

Conheça todas as opções de satélites à disposição

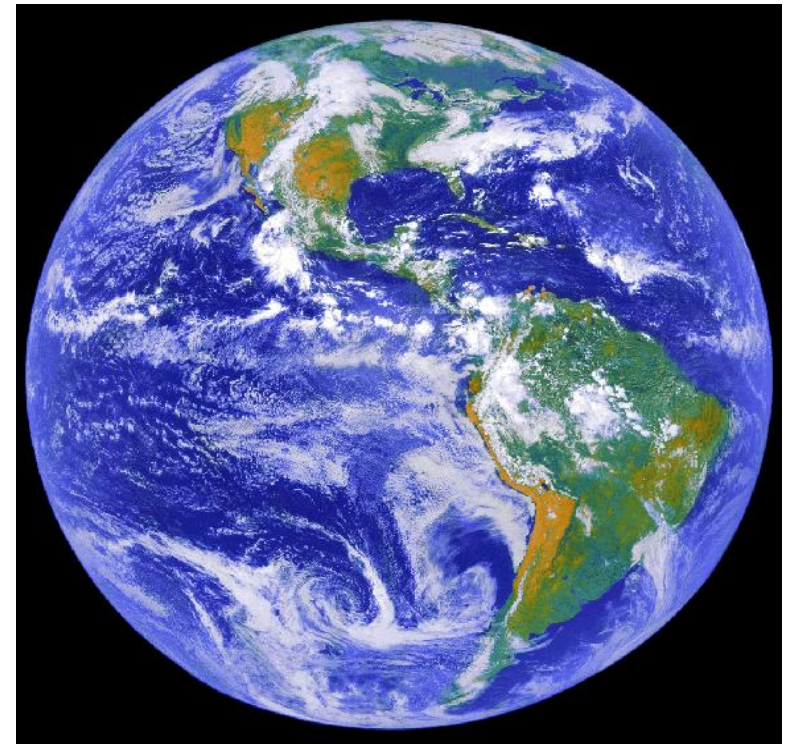


Wilson Holler

Embrapa Monitoramento por Satélite
Gestão Territorial Estratégica

Conheça todas as opções de satélites à disposição

- Em todo o mundo, dezenas de missões orbitais e sub-orbitais de monitoramento de recursos naturais, científicos e meteorológicos já foram lançadas.

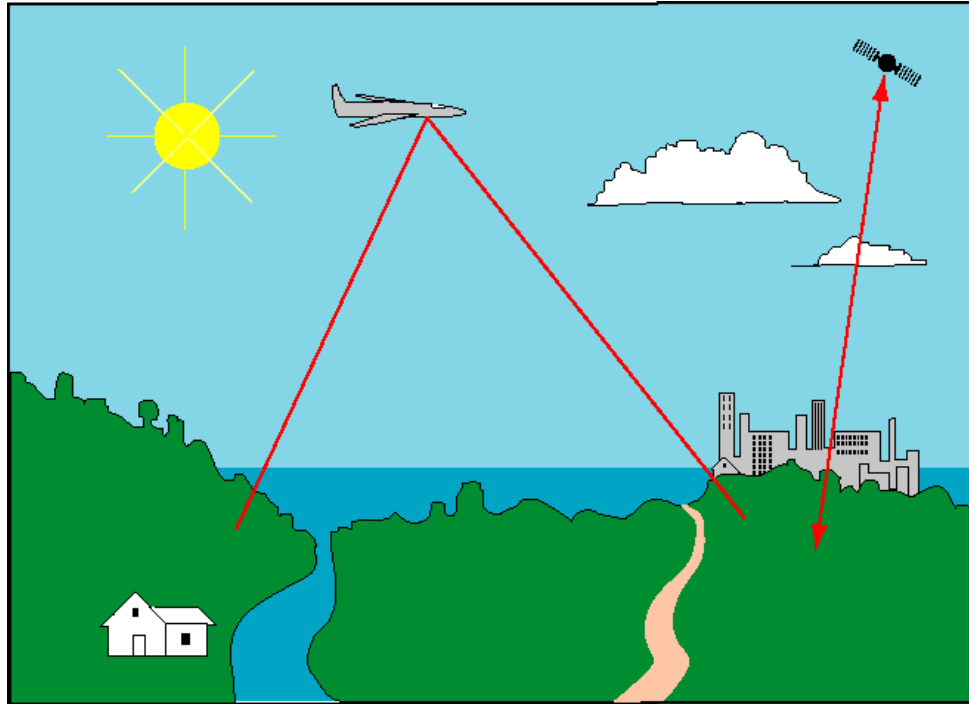


Fonte: (imageenvision.com, acesso em 19/09/09)

Pra que servem os Satélites Imageadores?



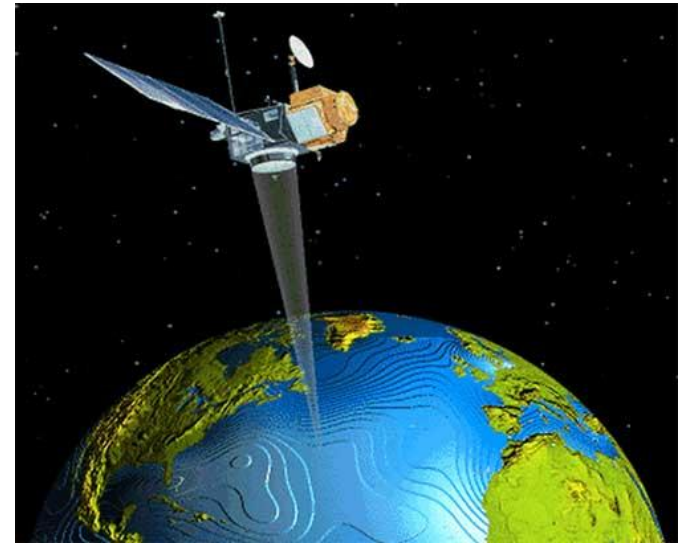
O que é Sensoriamento Remoto?



Fonte: (nasa.gov, acesso em 19/09/09)

Sensoriamento	≡	Obtenção de dados
Remoto	≡	Distante

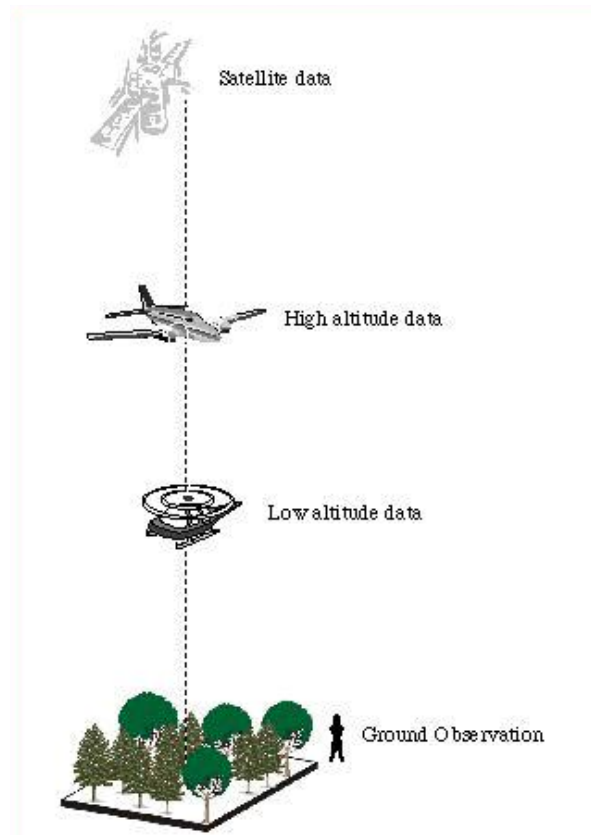
Sensores Remotos



Fonte: (etsu.edu, acesso em 19/09/09)



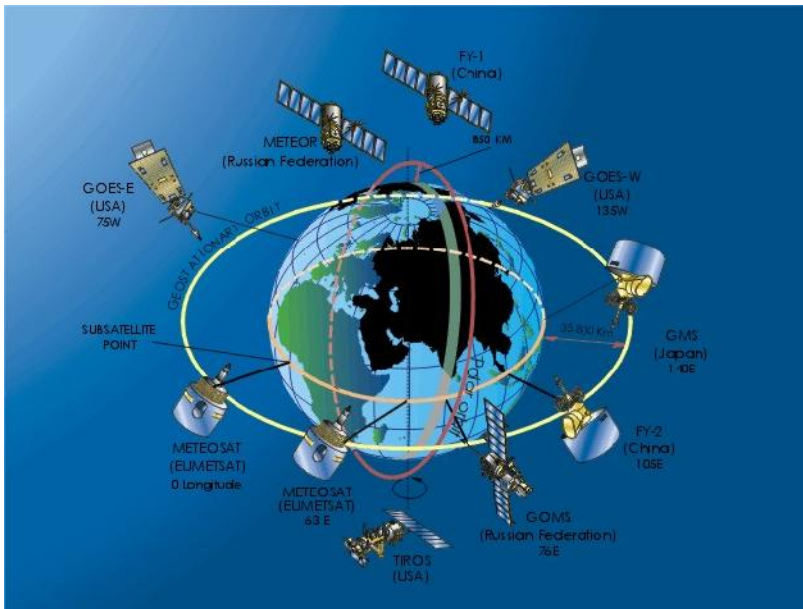
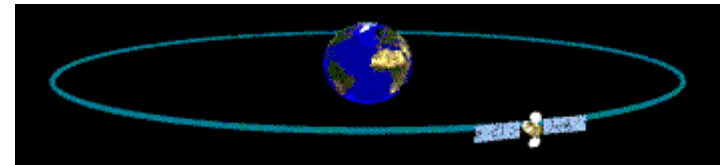
Sensores Remotos



Fonte: (ucalgary.ca, acesso em 19/09/09)

Sensores Remotos

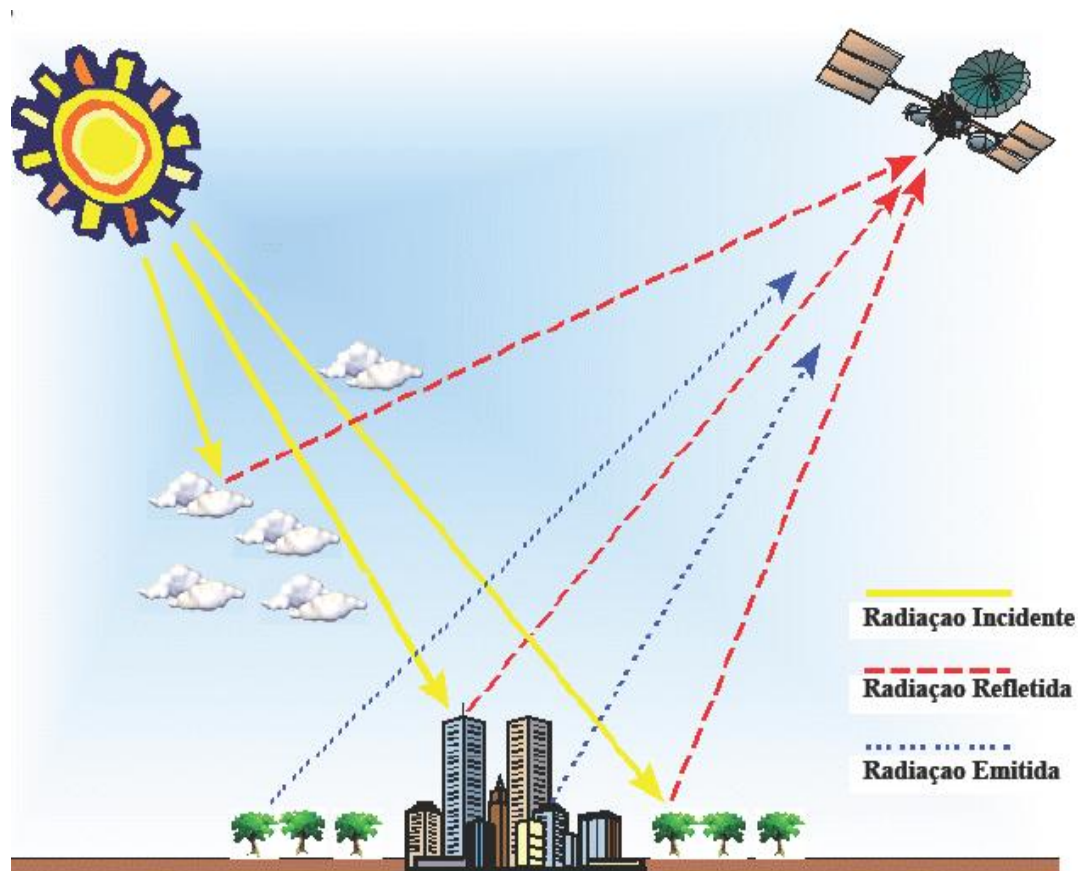
- Geoestacionário
- Polar
- Heliosincrono



Fonte: (stevenswater.com, acesso em 19/09/09)

Sistemas Imageadores

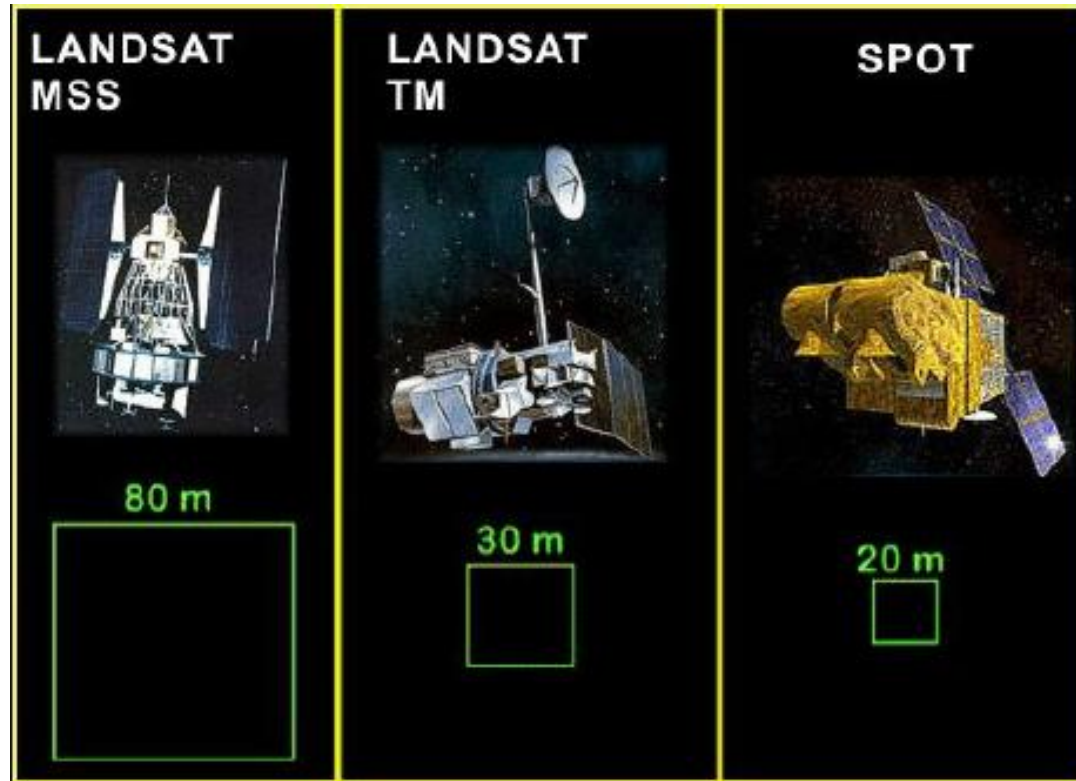
- Ativos
- Passivos



Fonte: (adaptado de www5.egi.utah.edu, acesso em 19/09/09)

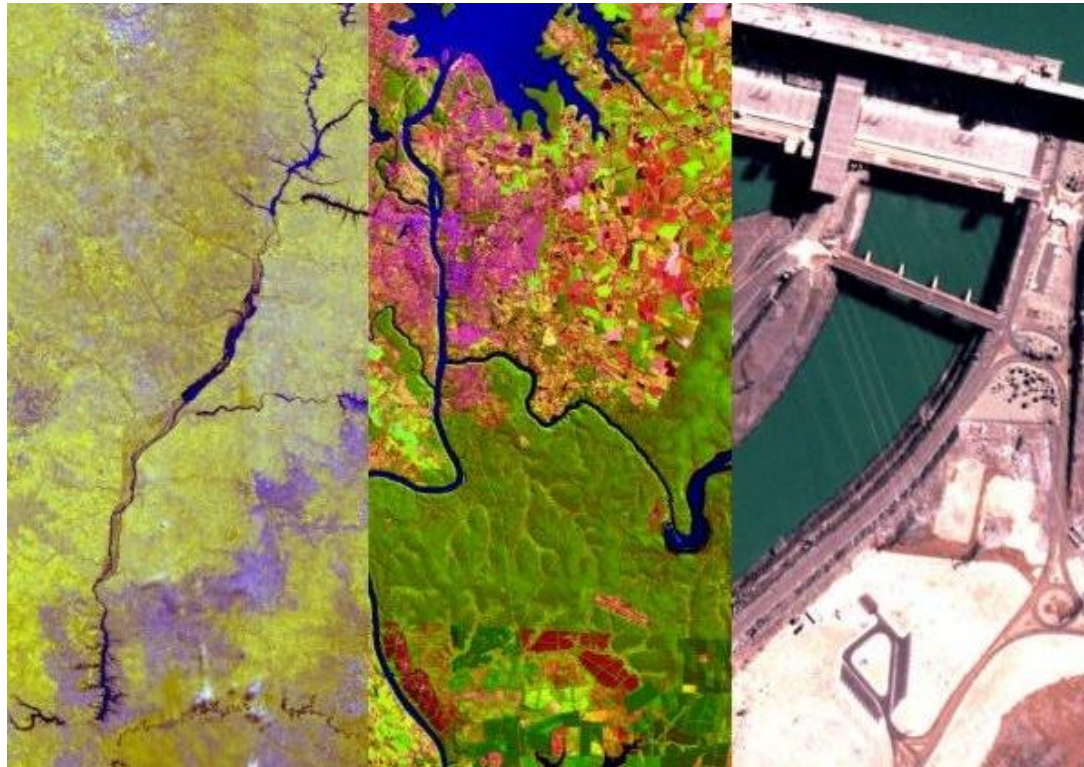
Resolução

- espacial



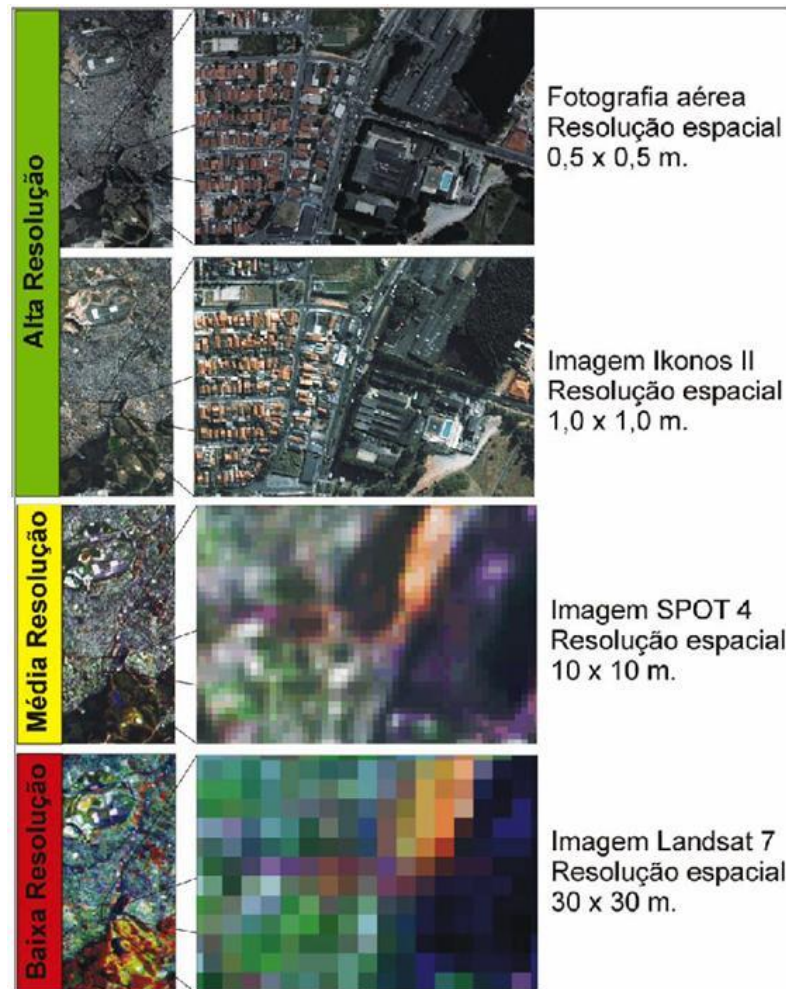
Resolução

- espacial



Resolução

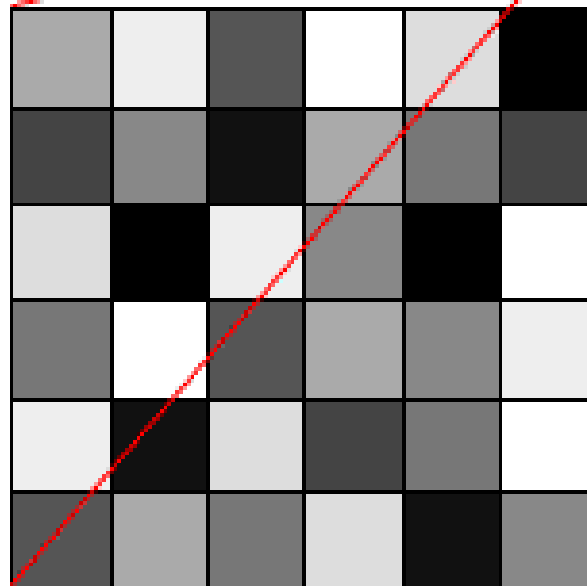
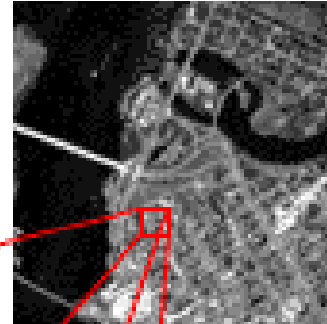
- espacial



Fonte: Melo (2002)

Resolução

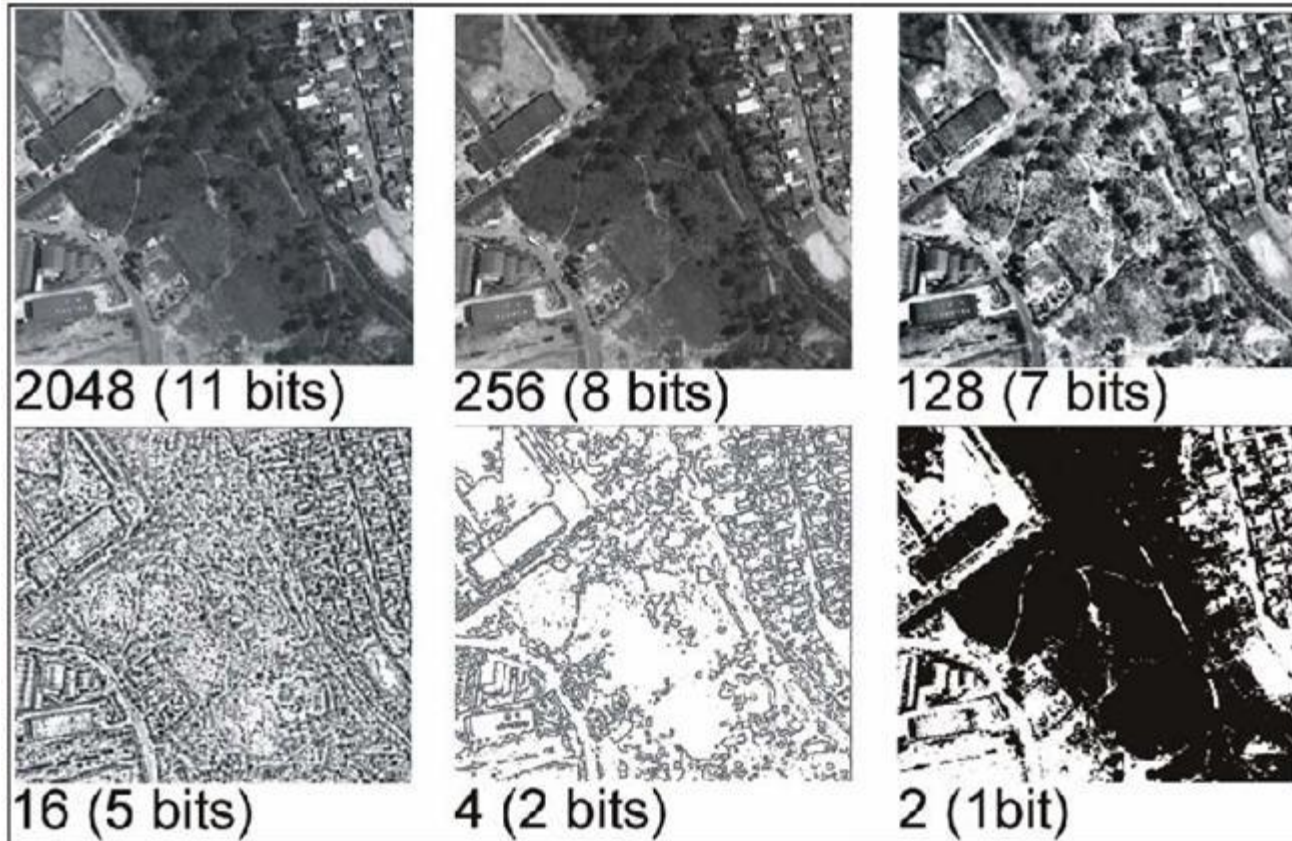
- radiométrica



170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

Resolução

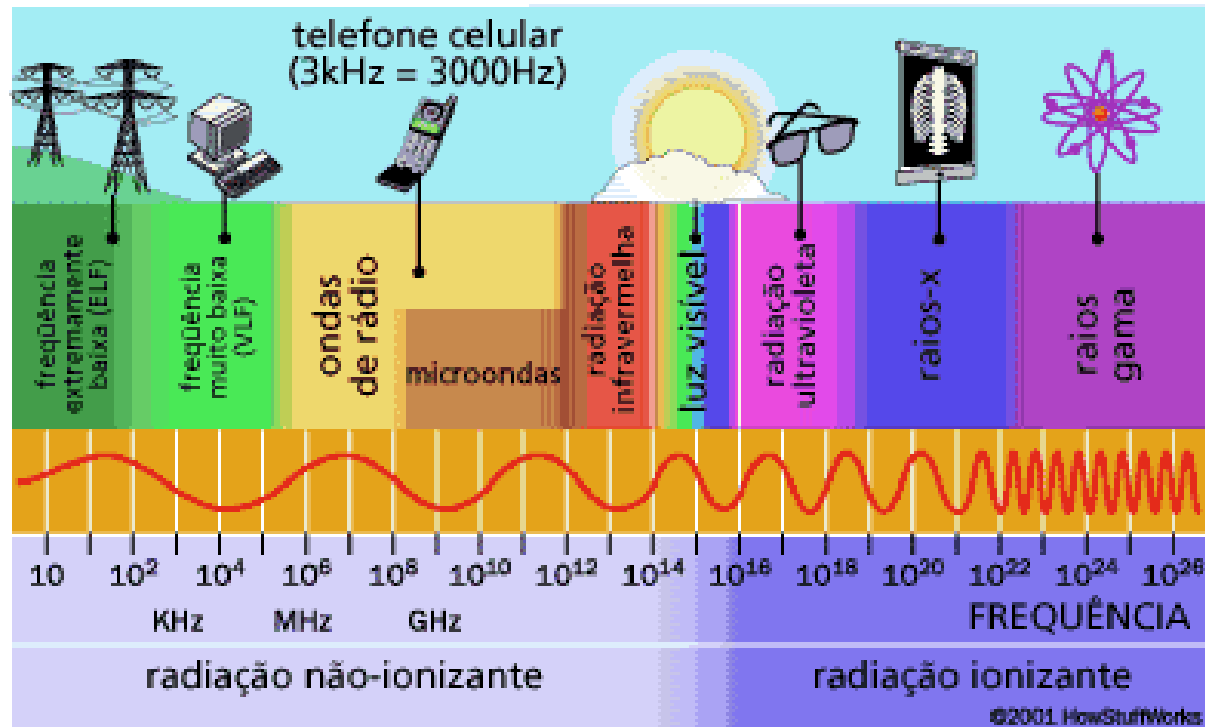
- radiométrica



Fonte: Melo (2002)

Resolução

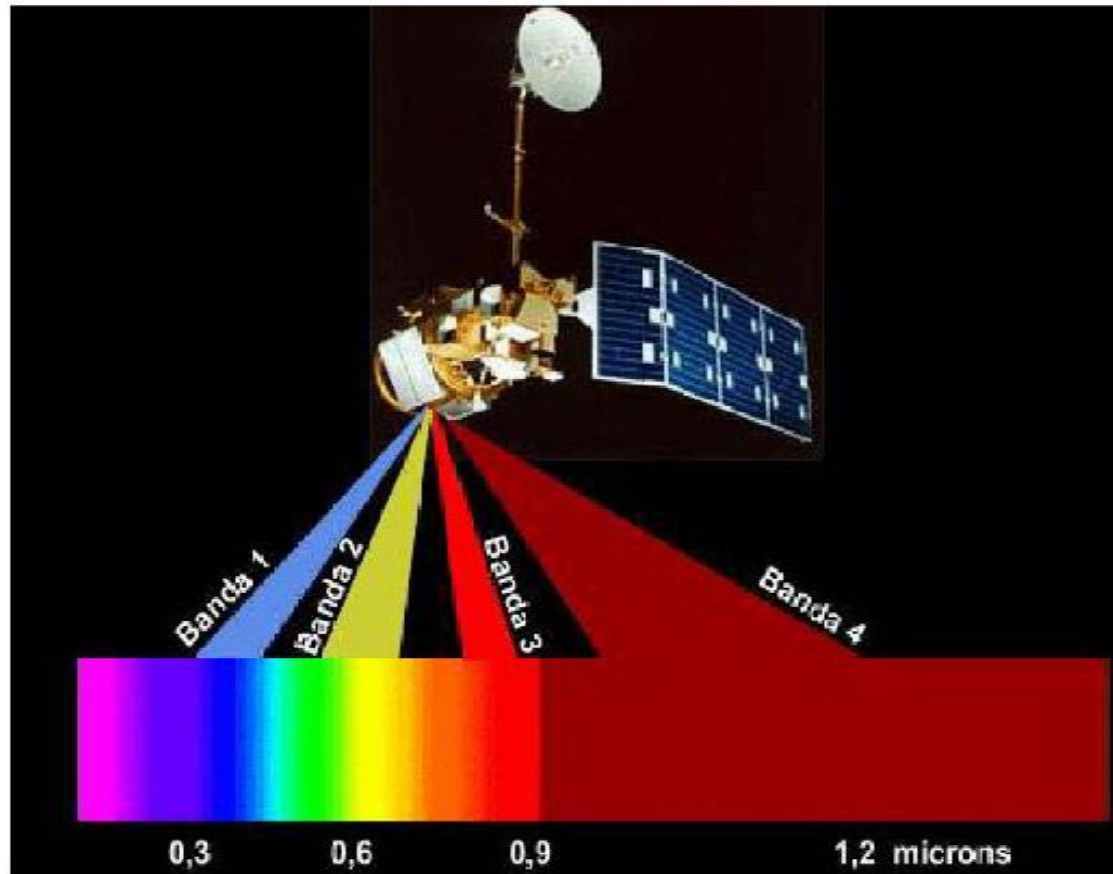
- **espectral**



Fonte: (informatica.hsw.uol.com.br, acesso em 19/09/09)

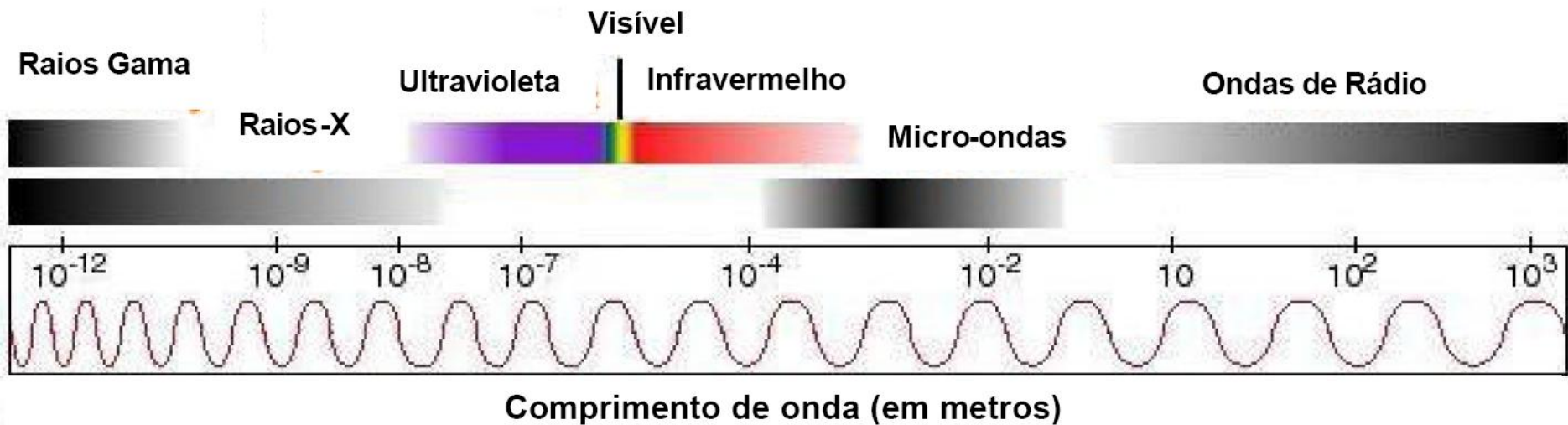
Resolução

- **espectral**



Resolução

- **espectral**



Bandas X Aplicações

BANDA	FAIXA ESPECTRAL μm	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
1	0,45 – 0,52	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento de águas costeiras - Diferenciação entre solo e vegetação - Diferenciação entre vegetações coníferas e decídua
2	0,52 – 0,60	<ul style="list-style-type: none"> - Reflectância da vegetação verde sadia
3	0,63 – 0,69	<ul style="list-style-type: none"> - Absorção da clorofila - Diferenciação de espécies vegetais
4	0,76 – 0,90	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento de biomassa - Delineamento de corpos d'água
5	1,55 – 1,75	<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de umidade da vegetação - Diferenciação entre nuvens e neve
6	10,4 – 12,5	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento de estresse térmico em plantas - Outros mapeamentos térmicos
7	2,08 – 2,35	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento hidrotermal

Banda 1



Banda 2



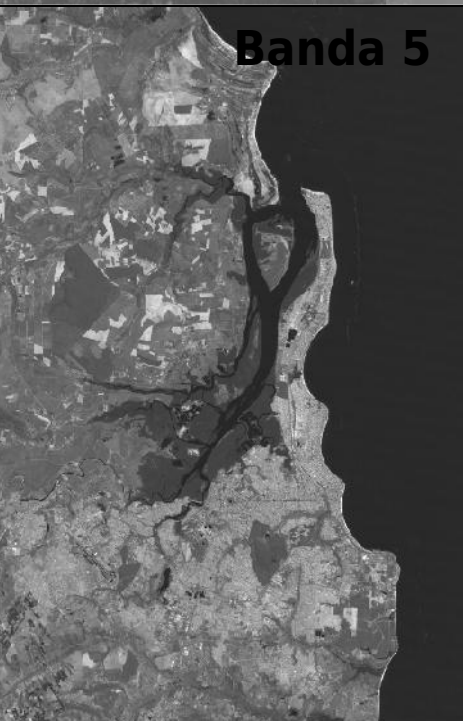
Banda 3



Banda 4



Banda 5



Banda 6



Banda 7

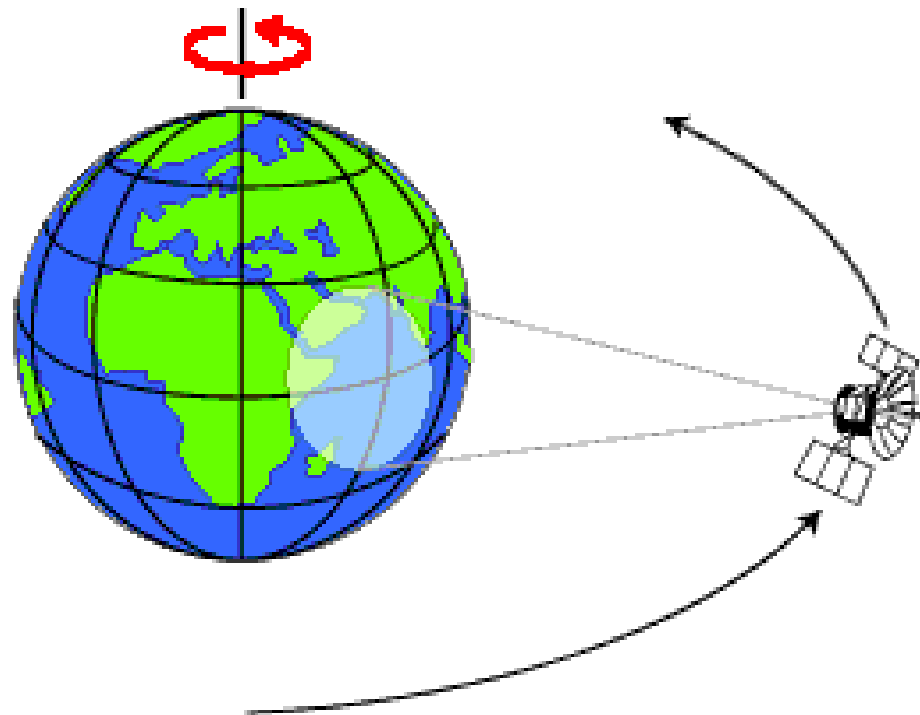


Banda 8



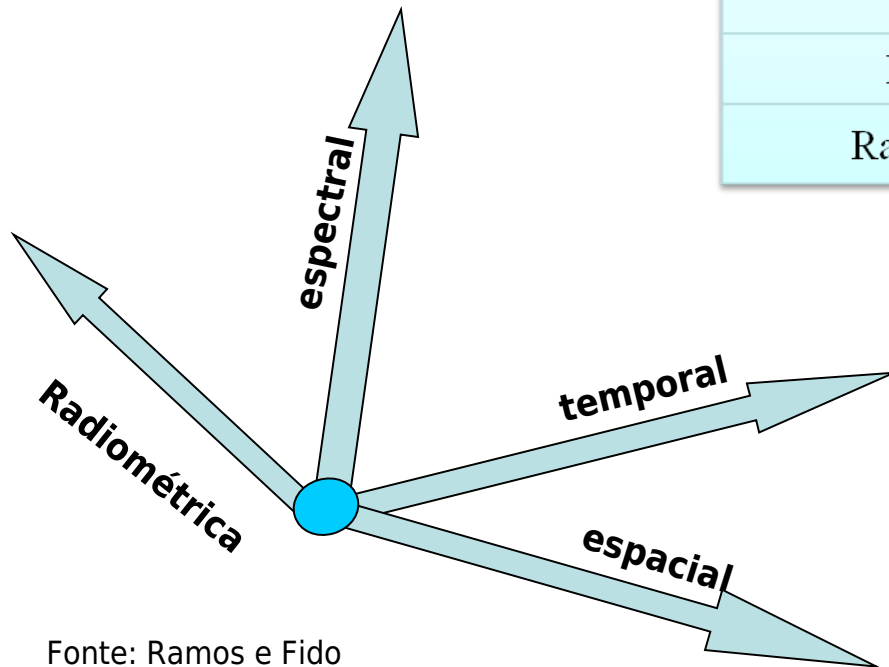
Resolução

- **temporal**



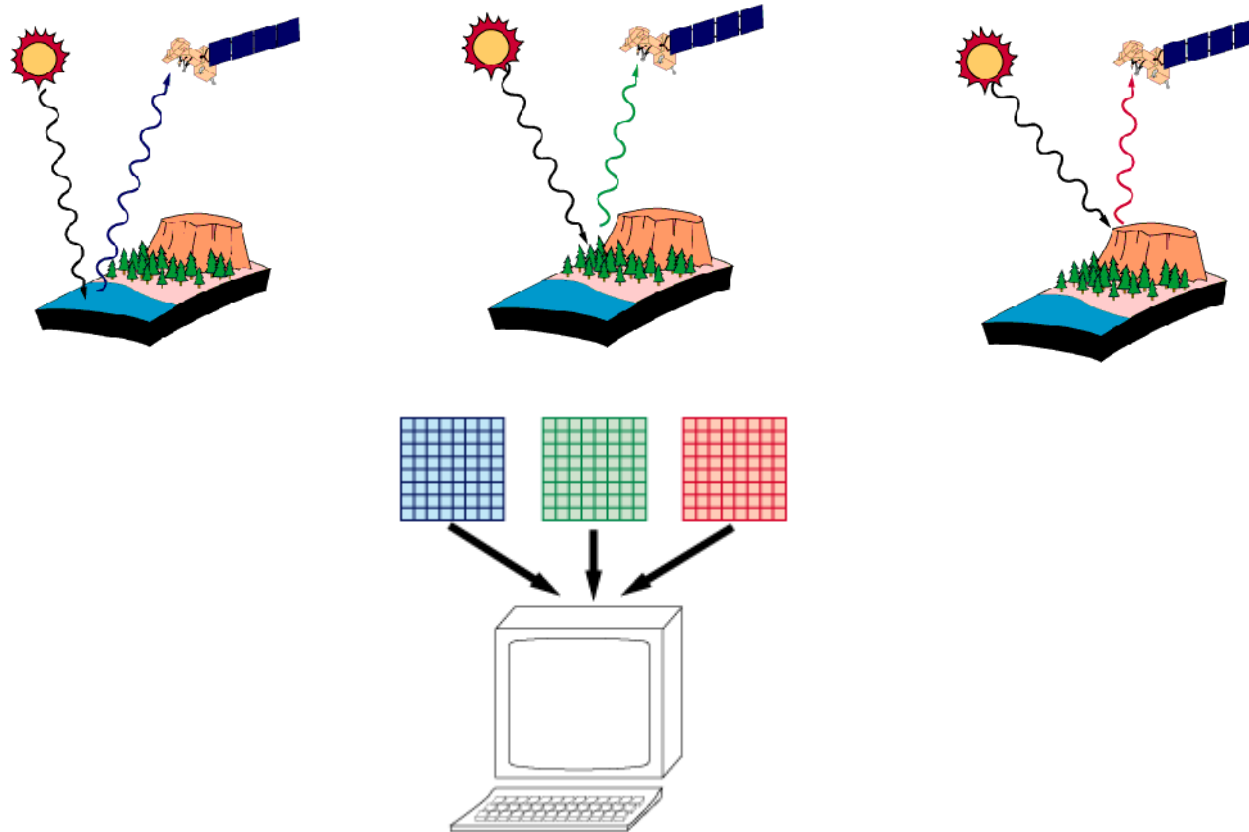
Resolução

Componente	Parâmetro
Espacial	Tamanho do Pixel
Temporal	Frequência de Passagem
Espectral	Número de Bandas
Radiométrica	Níveis de Cinza



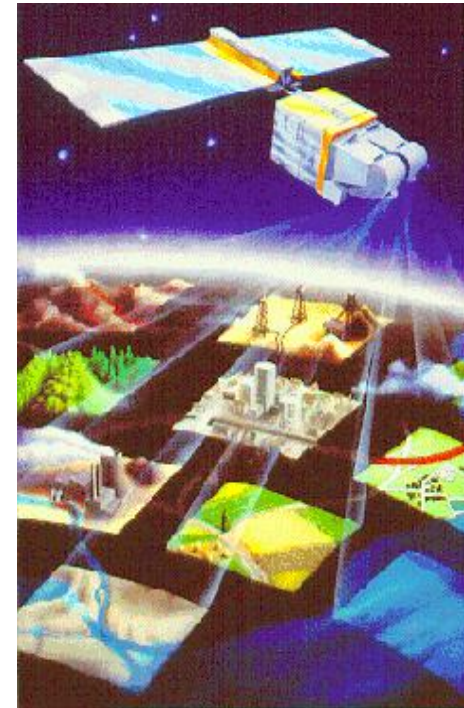
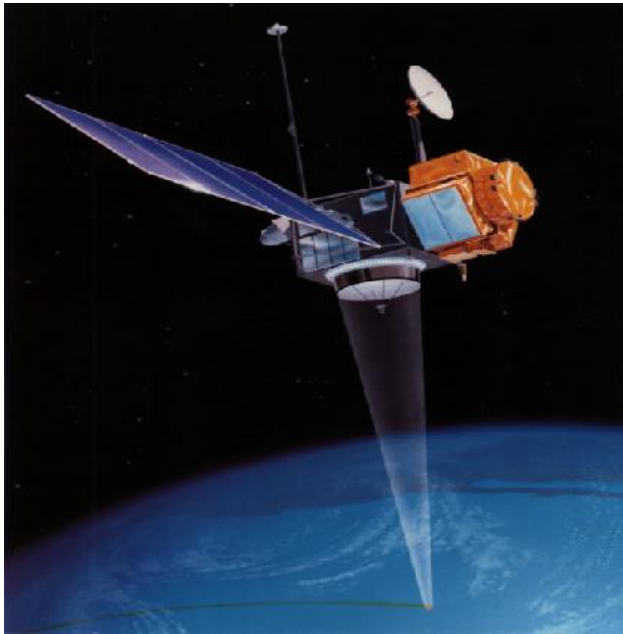
Fonte: Ramos e Fido
(2002)

Formação de Imagem

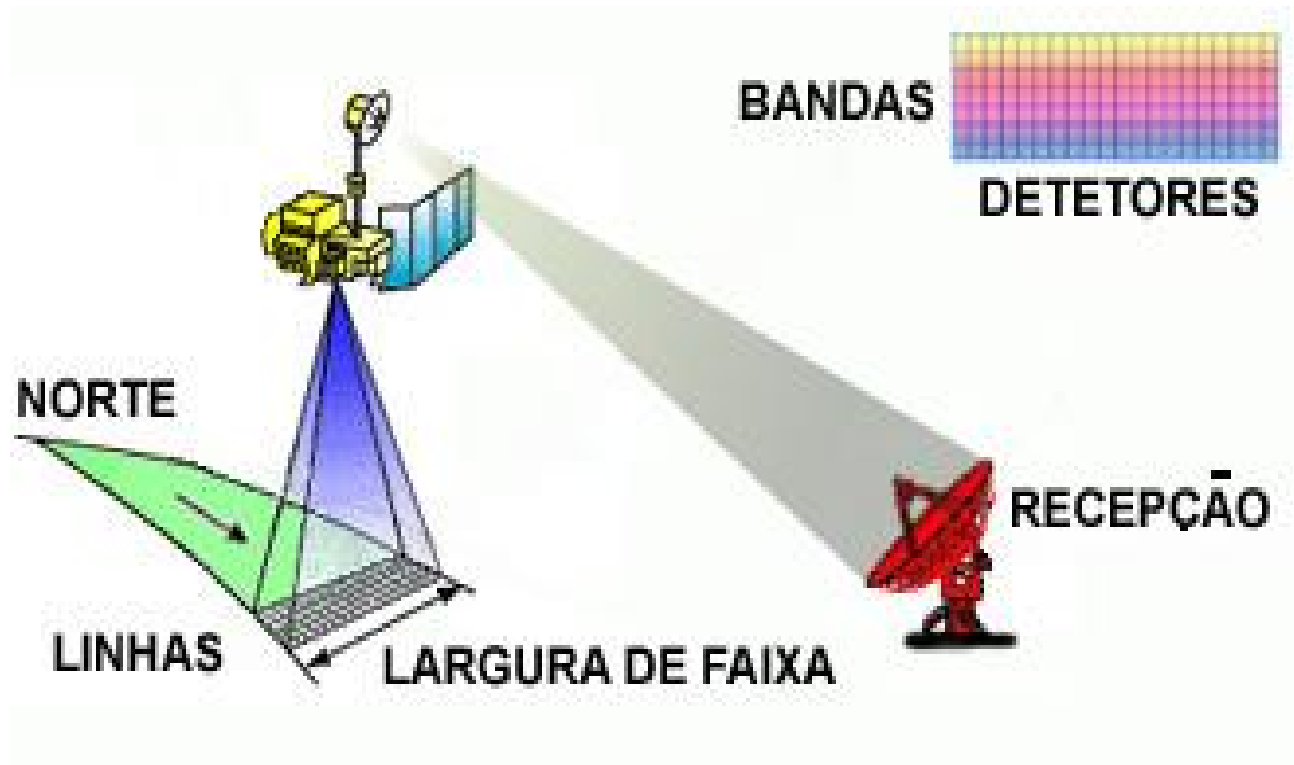


Fonte: (science.hq.nasa.gov, acesso em 19/09/09)

Sensores Orbitais



Sensores Remotos



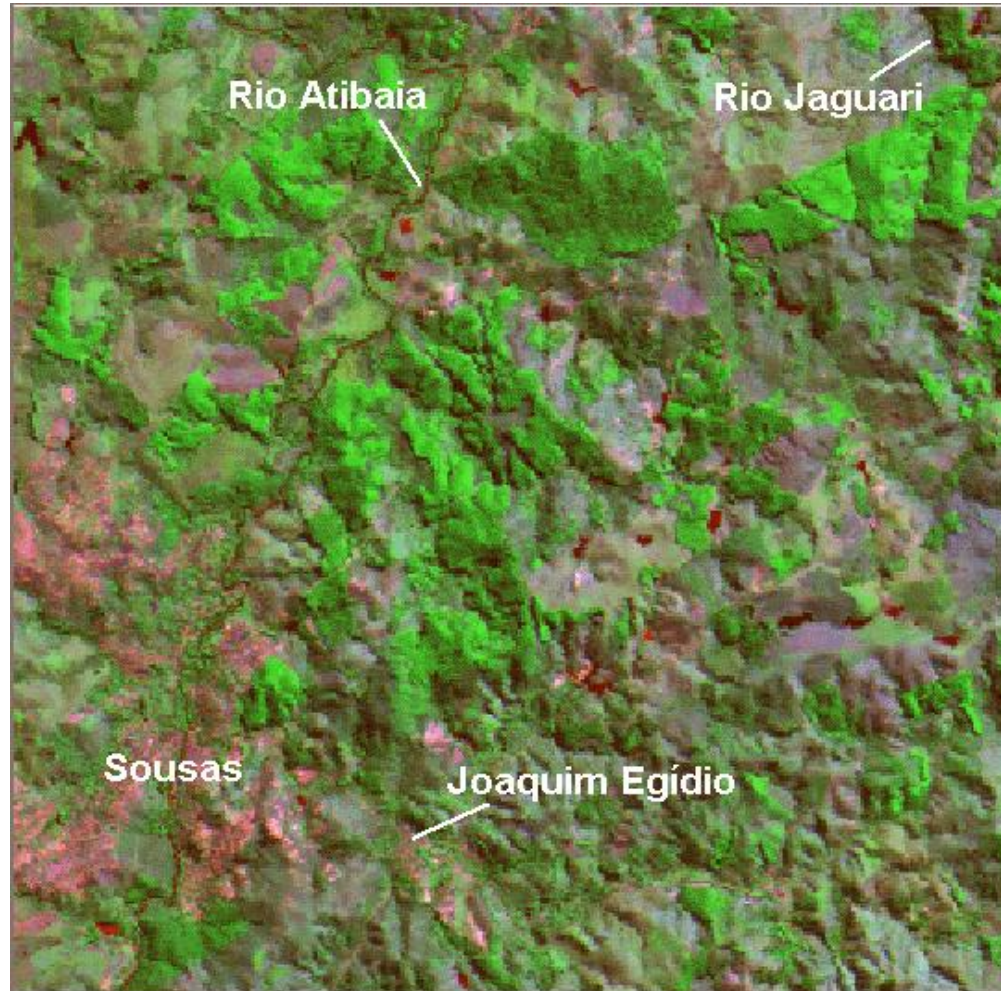


Sensores Remotos

LANDSAT 5 - TM (Thematic Mapper)	
Bandas espectrais	Banda 1 - Azul (0,450 - 0,520 μm) Banda 2 - Verde (0,520 - 0,600 μm) Banda 3 - Vermelho (0,630 - 0,690 μm) Banda 4 - Infravermelho próximo (0,760 - 0,900 μm) Banda 5 - Infravermelho médio (1,550 - 1,750 μm) Banda 6 - Infravermelho termal (10,40 - 12,50 μm) Banda 7 - Infravermelho médio (2,080 - 2,350 μm)
Resolução espacial	Bandas 1-5 e 7 – 30 metros Banda 6 – 80 metros
Largura da faixa imageada	185 km
Resolução temporal	16 dias

Fonte: (landsat.usgs.gov, acesso em 19/09/09)

Imagem Landsat 5 - Região de Campinas - SP



Fonte: (segmenta.cnpm.embrapa.br, acesso em 19/09/09)



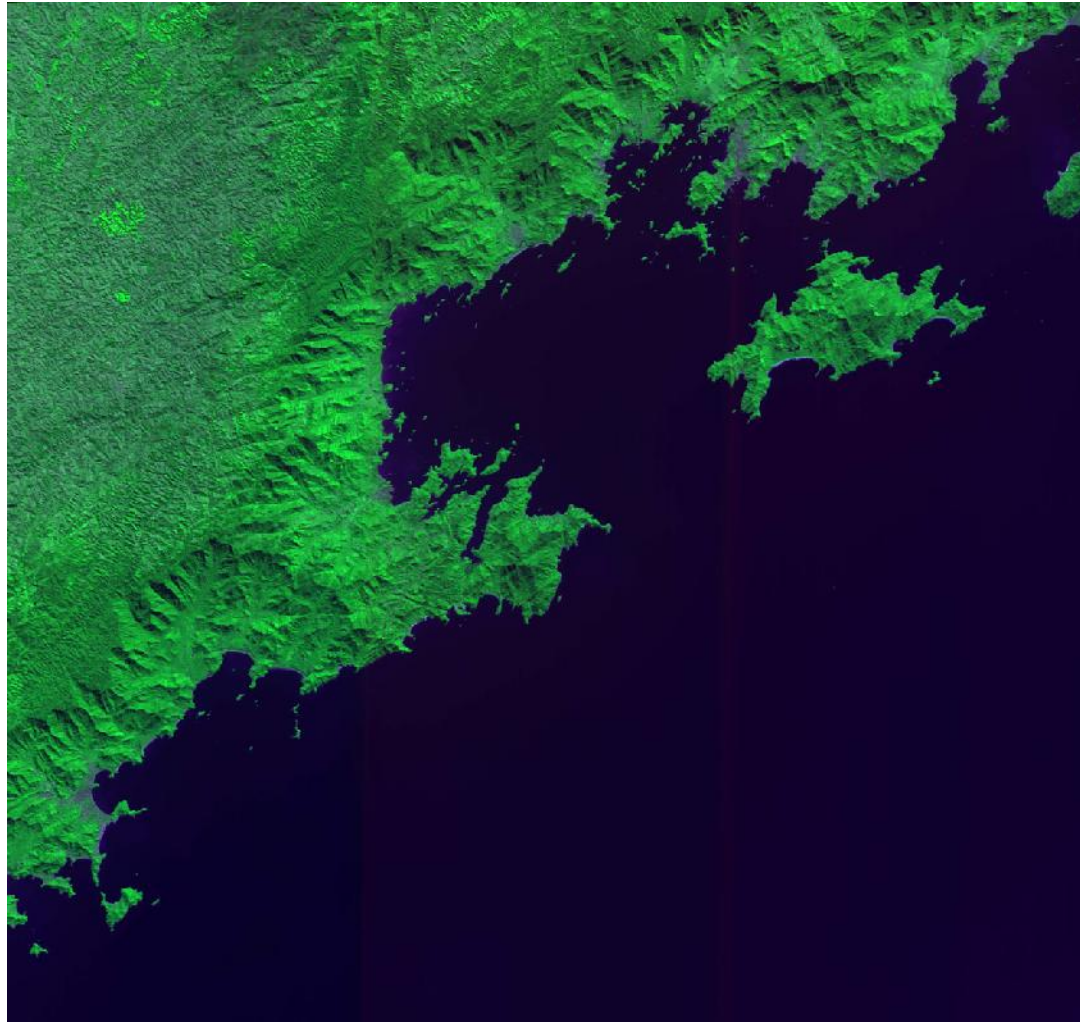
CBERS-2B

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada
Câmara CCD	PAN	0,51 - 0,73 μ m	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km
	AZUL	0,45 - 0,52 μ m			
	VERDE	0,52 - 0,59 μ m			
	VERMELHO	0,63 - 0,69 μ m			
	INFRAVERMELHO	0,77 - 0,89 μ m			
	PRÓXIMO				

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Radiométrica	Área Imageada
HRC						

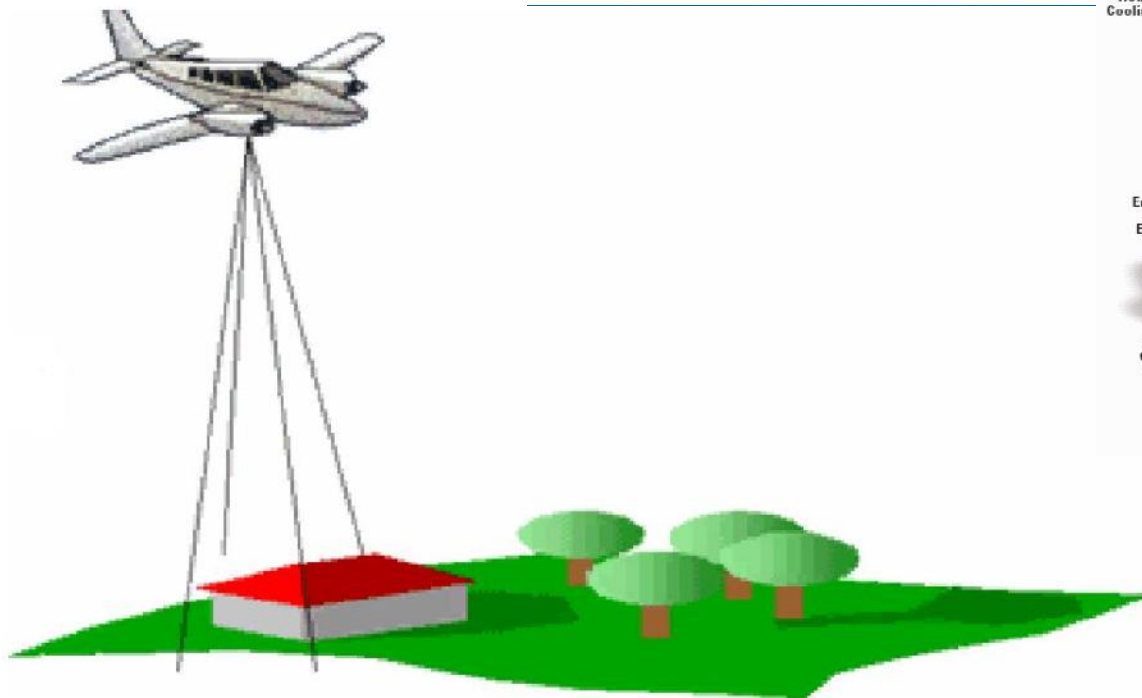
Fonte: (cbers.inpe.br, acesso em 19/09/09)

Imagem CBERS CCD do litoral sul do RJ



Fonte: (cbers.inpe.br, acesso em 19/09/09)

Sensores Aerotransportados



Sensores Aerotransportados

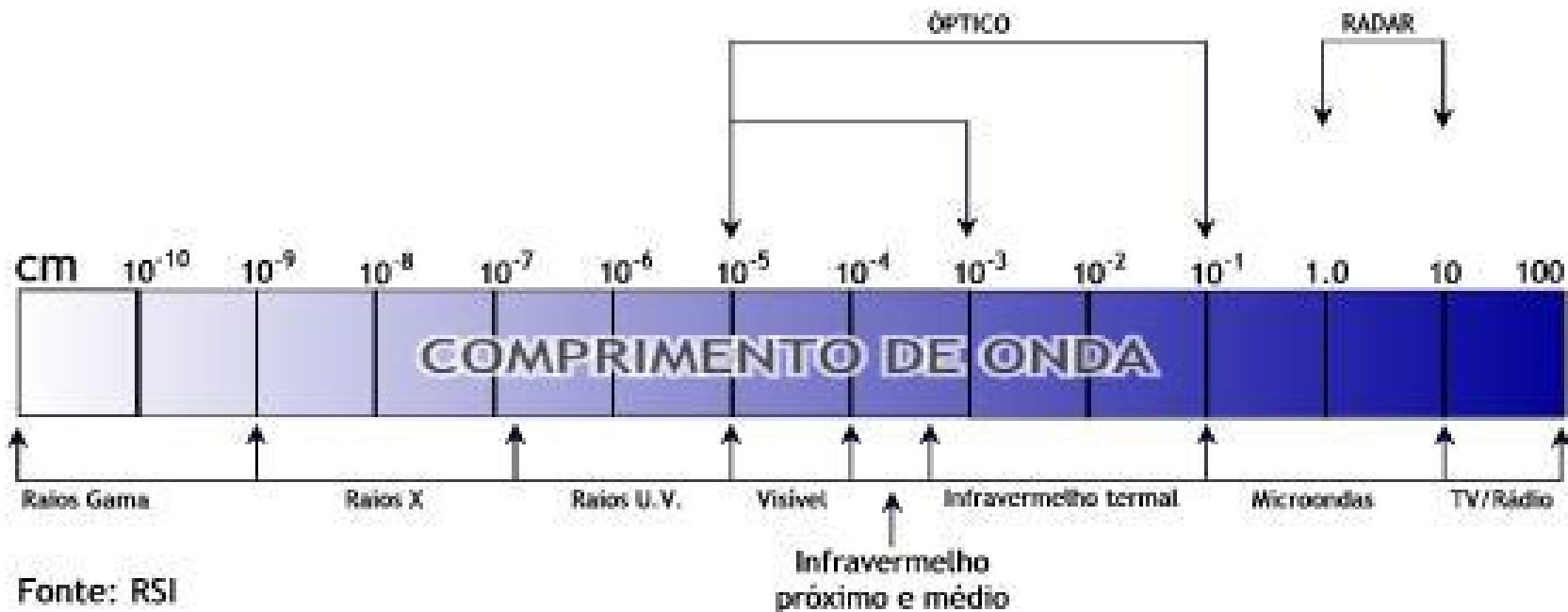
GSD recomendado para a câmera ADS40 para diversas escalas de mapeamento e uma comparação com os vôos convencionais de filme.

Average GSD with ADS40	Map Scale	Map standard		Comparable film photographs	
		x-y accuracy RMSE	contour interval	photo scale	pixel size on ground of scanned film
5 - 10 cm	1 : 500	0.125 m	0.25 m	1 : 3,000 to 1 : 5,500	2.5 - 5 cm
10 - 15 cm	1 : 1000	0.25 m	0.5 m	1 : 5,000 to 1 : 8,000	5 - 7.5 cm
15 - 20 cm	1 : 1,500	0.4 m	0.75 m	1 : 6,500 to 1 : 10,000	7.5 - 10 cm
20 - 30 cm	1 : 2,000	0.5 m	1 m	1 : 8,000 to 1 : 11,000	10 - 15 cm
25 - 35 cm	1 : 2,500	0.60 m	1.25 m	1 : 8,500 to 1 : 13,000	12.5 - 17.5 cm
30 - 50 cm	1 : 5,000	1.25 m	2.5 m	1 : 12,000 to 1 : 18,000	15 - 25 cm
40 - 60 cm	1 : 10,000	2.50 m	5 m	1 : 17,000 to 1 : 27,000	20 - 30 cm
50 - 70 cm	1 : 20,000	5 m	10 m	1 : 25,000 to 1 : 35,000	25 - 35 cm
50 - 80 cm	1 : 25,000	6.25 m	12.5 m	1 : 28,000 to 1 : 42,000	25 - 40 cm
50 - 100 cm	1 : 50,000	12.5 m	20 m	1 : 40,000 to 1 : 60,000	25 - 50 cm
50 - 100 cm	1 : 100,000	25 m	50 m	1 : 60,000 to 1 : 90,000	25 - 50 cm

Fonte: (esteio.com.br, acesso em 19/09/09)

RADAR

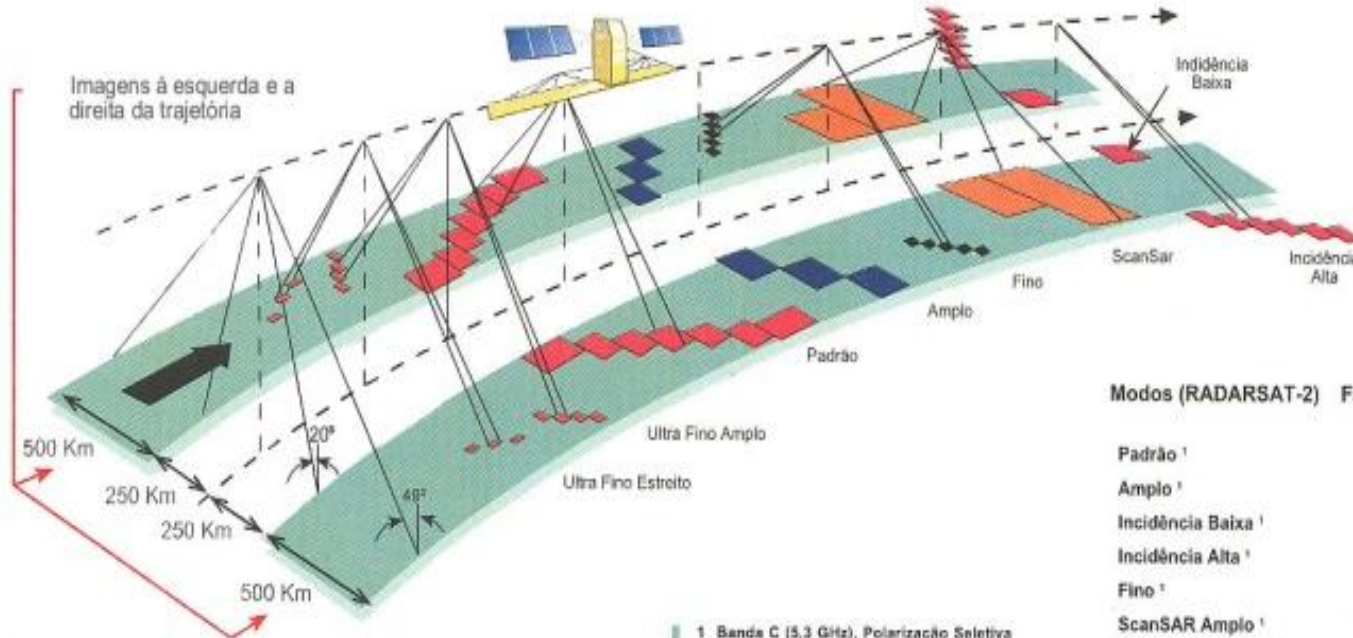
(Radio Detection And Ranging)



RADAR

Características das imagens RADARSAT-2

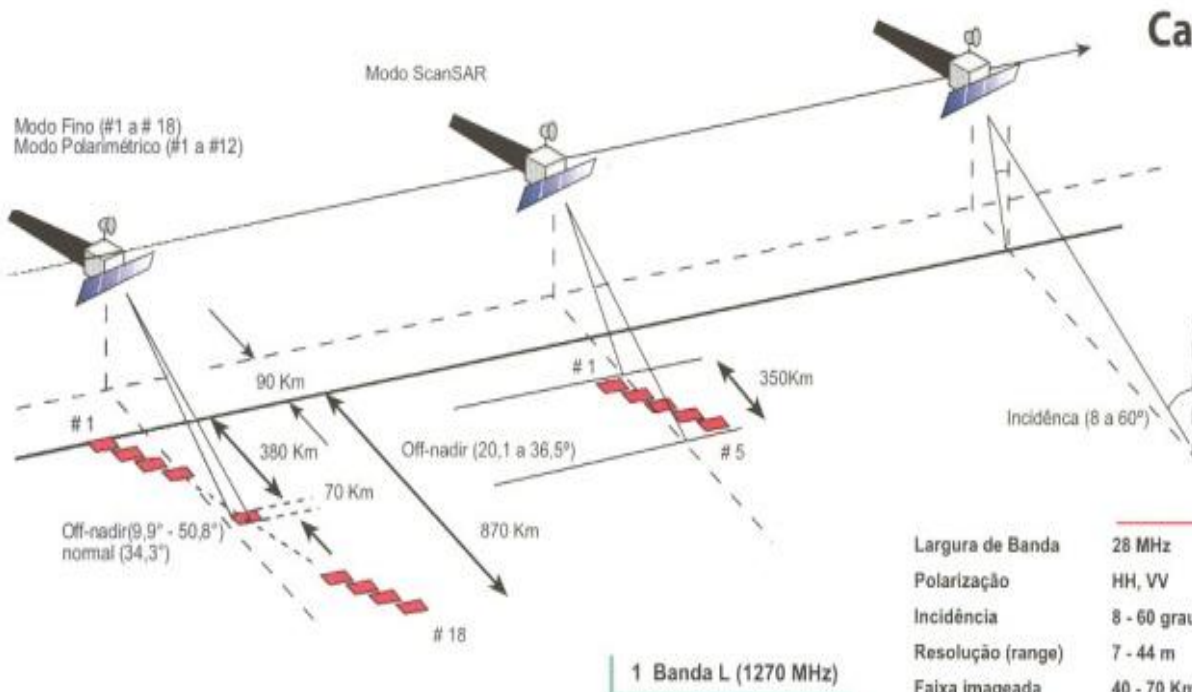
(fonte: MacDonald DETTWILER)



- 1 Banda C (5,3 GHz), Polarização Seletiva (transmite H ou V/recebe H ou V ou H e V)
- 2 Banda C (9,3 GHz), Polarimétrico (transmite H e V/recebe H e V)
- 3 Banda C (5,3 GHz), Polarização Única (transmite H ou V/recebe H ou V)

Modos (RADARSAT-2)	Faixa Imageada	Área de Cobertura (esquerda/direita da órbita)	Resolução espacial (range x azimute)
Padrão ¹	100 Km	250 Km a 750 Km	25 m x 28 m
Amplo ¹	150 Km	250 Km a 650 Km	25 m x 28 m
Indidência Baixa ¹	170 Km	125 Km a 300 Km	40 m x 28 m
Indidência Alta ¹	70 Km	750 Km a 1000 Km	20 m x 28 m
Fino ¹	50 Km	525 Km a 750 Km	10 m x 9 m
ScansAR Amplo ¹	500 Km	250 Km a 750 Km	100 m x 100 m
ScansAR Estreito ¹	300 Km	300 Km a 720 Km	50 m x 50 m
Padrão Polarimétrico ²	25 Km	250 Km a 600 Km	25 m x 28 m
Fino Polarimétrico ²	25 Km	400 Km a 600 Km	11 m x 9 m
Tripla Fino ³	50 Km	400 Km a 750 Km	11 m x 9 m
Ultra-Fino Amplo ³	20 Km	400 Km a 550 Km	3m x 3 m
Ultra-Fino Estreito ³	10 Km	400 Km a 550 Km	3m x 3m

RADAR



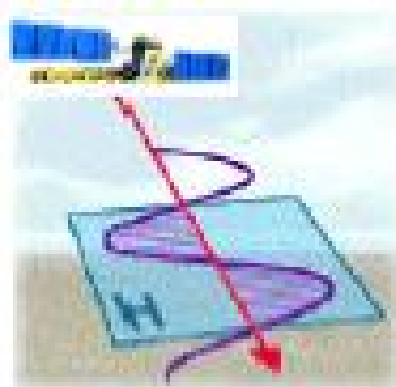
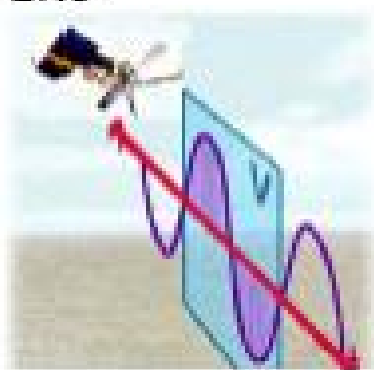
Características das imagens PALSAR (fonte: NASDA/ALOS)

	Fino	ScanSar	Polarimétrico
Largura de Banda	28 MHz	14 MHz	14 MHz
Polarização	HH, VV	HH, VV	HH+VV+HV+VH
Incidência	8 - 60 graus	8 - 60 graus	18 - 43 graus
Resolução (range)	7 - 44 m	14 - 88 m	100m (multi Look)
Faixa imageada	40 - 70 Km	40 - 70 Km	250 - 350 Km

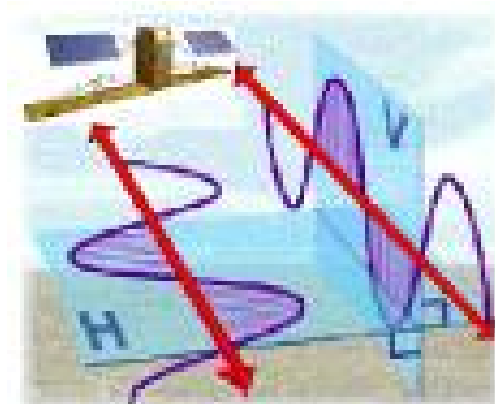
RADAR

- Polarização do sinal

ERS



RADARSAT-1

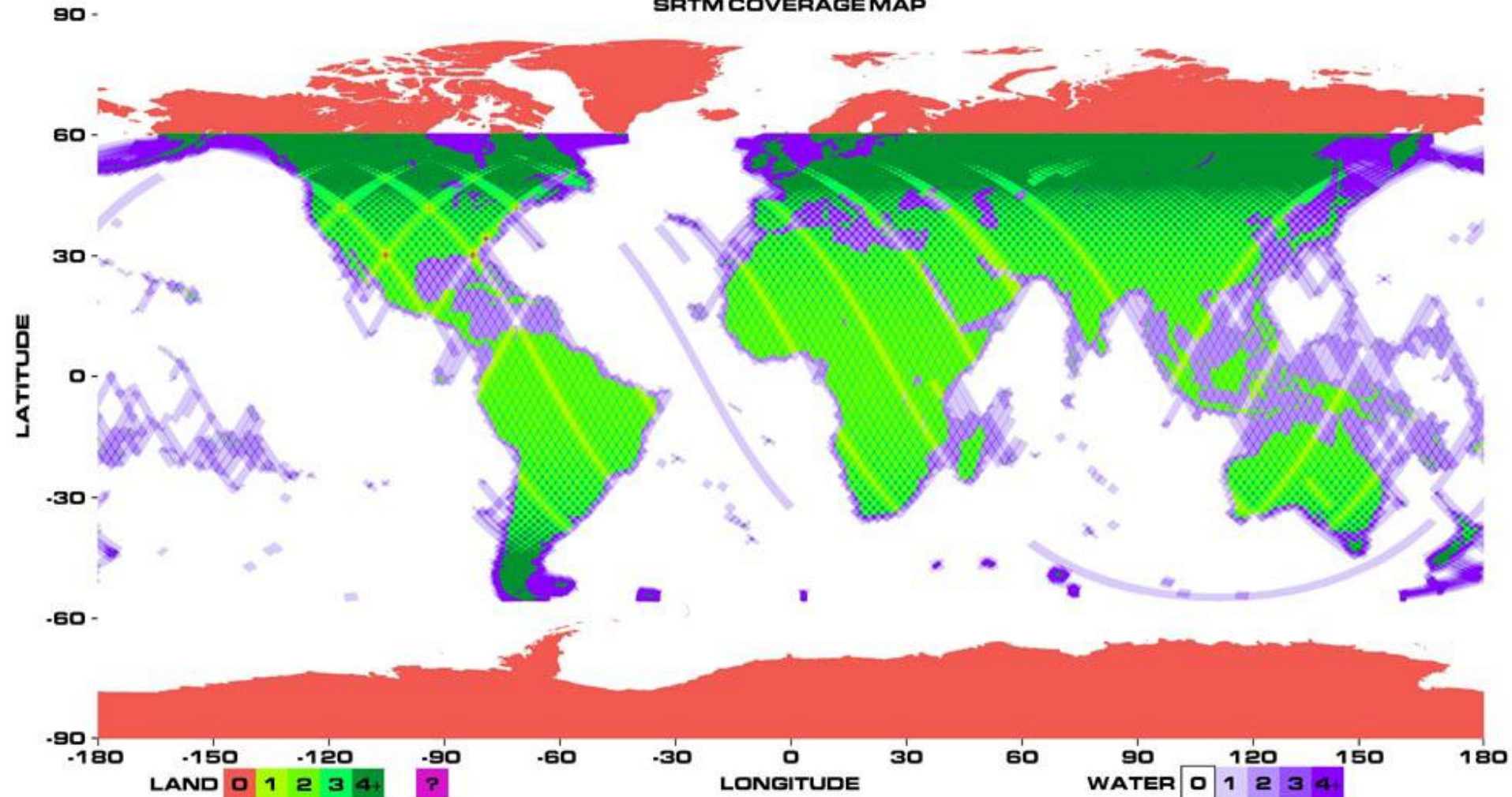


RADARSAT-2

Fonte: RADARSAT (2005)

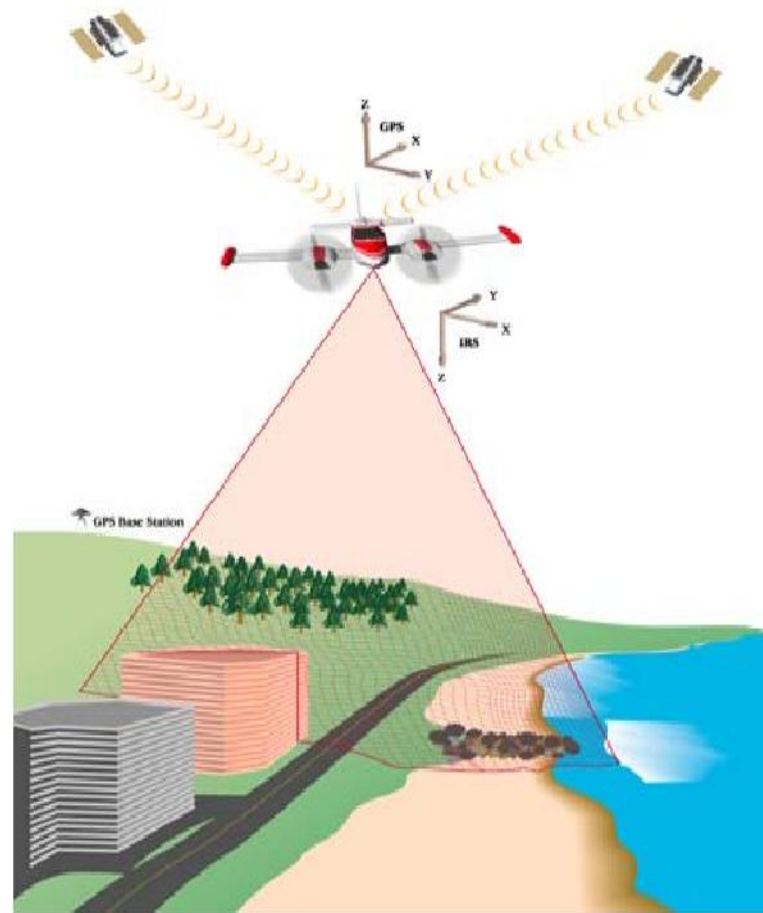
RADAR

SRTM COVERAGE MAP

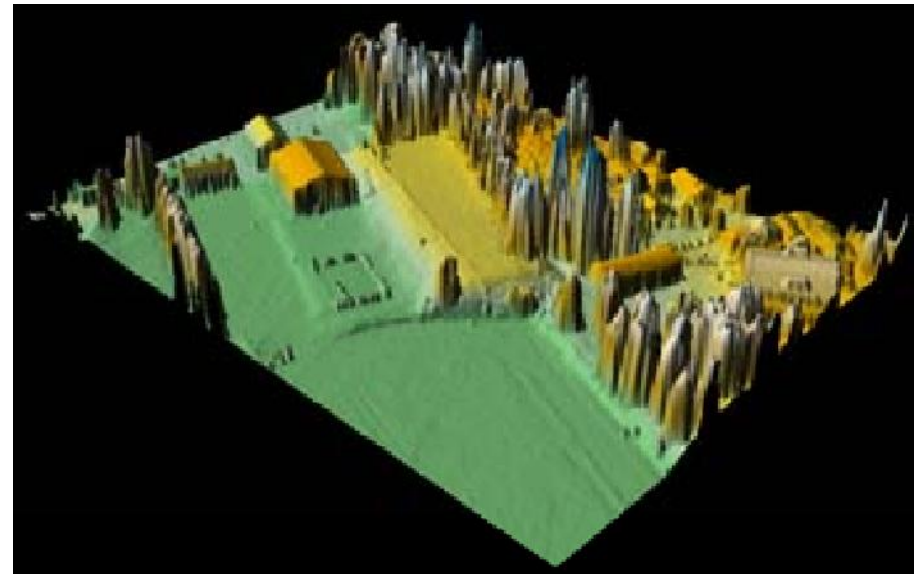


LIDAR

(Light Detection and Ranging)

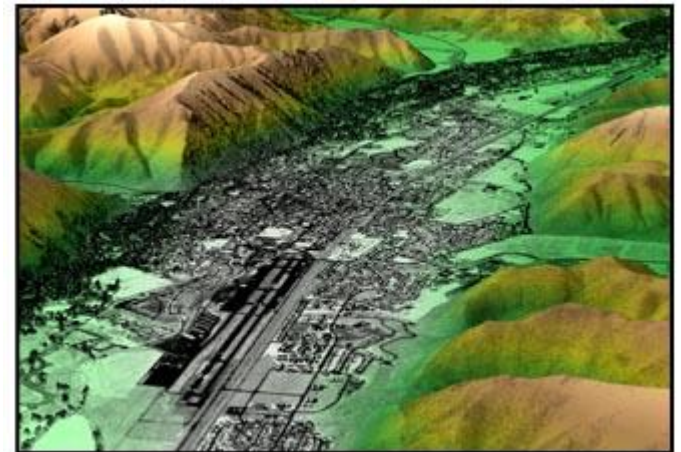
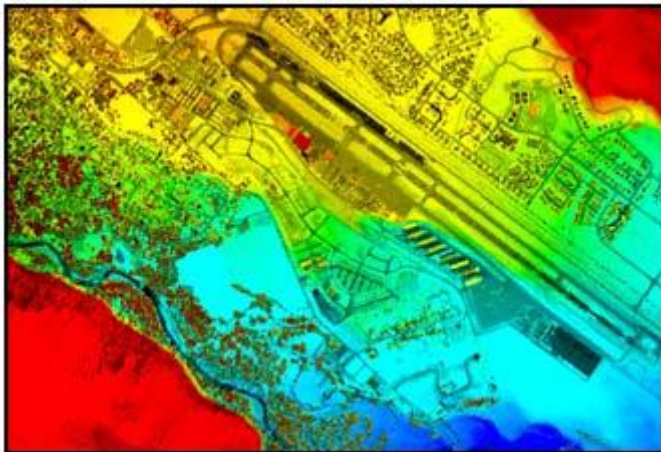
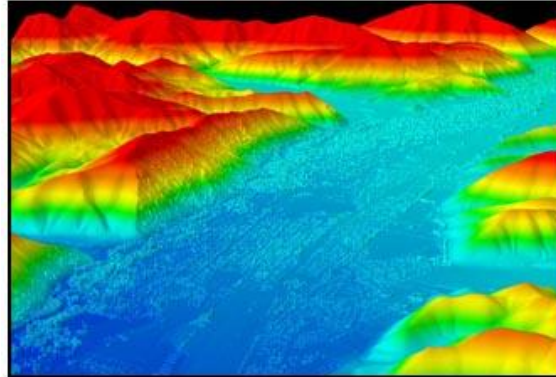


LIDAR



LIDAR

Hailey, Idaho - Lidar DEM



Hailey, Idaho - Airport Obstruction Survey

Precisão



RESOLUÇÃO ESPACIAL	CARACTERÍSTICAS
0,2 a 0,5 metro	<ul style="list-style-type: none"> - Medição de áreas construídas com precisão; - Permite mapeamento detalhado de infra-estrutura (postes, tampas de esgoto, caixas de telefone e etc)
0,6 a 5 metros	<ul style="list-style-type: none"> - Permite diferenciar tipos de edificações (casas, forma dos prédios, características dos tetos). - É possível individualizar árvores, carros, ônibus, monumentos e arruamento intra-urbano. - Identificação de áreas agrícolas menores
10 – 15 metros	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos bairros de uma cidade, edifícios e ruas principais. - Detalhamento de áreas florestais. - Identificação de minerações e áreas agrícolas.
20 – 30 metros	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de regiões urbanas, aeroportos, rodovias principais e ferrovias. - Identificação de grandes áreas florestais e agrícolas, bacias hidrográficas e caracterização da cobertura do solo. - Identificação de lineamentos geológicos.
80 – 100 metros	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografia de estruturas geológicas regionais. - Cartografia de grandes bacias hidrográficas e extensas áreas florestais e agrícolas.

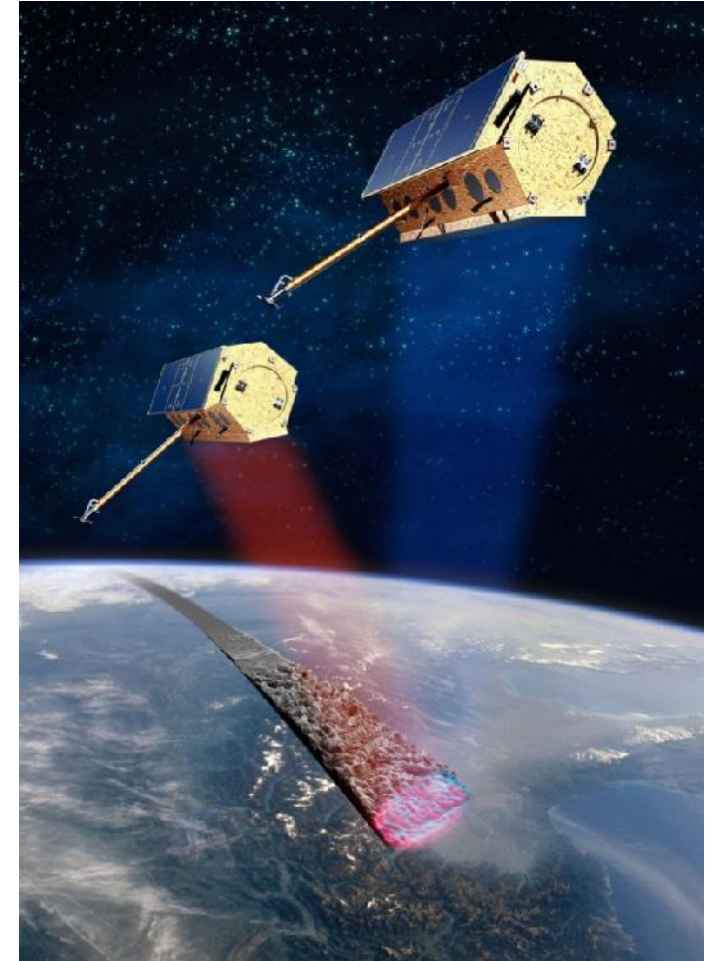


Precisão

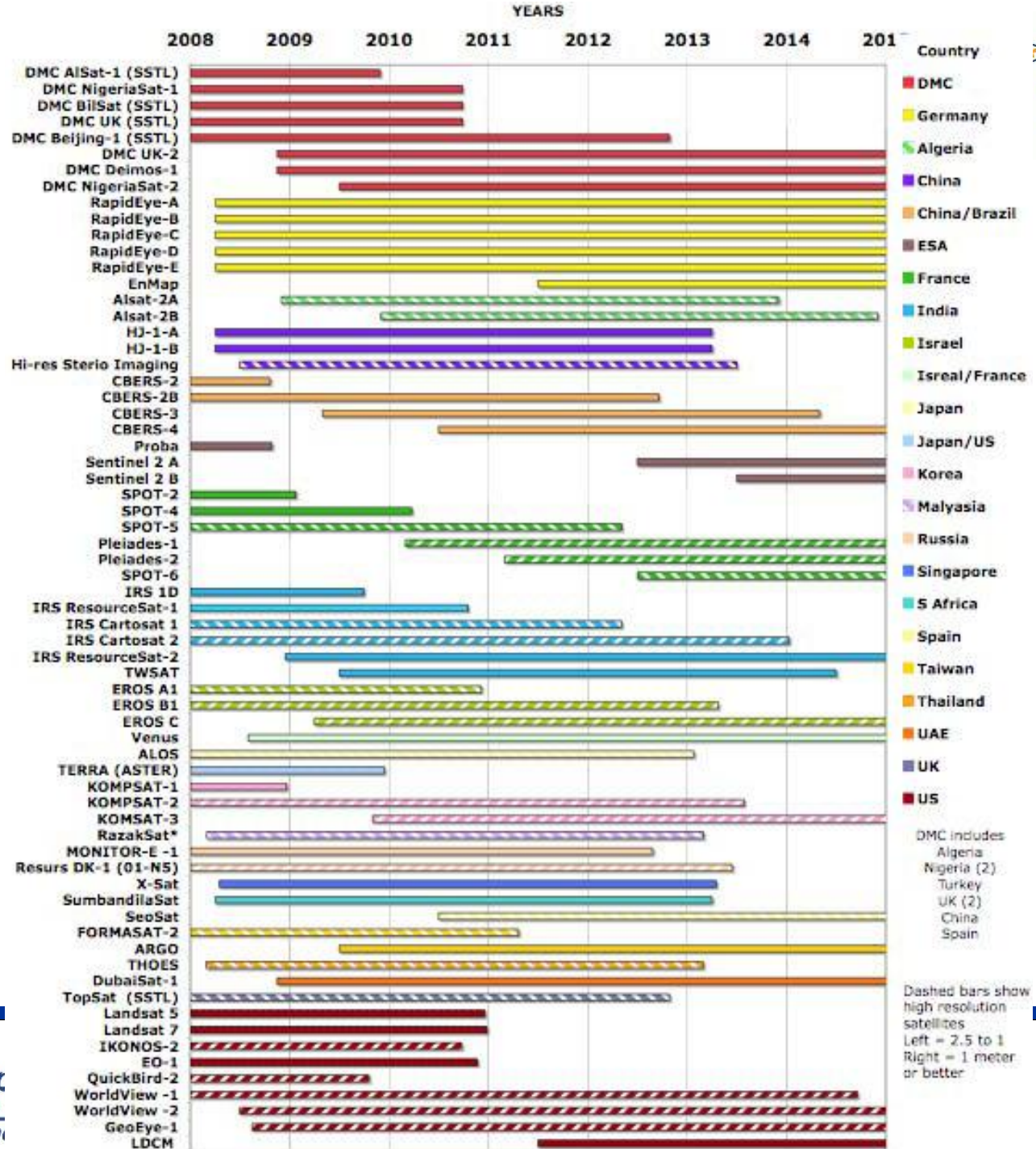
Resolução Espacial	Escala do Trabalho
0,4 metro	1:1.000
0,60 metro	1:2.000
2,5 metros	1:5.000
5 metros	1:12.000
10 metros	1:25.000
20 metros	1:50.000
30 metros	1:80.000
1.000 metros	1:1.500.000

Sensores

- Sensores Passivos:
> 68.
- Sensores Ativos :
> 24.



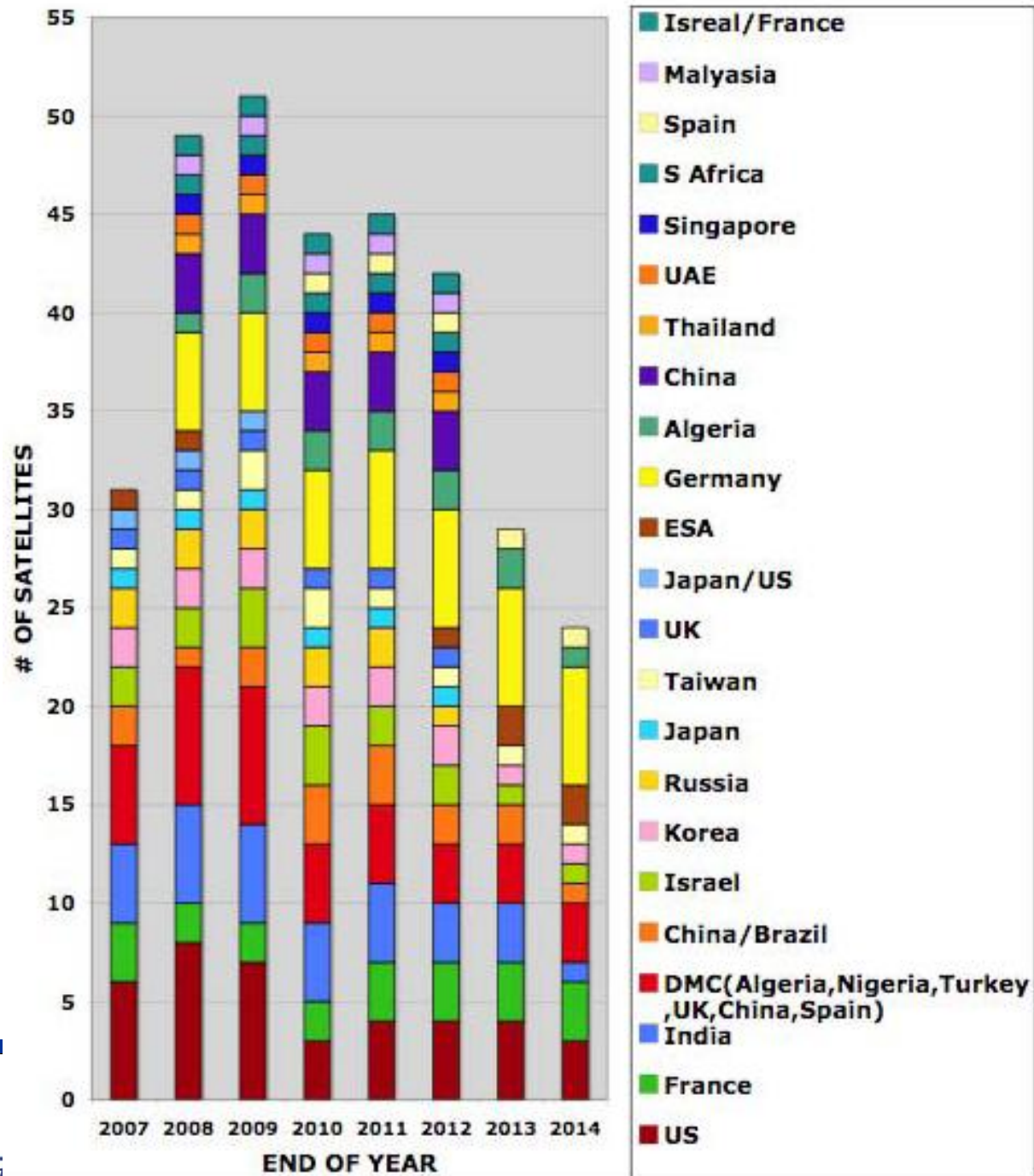
Satélites/Sensores Passivos



Fonte: ASPRS (2009)

Número estimado de satélites passivos em órbita

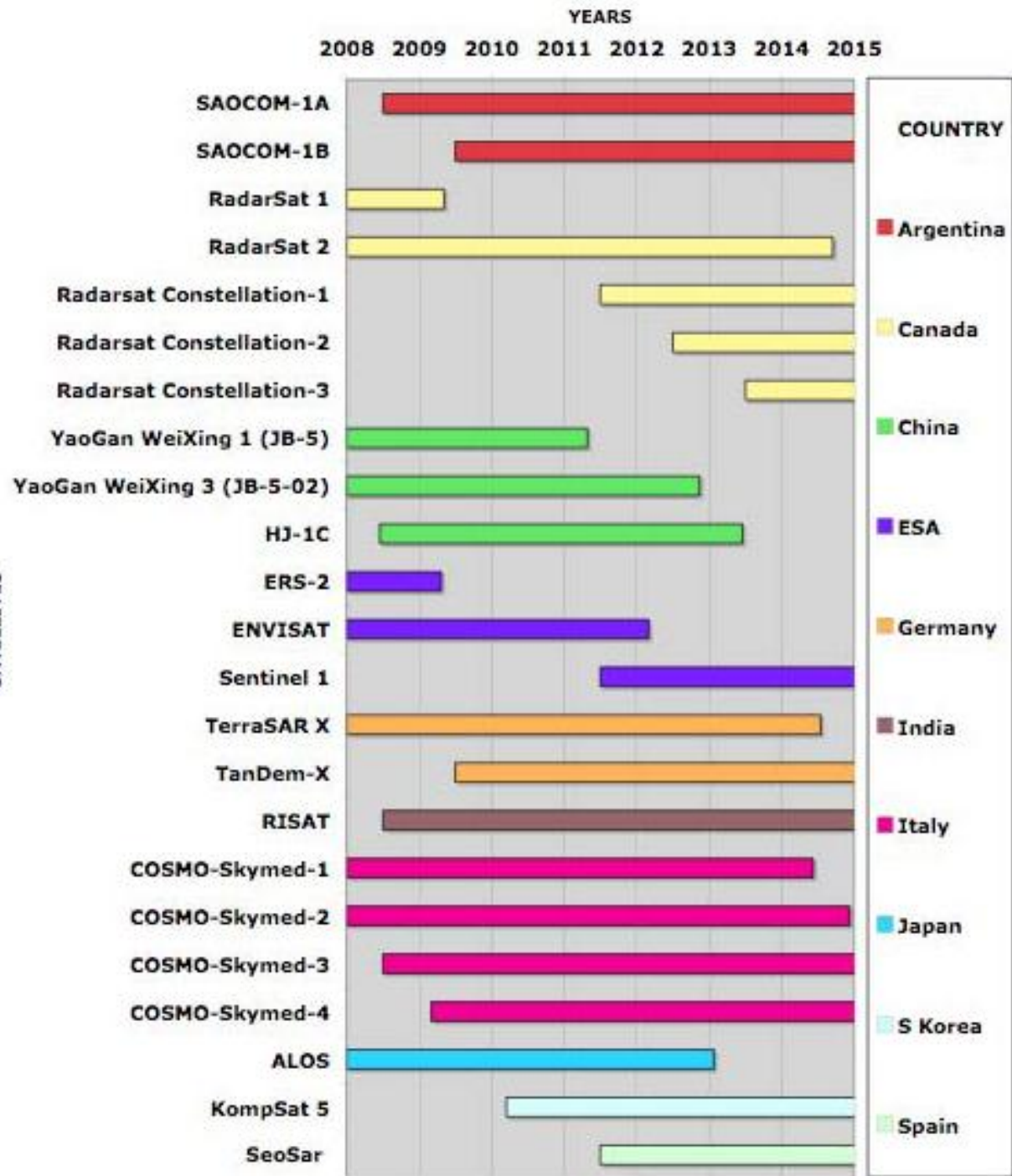
Fonte: ASPRS (2009)



Satélites/Sensores

Ativos

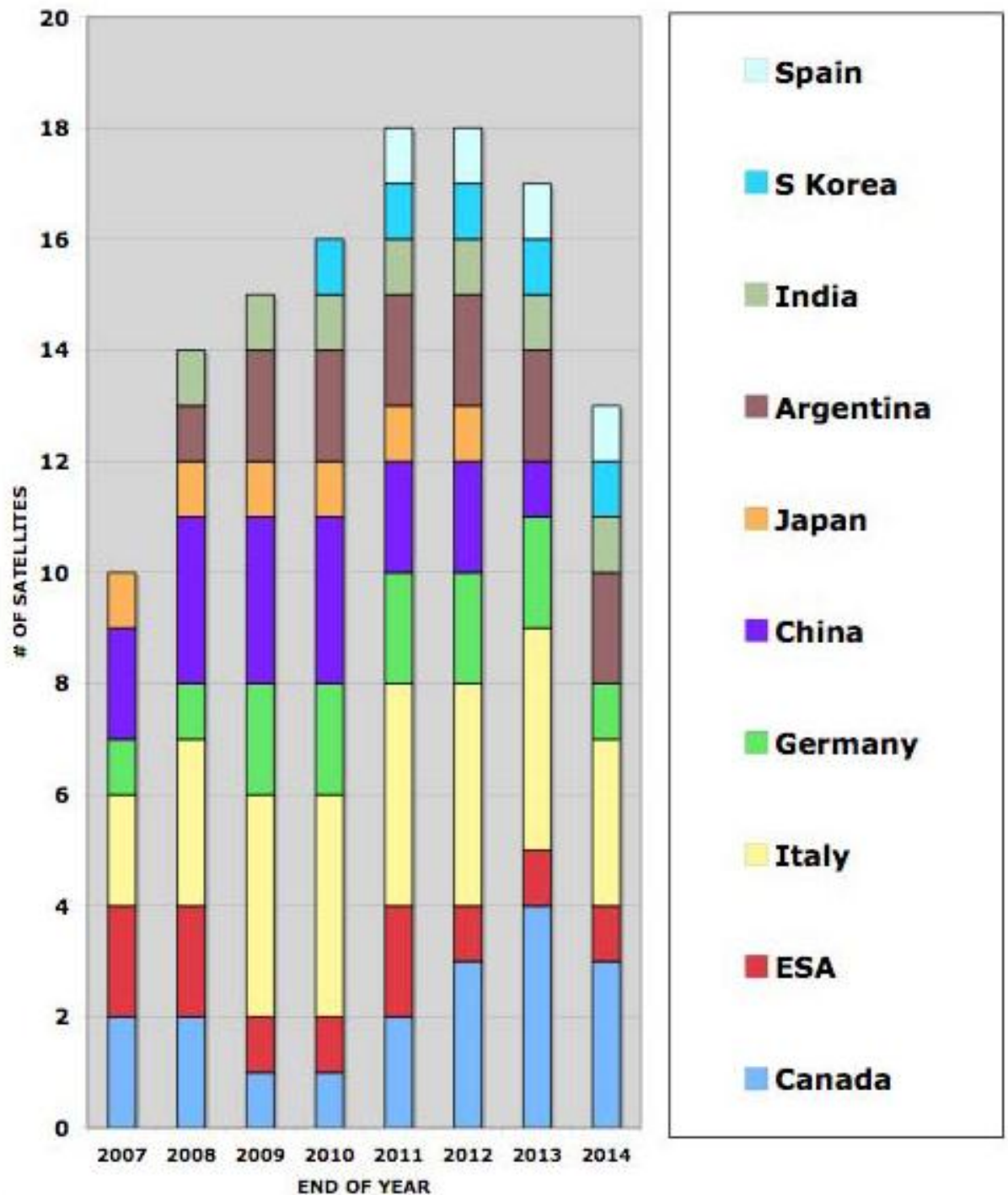
SATELLITES



Fonte: ASPRS (2009)

Número estimado de satélites/sensores ativos em órbita

Fonte: ASPRS (2009)





Alta Resolução Espacial

SATELLITE	PAN RES. M	MS RES. M	SWATH KM
GeoEye-1	0.4	1.64	15
WorldView -2	0.5	1.8	16
QuickBird-2	0.6	2.5	16
EROS C	0.7	2.8	11
Pleiades-1	0.7	2.8	20
Pleiades-2	0.7	2.8	20
Resurs DK-1 (01-N5)	1.0	3	28
KOMSAT-3	0.7	3.2	?
IKONOS-2	1.0	4	11
KOMPSAT-2	1.0	4	15
TopSat (SSTL)	2.5	5	10, 15
RazakSat*	2.5	5	?
DMC NigeriaSat	2.5	5, 32	320
IRS ResourceSat-1 (HiRes)	6.0	6	24
IRS ResourceSat-2 (HiRes)	6.0	6	24
SPOT-6	2.0	6	60
RapidEye-A		6.5	78
RapidEye-B		6.5	78
RapidEye-C		6.5	78
RapidEye-D		6.5	78
RapidEye-E		6.5	78
ARGO		6.5	78
SumbandilaSat		7.5	?
FORMOSAT-2	2.0	8	24
SPOT-5	2.5	10	120
ALOS	2.5	10	35, 70
X-Sat		10	50
Hi-res Sterio Imaging	2.5, 5	10	?
Venus		10	28
Alsats-2A	2.5	10	?
Alsats-2B	2.5	10	?
Sentinel 2 A		10, 20, 60	285
Sentinel 2 B		10, 20, 60	285
TERRA (ASTER)		15, 30, 90	60
THOES	2.0	15	22, 90
Proba		18 Hyp	14
SPOT-2	10.0	20	120
SPOT-4	10.0	20	120
CBERS-2	20.0	20	113
MONITOR-E -1	8.0	20	94, 160
CBERS-2B	20.0	20	113
CBERS-3	5.0	20	60, 120
CBERS-4	5.0	20	60, 120
DMC Deimos-1		22	660
DMC UK-2		22	660
IRS 1D		23	142
IRS ResourceSat-1	6.0	23	140
IRS ResourceSat-2	6.0	23	140
DMC BiSat (SSTL)	12.0	26	24, 52
Landsat 5		30	185
Landsat 7		30	185
EO-1	10.0	30	37
LDCM	10.0	30	177
EnMap		30 Hyp	30
HJ-1-A		30, 100 Hyp	720, 50
HJ-1-B		30, 150, 300	720
DMC AiSat-1 (SSTL)		32	600
DMC NigeriaSat-1 (SSTL)		32	600
DMC UK (SSTL)		32	600
Beijing-1 (SSTL)	4.0	32	600
TWSAT		35	140
IRS ResourceSat-1 (AWIFS)	6.0	56	740
IRS ResourceSat-2 (AWIFS)	6.0	56	740

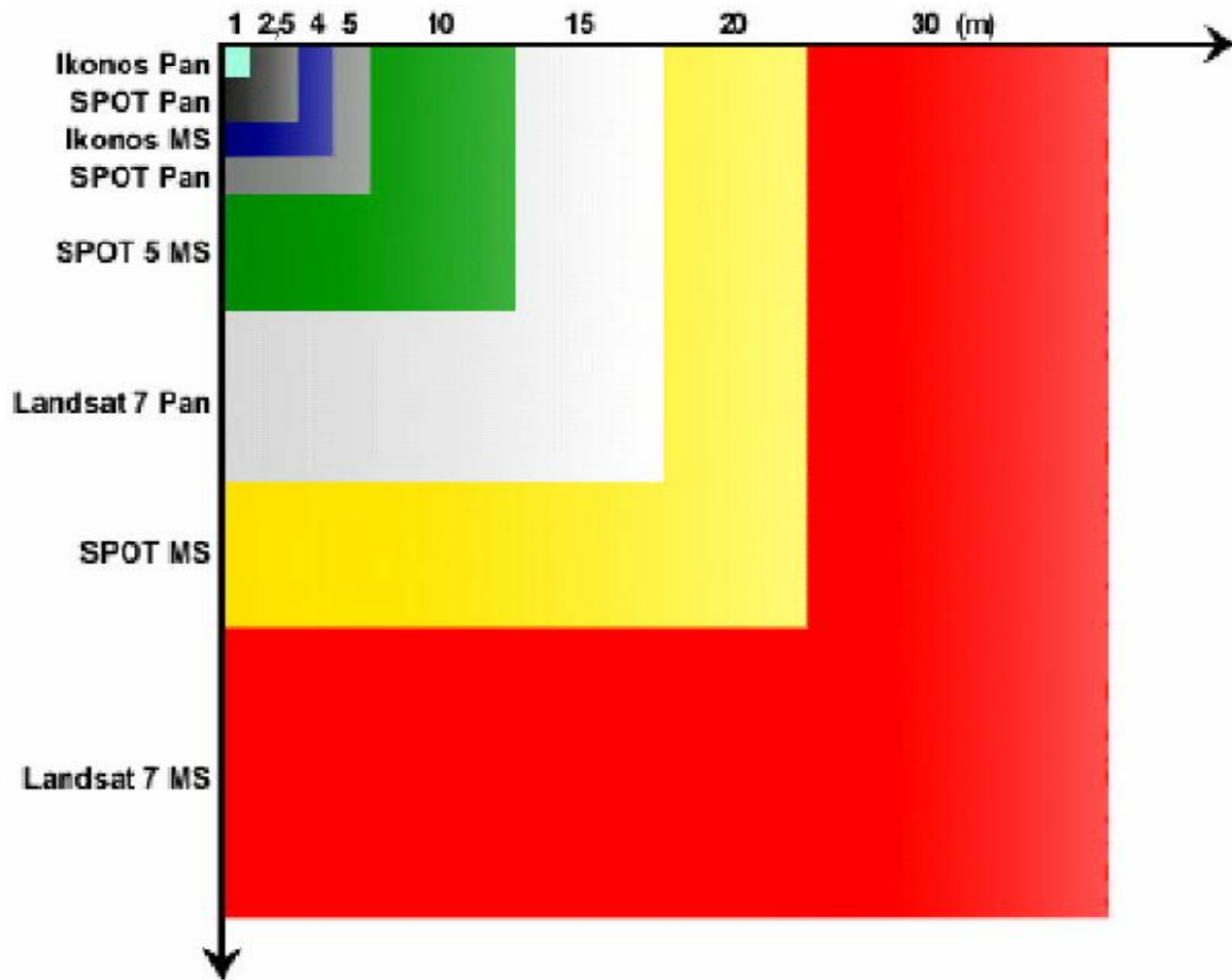
Principais Satélites passivos por ordem de resolução espacial

Média Resolução Espacial

Baixa Resolução Espacial

Fonte: ASPRS (2009)

COMPARATIVO DE RESOLUÇÃO





Fonte: (eurac.edu, acesso em 19/09/09)



Espacial

>60cm

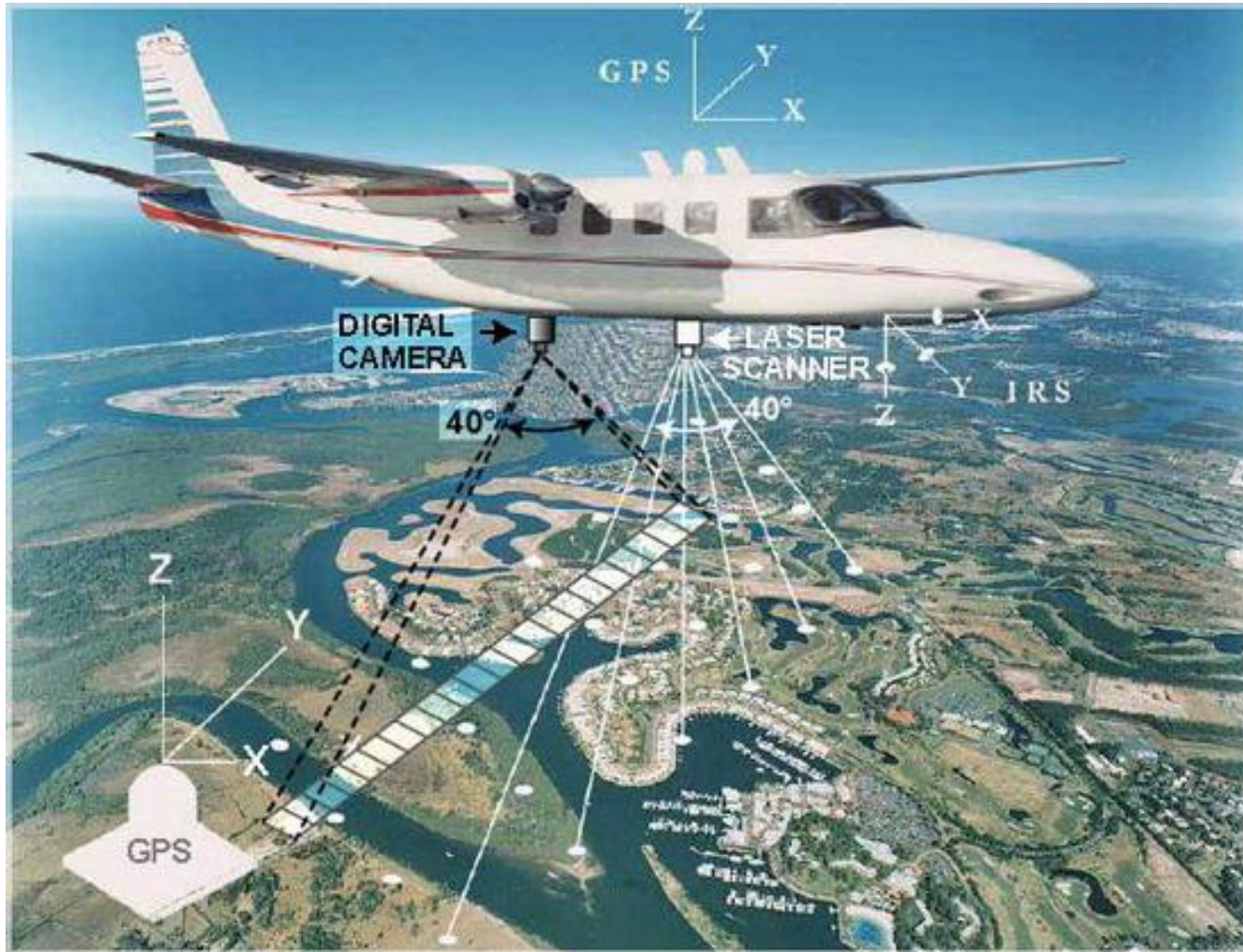
Aerotransportado Digital



20cm



5cm



Fonte: (searchmesh.net, acesso em 19/09/09)



Onde saber mais sobre o assunto?

- **EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE.**
Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial.
Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009.
Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 22 set. 2009;
- **American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS):**
 - http://www.asprs.org/news/satellites/ASPRS_DATABASE_021208.pdf
- **Union of Concerned Scientists:**
 - http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-sa