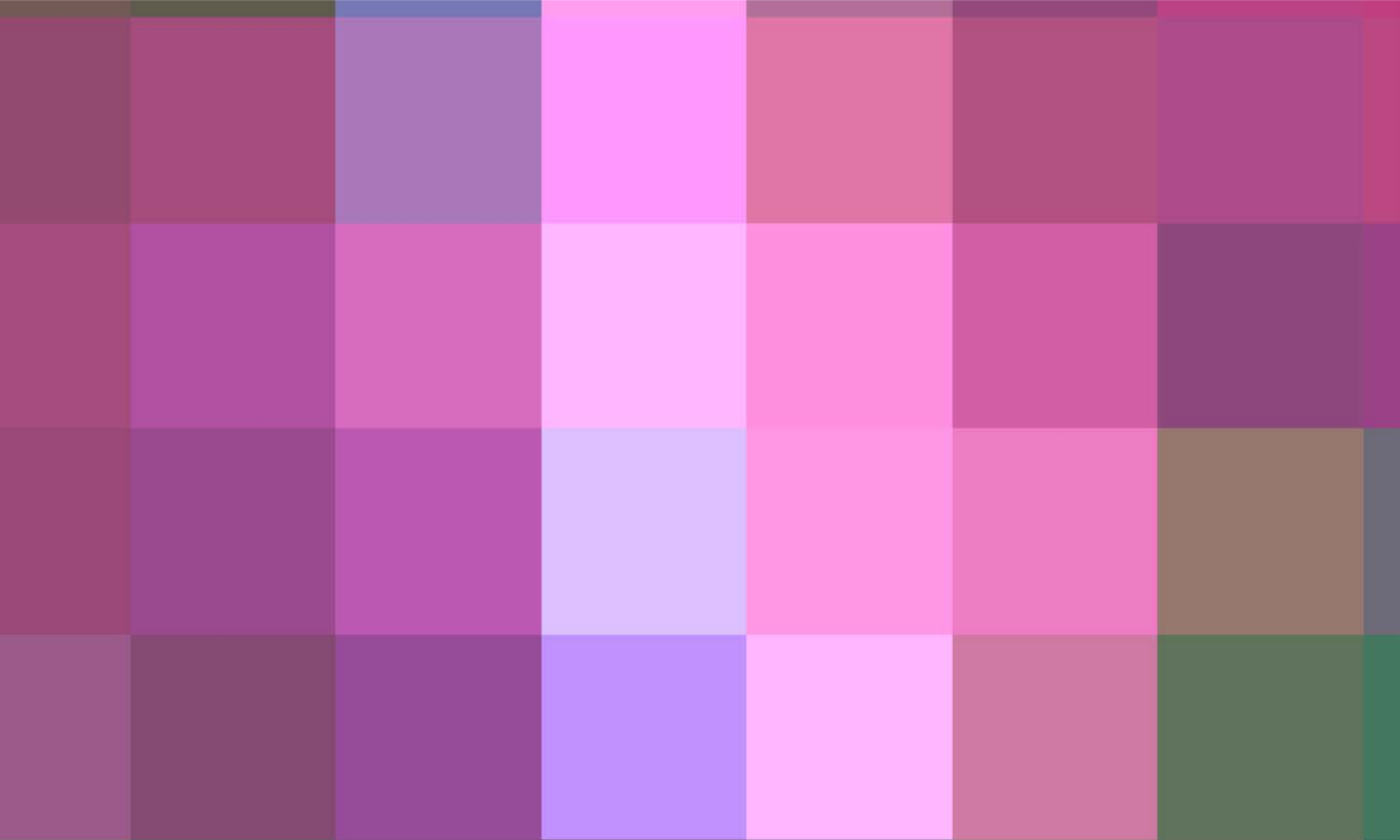
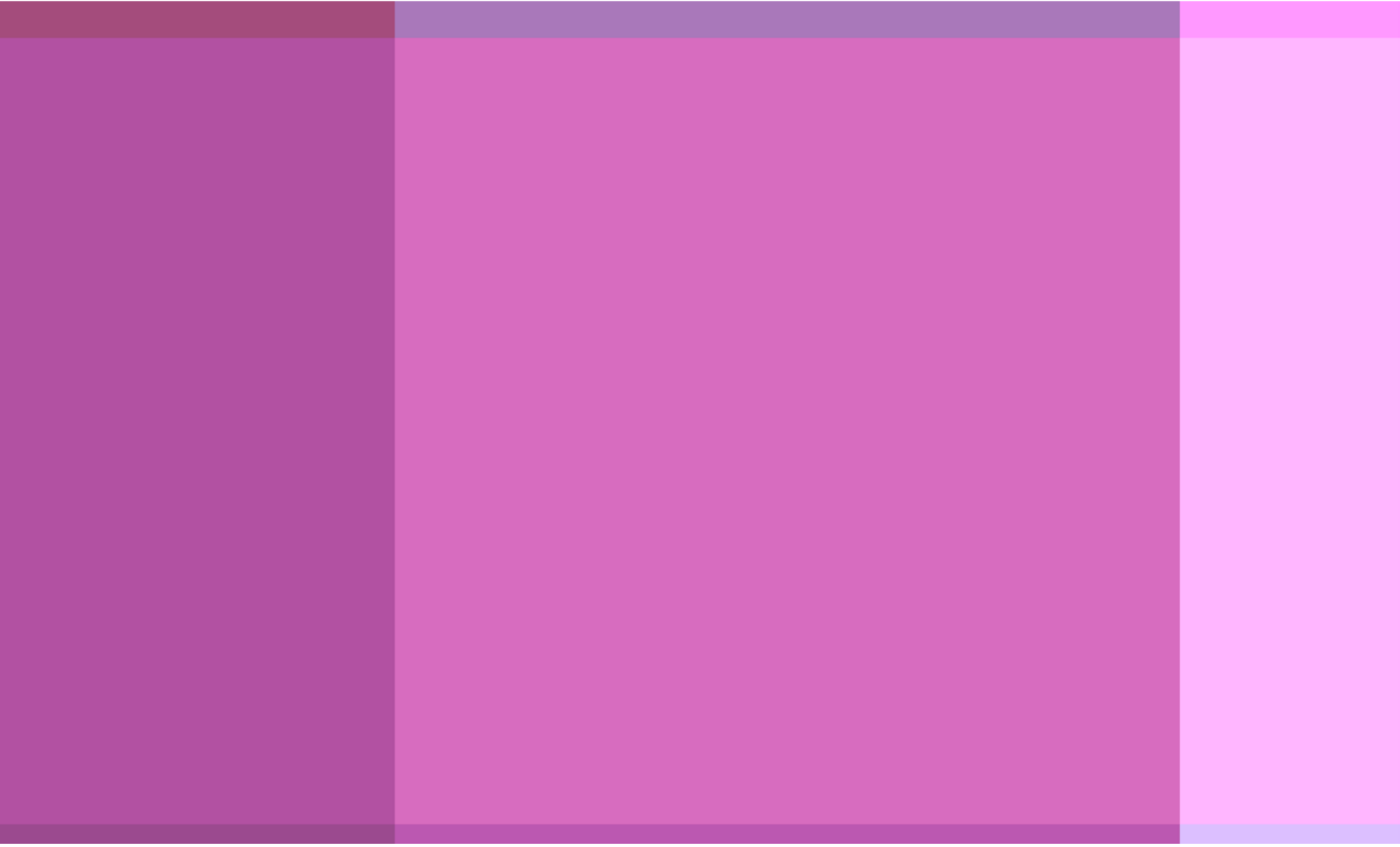
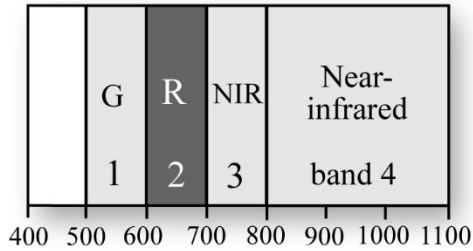


IMAGEM LANDSAT (escala: o pixel!)

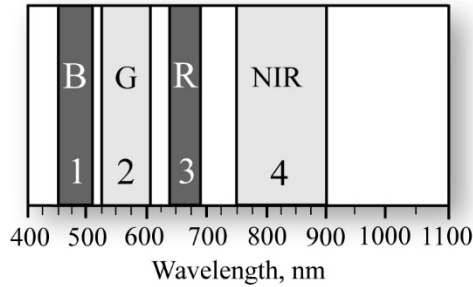
Resolução espacial de 30 m.



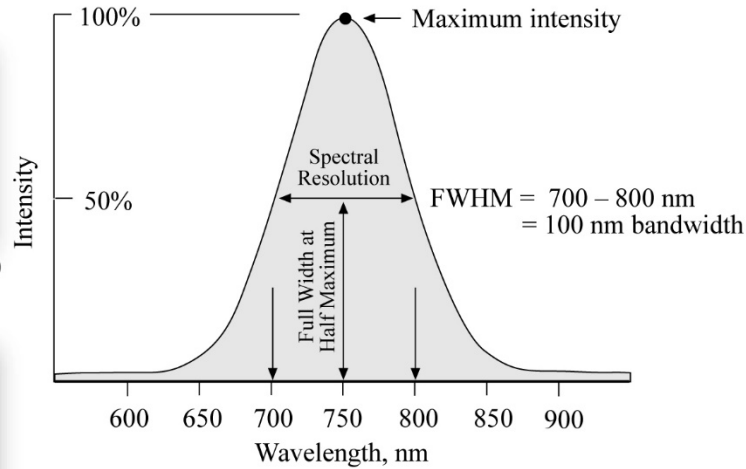
Landsat Multispectral Scanner



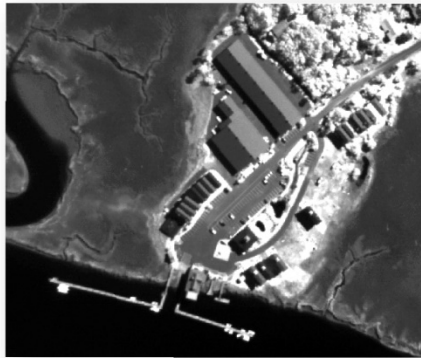
Positive Systems ADAR 5500



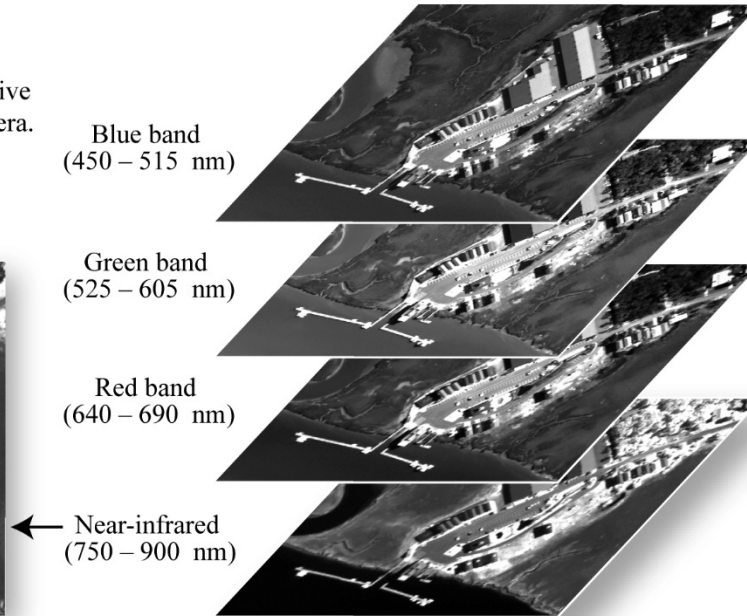
a. Nominal spectral resolution of the Landsat Multispectral Scanner and Positive Systems ADAR 5500 digital frame camera.



b. Precise bandpass measurement of a detector based on Full Width at Half Maximum criteria.



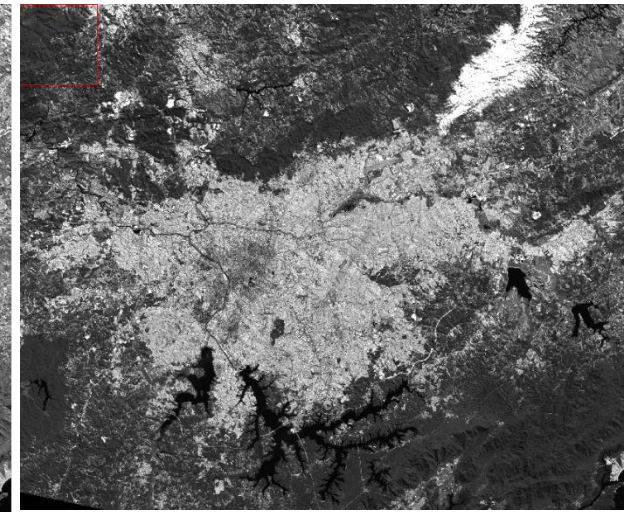
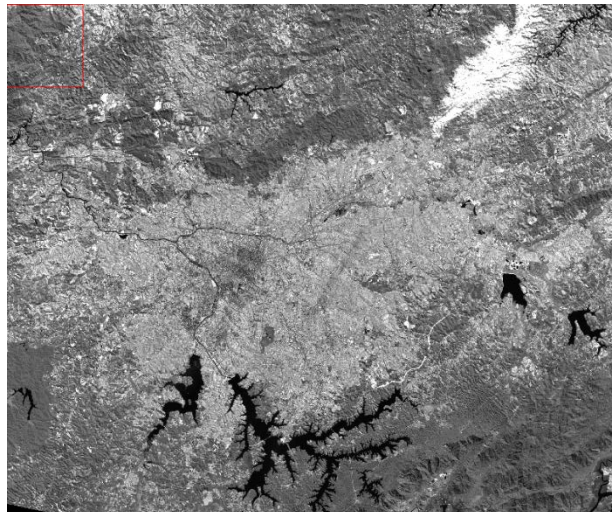
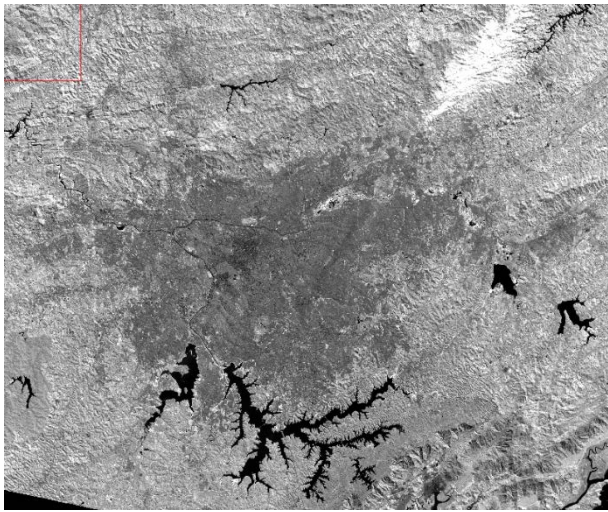
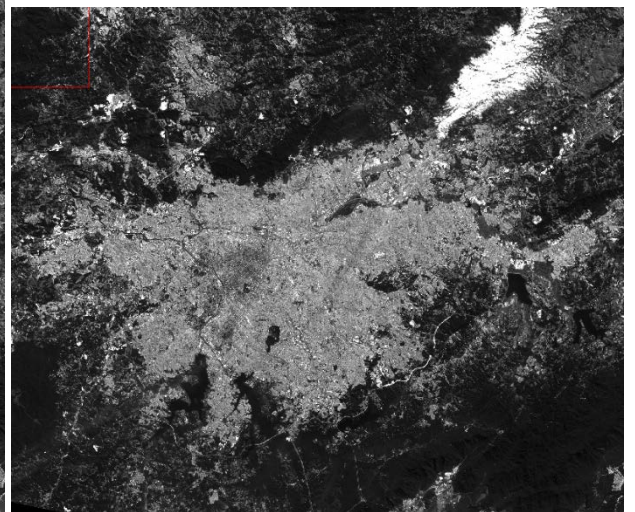
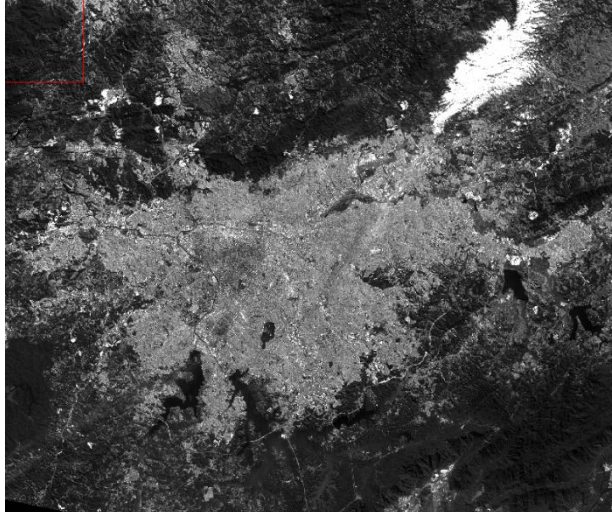
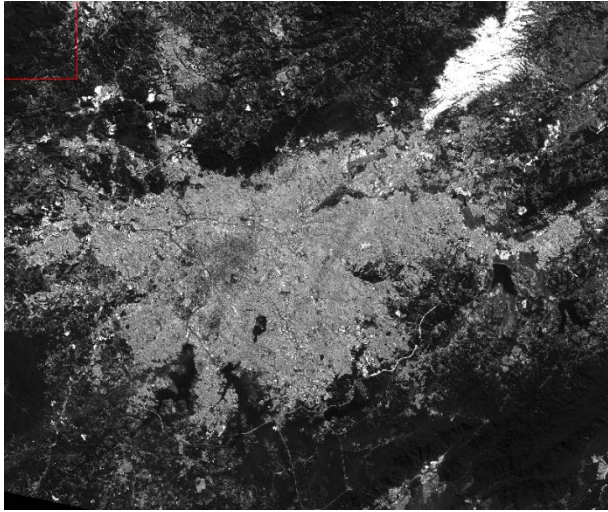
c. Single band of ADAR 5500 data.



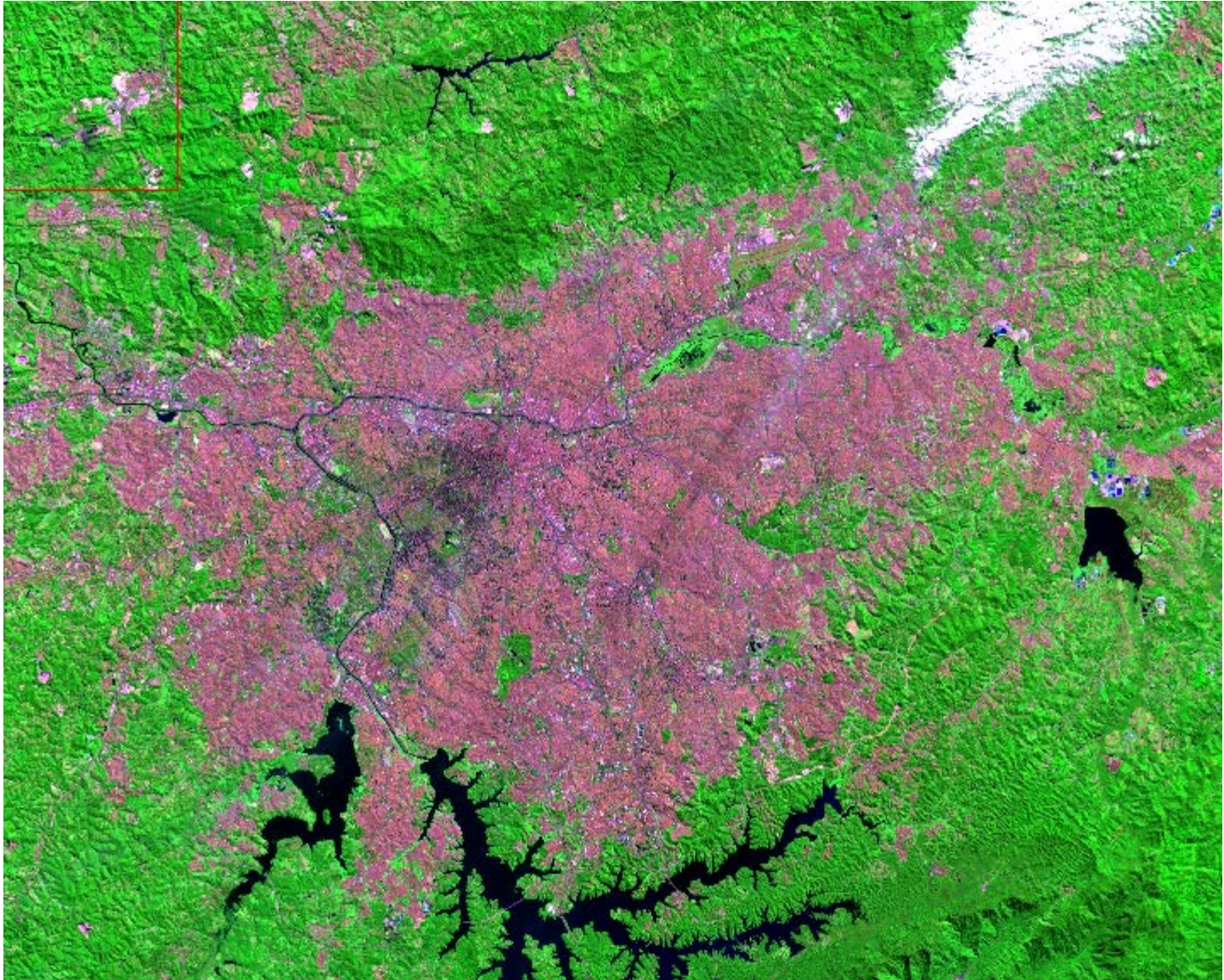
d. Multispectral remote sensing.

Resolução Espectral

Landsat 8 OLI 2013

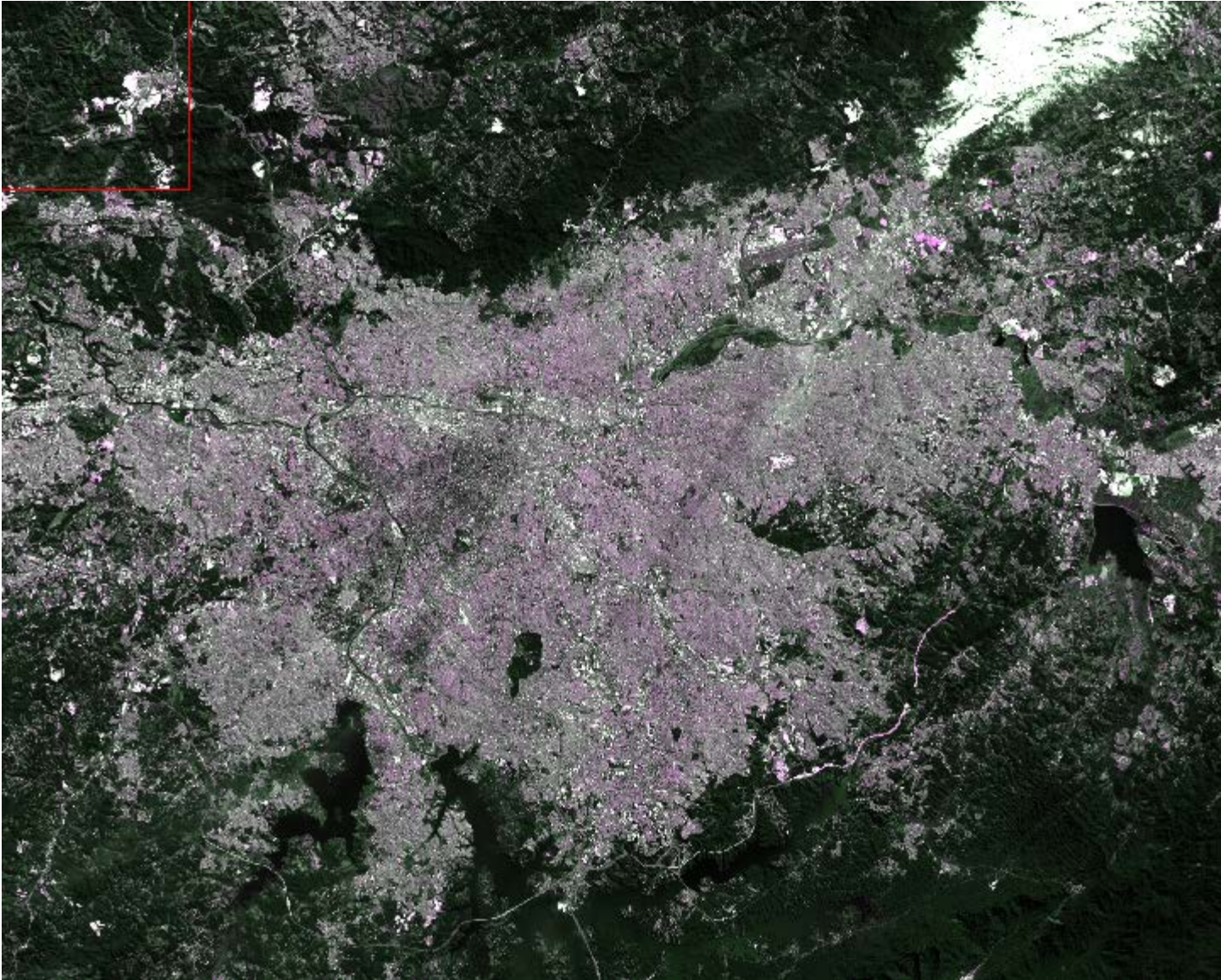


Composição 742 em RGB



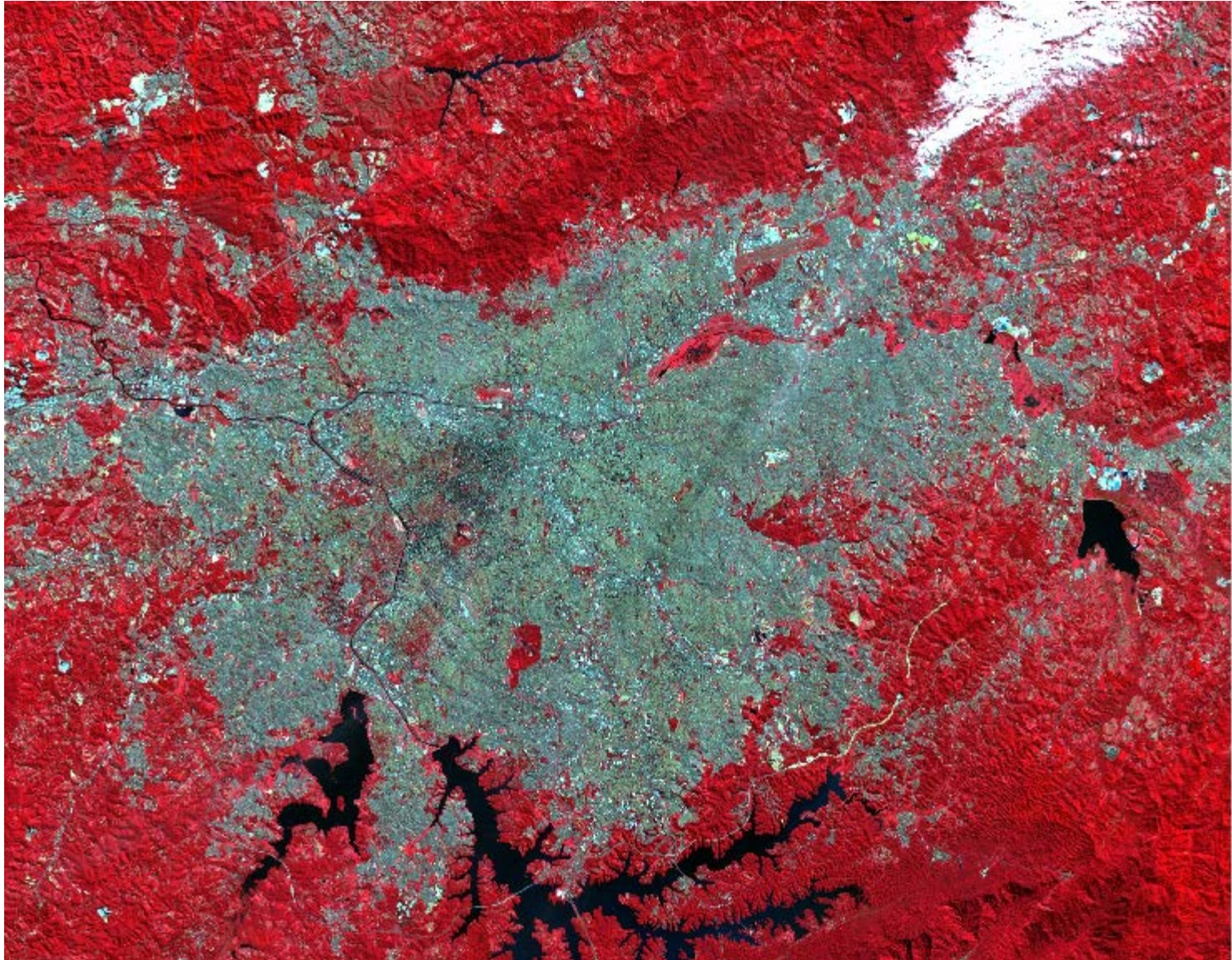
Composição em Falsa Côr

Composição 432



Composição em Cor "Natural"

Composição 543



Composição em Falsa Côr

RESOLUÇÃO TEMPORAL

- Refere-se a:
 - a taxa de revisita do satélite
- Depende:
 - do tamanho da área imageada
 - da órbita do satélite

RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA

- Resolução radiométrica é definida pelo processador portado pelo satélite
- Refere-se a:
 - a quantidade de bits (n) com que a energia eletromagnética é quantizada
- Define a:
 - quantidade de níveis de cinza = 2^n
níveis de cinza

Radiometric Resolution

0



7-bit
(0 - 127)

0



8-bit
(0 - 255)

0



9-bit
(0 - 511)

0



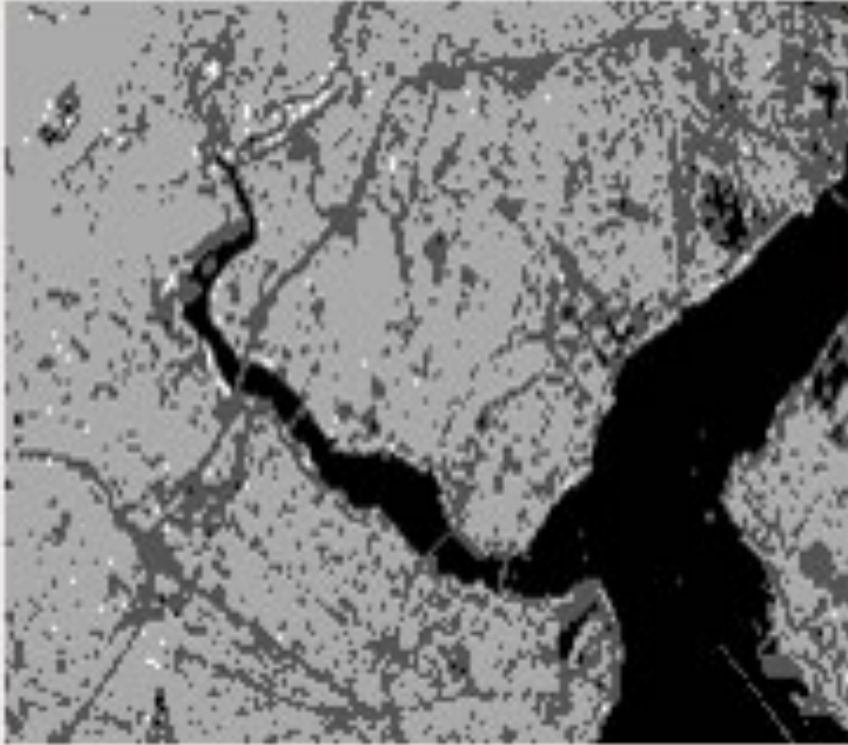
10-bit
(0 - 1023)

1bit – 5 bits

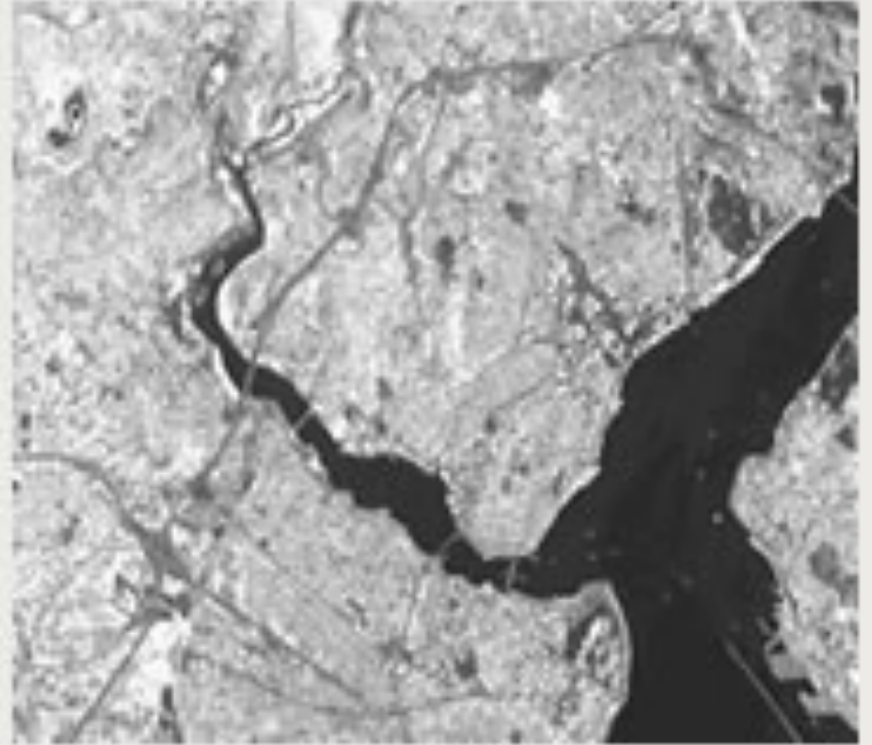


(Crosta, 1999)

2 bits – 8 bits



(1)



(2)

RELAÇÃO: RES. ESPACIAL X RES. TEMPORAL

- Landsat- 7 ETM+ : 16 dias (30 m)
- CBERS CCD: 26 dias (20 m)
- SPOT HRVIR : 26 dias (20 m)
- GOES: 30 minutos (700 m)
- SeaWiFS: 1 dia (1130m)
- Ikonos: Programável (4 e 1m)

QUAL SENSOR POSSUIA MELHOR RESOLUÇÃO?

	TM	HRV	AVHRR
Frequência da aquisição de imagens	16 dias	26 dias	2 vezes ao dia
Resolução espacial	30 m 120 m (Banda6)	20 m (Banda1 a 3) 10 m (Pan)	1.1 Km (nominal)
Resolução radiométrica	8 bits	8 bits (1-3) 6 bits (Pan)	8 bits
Resolução espectral bandas espectrais (micrômetros)	Banda1 - 0.45-0.52 Banda2 - 0.52-0.60 Banda3 - 0.63-0.69 Banda4 - 0.76-0.90 Banda5 - 1.55-1.75 Banda6 - 10.74-12.5 Banda7 - 2.08-2.35	Banda1 - 0.50-0.59 Banda2 - 0.61-0.68 Banda3 - 0.79-0.89 Pan - 0.51-0.73	Banda 1 - 0.58-0.68 Banda 2 - 0.725-1.1 Banda 3 - 3.55-3.93 Banda 4 - 10.30-11.30 Banda 5 - 11.50-12.50

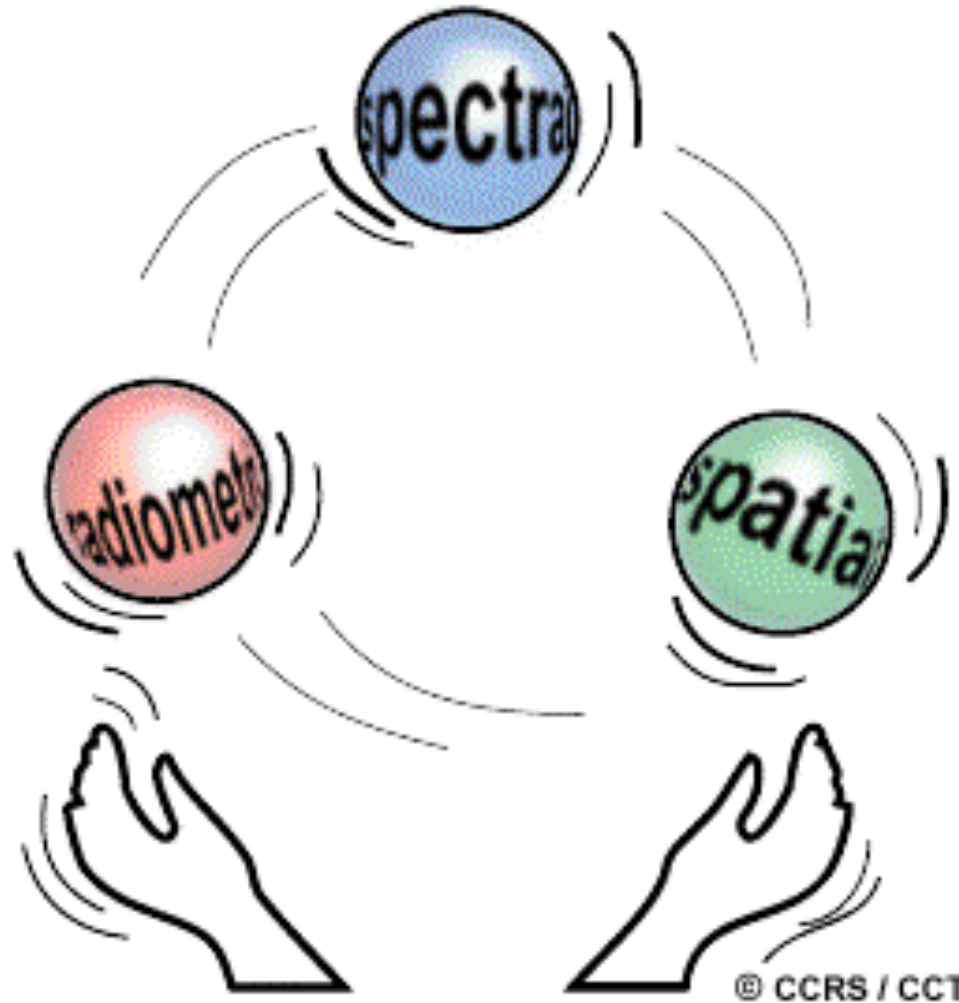
Qual o melhor sensor para monitoramento de queimadas na escala de poucos dias?

Qual o melhor sensor para aplicações em áreas urbanas?

Qual o melhor sensor para estudo de processos costeiros?

Qual o melhor sensor para estudo da vegetação?

"...you just can't have it all!..."



Obrigado pela atenção!