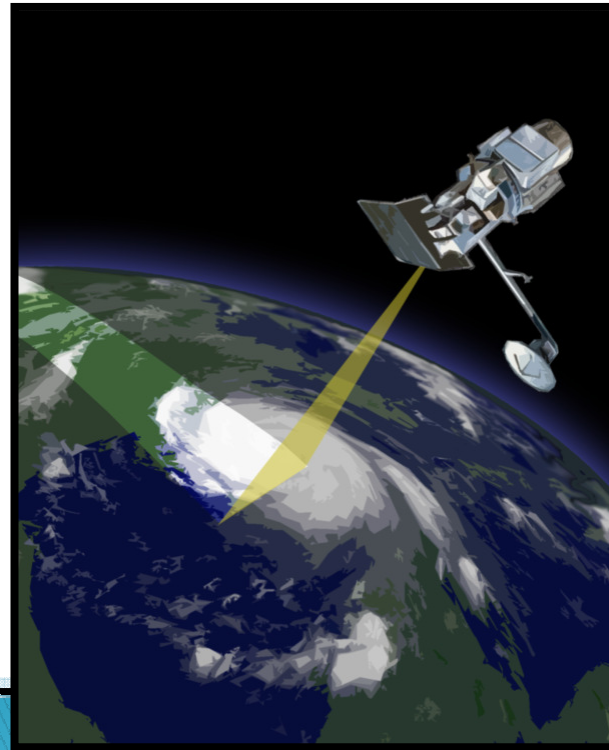




Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

CAP 378 / 2010 – Tópicos em Observação da Terra



Carlos Alberto Pires de Castro Filho
José Roberto Garcia
Leonardo Arthur Esteves Lourenço

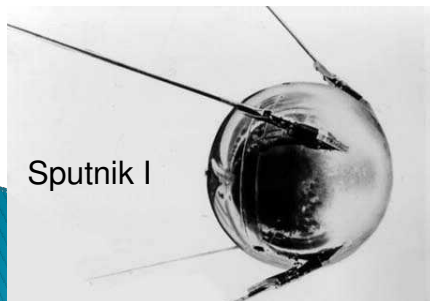
Alguns fatos históricos antecedentes

- 1942: primeiro foguete com capacidade de sair da atmosfera (alemães)
- 1957: Sputnik I (soviéticos)
- 1957 Sputnik II – Cadela Laika, primeiro ser vivo no espaço
- 1958 Explorer I (americanos) – descoberta do Cinturão de Van Allen
- Sputnik III, IV e V – no último, cães, ratos e plantas tripularam a nave



Robert Goddard e seu primeiro foguete de combustível líquido

Fonte: USP (2010)

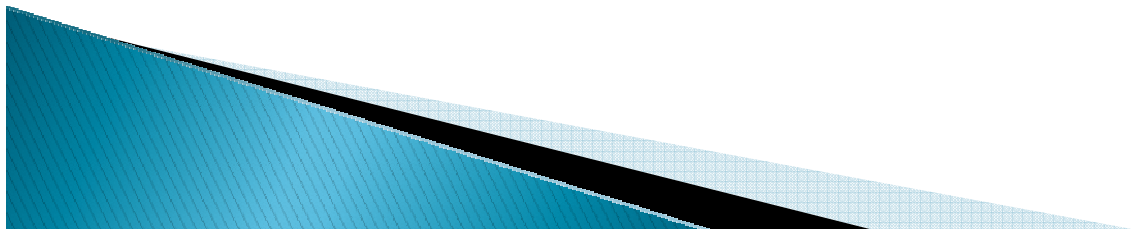


Fonte: USP (2010)

- Satélites militares espões, meteorológicos, comunicações, Sol, Lua, Marte...
- Projeto Apollo (americanos) – culminando com a 11, homem pisa na Lua

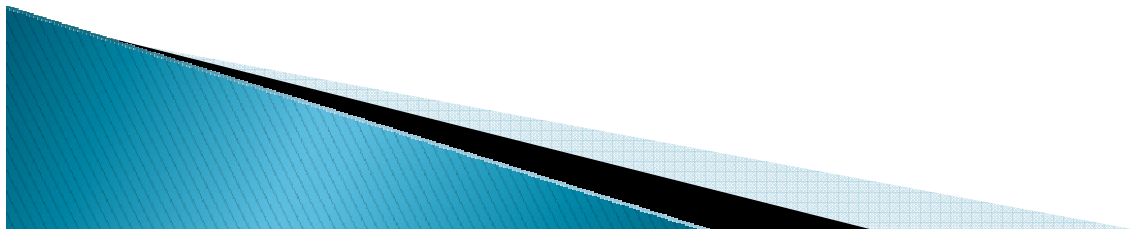
Histórico da série Landsat

- “O Programa Landsat foi criado nos EUA nas emocionantes épocas científicas e exploratórias associadas à dominação do átomo e à conquista da Lua” (Dr. John Barker , cientista da NASA).
- Início na segunda metade da década de 60 (*National Aeronautics and Space Administration - NASA e U.S.Geological Survey - USGS*).
- Batizado de *Earth Resources Technology Satellite (ERTS)* e *Landsat* a partir de 1975.
- Inspirações: missões Apollo à Lua, assim como as predecessoras Mercury e Gemini, durante as quais foram tiradas fotografias da superfície do planeta.
- 1965: o diretor da USGS, William Pecora, propôs um programa de satélites de sensoriamento remoto para monitorar os recursos do planeta (fruto das fotografias da Terra obtidas das viagens tripuladas).



Histórico da série Landsat

- Landsat-1 encontra intensa oposição do Departamento Orçamentário de (Bureau of Budget - BOB). Argumentação: aeronaves de altas altitudes seriam a melhor escolha para realizar o sensoriamento remoto da Terra.
- Receio do Departamento da Defesa de uma iniciativa civil de promover um programa como o Landsat: prestígio e o sigilo de suas missões de reconhecimento comprometidos.
- Preocupação política em monitorar outros países sem permissão.
- 1965: NASA usa sensores em aviões e inicia minuciosos estudos de sensoriamento remoto da Terra.
- 1966: USGS convence o Departamento do Interior (DOI) a anunciar que promoveria seu próprio satélite de observação da Terra. USGS é hoje a única instituição científica do DOI.



Histórico da série Landsat

- Discordâncias políticas entre DOI e BOB ainda atrasaram a construção do satélite.
- 1970: NASA recebe sinal verde para construir o ERTS-1 (ou Landsat-1).
- 1972: lançado, “sendo o primeiro satélite desenvolvido para atuar diretamente em pesquisas de recursos naturais” (EMBRAPA, 2010).
- Landsat-1 (dois sensores):
 - câmera RBV (Radio Corporation of America - RCA): três sensores em bandas distintas. Problema elétrico;
 - MSS (General Electric): Registrava dados em 4 bandas: verde, vermelha e duas infravermelhas. Tornou-se o sensor principal após os primeiros resultados;
 - curiosidade: foi construído numa plataforma de satélites meteorológicos; Lembra os satélites da série Nimbus;
 - operou até 1978.

Histórico da série Landsat



Landsat-1

Histórico da série Landsat

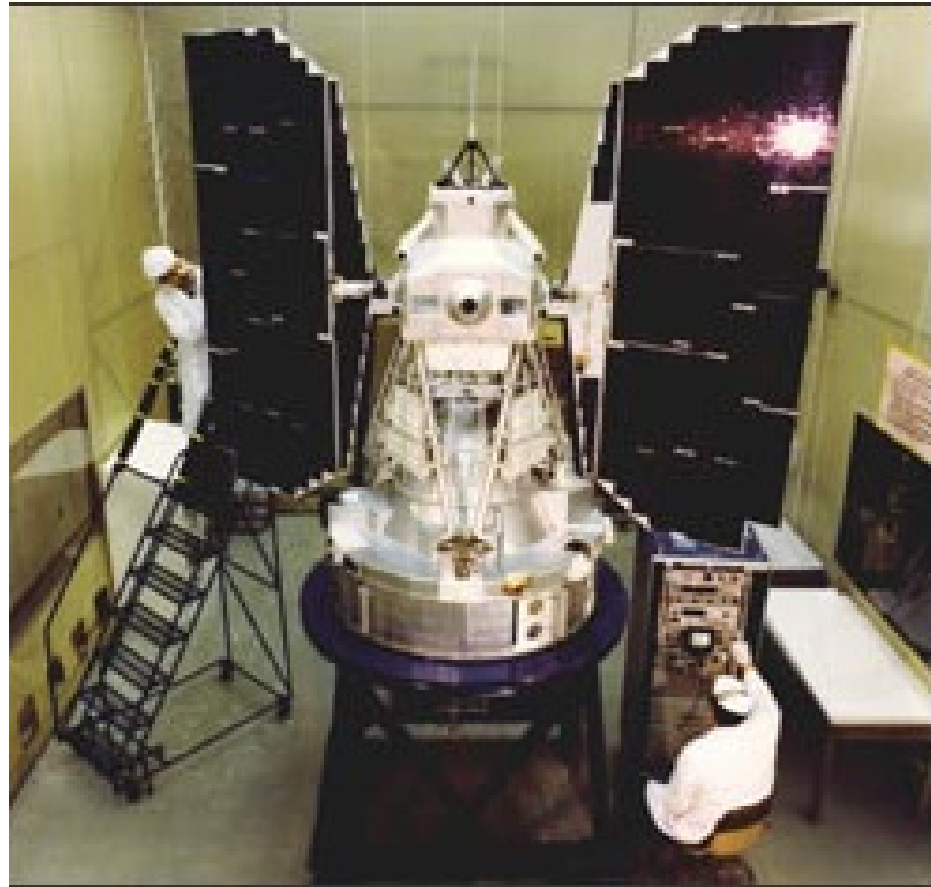
-Landsat-2 (1975):

- considerado experimental;
- mesmos sensores do anterior. MSS continuou coletando, RBV usado como avaliação;
- operou até 1982.

-Landsat-3 (1978):

- ainda considerado experimental;
- possuía os mesmos 2 sensores. O RBV foi melhorado. O MSS ganhara uma quinta banda termal, que falhou após o lançamento;
- em 79, a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) assumiu o controle do Landsat-3;
- saiu de operação em 1983.

Histórico da série Landsat



Landsat-3



Histórico da série Landsat

- Landsat 4 (1982):
 - inovou com o sensor TM (*Thematic Mapper*), além de manter o MSS;
 - abandonou o RBV;
 - um ano de lançamento: problemas com dois dos painéis solares e ambos os transmissores diretos. Coleta de dados parou;
 - *Tracking and Data Relay Satellite System* (TDRSS) solucionou o problema. Satélite transmitia os dados pela frequência K_u ;
 - em 1998, a gerência do satélite passou à USGS (junto com o 5);
 - Saiu de operação em 2001.
- Landsat-5 (1984):
 - projetado e construído ao mesmo tempo que o 4, carregando os mesmos instrumentos (MSS e TM);
 - 1987: seu transmissor banda K_u falhou, impossibilitando a coleta de dados de fora dos EUA por meio do TDRSS (satélite não armazena dados);
 - MSS foi desligado em 1995;
 - 2005: problemas em suas células solares impossibilitaram a auto-recarga das baterias. Satélite foram suspensas. Problema resolvido em 2006. TM voltou a operar. Ainda opera.

Histórico da série Landsat: era da privatização

- Ano de lançamento do Landsat-5: decisão do Congresso de privatizar o programa de satélites (*1984 Land Remote Sensing Commercialization Act*).

- A NOAA é foi instruída a achar um representante comercial para o Landsat. Escolhida: *Earth Observation Satellite Company* (EOSAT).

- EOSAT:
 - coletar e distribuir os dados Landsat da época;
 - construir, lançar e operar os próximos dois satélites (com subsídio de governo).

- Problemas:
 - restrições na distribuição;
 - imagens muito caras;
 - migração de muitos antigos usuários para a política de distribuição livre dos dados de baixa resolução dos satélites meteorológicos;
 - 1986: França quebra o monopólio americano com o SPOT 1.

Histórico da série Landsat: era da privatização

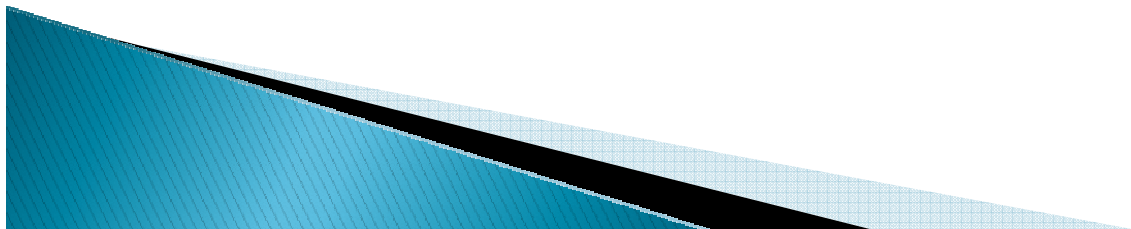
- Problemas:

- observações perdidas: falta de compradores imediatos.;
- programa decaiu: em 1989, a NOAA manda a EOSAT desligar os satélites;
- programa estava prestes a ter um fim.

- Protestos do Congresso, de usuários nacionais e estrangeiros e até do vice-presidente salvam o programa Landsat.

- *Land Remote Sensing Policy Act of 1992*: decreta a construção do Landsat-7, de propriedade do governo.

- 2001: dois anos após lançado o Landsat-7, a Space Imaging (antiga EOSAT) devolve o controle dos Landsat-4 e 5 ao governo. Abre mão dos direitos comerciais dos dados. USGS passa a comercializá-los de acordo com suas políticas de preços.



Histórico da série Landsat

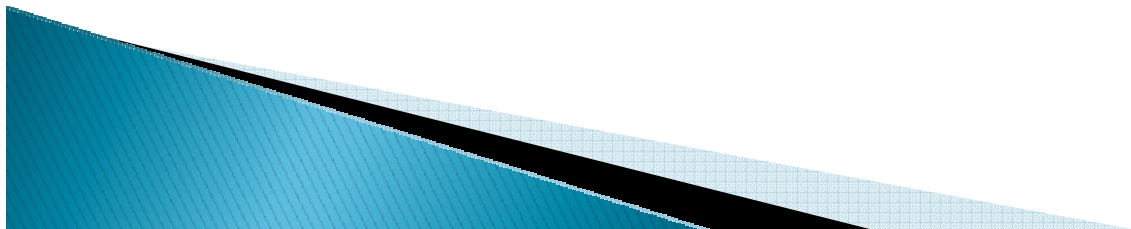
- Landsat-6 (1993): a EOSAT falha em lançá-lo. Não conseguiu atingir a órbita com o novo sensor Enhanced Thematic Mapper (ETM) e é perdido.

-Landsat-7 (1999):

- com o sensor ETM+ ;
- falhas no hardware mas a partir de 2003;
- ficou cerca de seis semanas sem transmitir;
- problema corrigido, mas necessárias correções prévias e análise de acurácia no posicionamento e calibração dos pixels.

- *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)*:

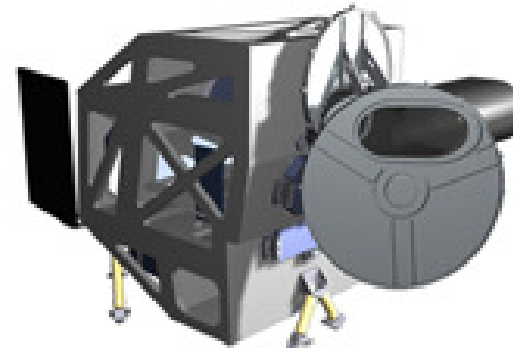
- final de 2005: a NASA é designada a adquirir um módulo espacial para a LDCM ;
- julho de 2007: a Ball Aerospace é selecionada para montar o sensor *Operational Land Imager (OLI)* ;
- previsão de lançamento do próximo satélite: dezembro de 2012.



Histórico da série Landsat



Landsat-7



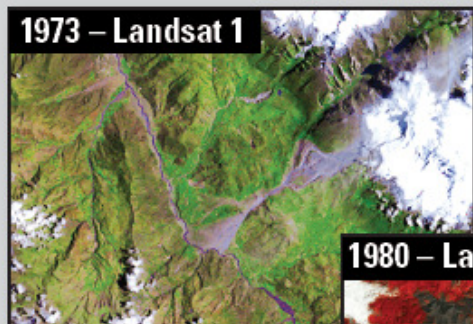
Projeto conceitual do imageador do LDCM (Ball Aerospace)

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Histórico da série Landsat:

Continuing Three Decades of Earth Imaging Fonte: USGS (2010c)

Avalanche (Peru)



St. Louis Flood (Missouri)



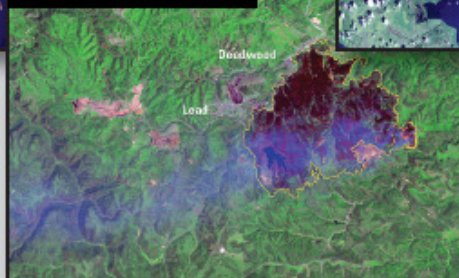
Hurricane Katrina aftermath (New Orleans)



1980 – Landsat 2



2002 – Landsat 5



LANDSAT 1
1972

LANDSAT 2
1975

LANDSAT 3
1978

LANDSAT 4

LANDSAT 5

LANDSAT 7

Future Landsat Mission

2011

1970

1975

1980

1985

1990

1995

2000

2005

2010

2015

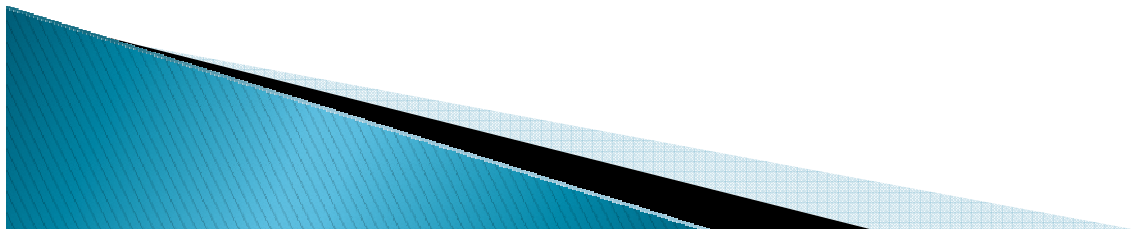
2020

Histórico da série Landsat

- 2009: USGS dá livre acesso a todo o acervo Landsat sem custo. EUA se une a Brasil e China ao adotar uma política de livre acesso a dados de sensoriamento remoto ;

- “o Programa Landsat é um dos principais precursores do largo uso que se dá hoje às imagens de satélites de sensoriamento remoto no mundo, tendo firmado conceitos como taxa de revisita, órbita-ponto fixa (path-row) e muitas outras. A distribuição das imagens Landsat se dá através da USGS” (EMBRAPA, 2010);

- a antena de recepção do INPE, localizada em Cuiabá, capta imagens dos Satélites Landsat desde os anos 70.;



Principais Sistemas Sensores Landsat

RBV (Return Beam Vidicon)

- auxiliou na definição das bases terrestres dos próximos lançamentos;
- imagens diurnas com revisita de 18 dias;
- Landsat 1 e 2 com resolução espacial de 80 metros e operava nos canais 1 (região do azul/verde) 2 (região do verde/vermelho) e 3 (região do vermelho/infravermelho próximo);
- Landsat 3 em uma única banda pancromática e resolução espacial de 30 m.

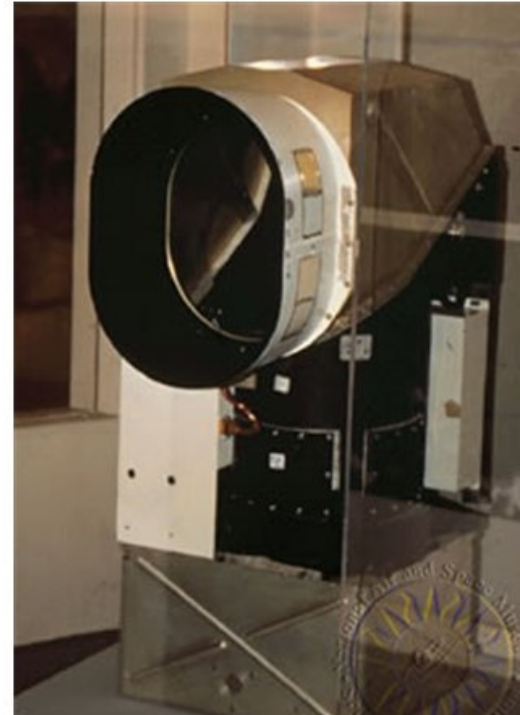
Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Principais Sistemas Sensores Landsat

MSS (Multispectral Scanner System)

-Landsat 1, 2, 3, 4 e 5;

- somente a bordo do Landsat 3 buscou-se utilizar a banda na faixa do termal, porém sem sucesso.

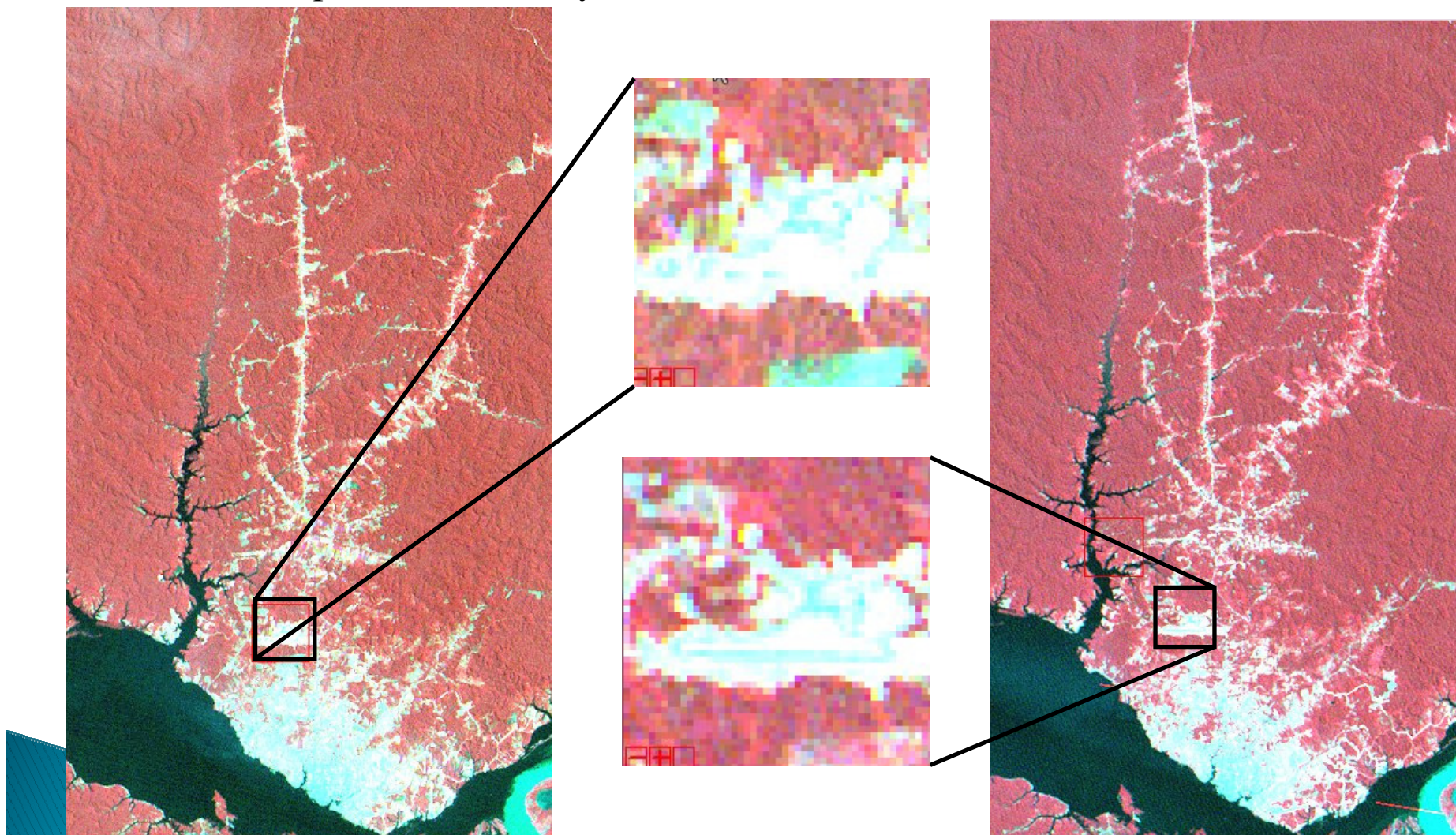


Fonte: NASA (2010)

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
MSS (Multispectral Scanner System)	(B4) VERDE	0.5 - 0.6 μm	57 x 79 m	18 dias (L1-L3); 16 dias (L4-L5)	185 km	6 bits (L1-L3); 8 bits (L4-L5)
	(B5) VERMELHO	0.6 - 0.7 μm				
	(B6) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.7 - 0.8 μm				
	(B7) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.8 - 1.1 μm				
	(B8) INFRAVERMELHO TERMAL	10.41-12.6 μm				

Principais Sistemas Sensores Landsat

MSS (Multispectral Scanner System)



MSS Landsat 2 (18Ago1977) – R(4)G(3)B(2)

MSS Landsat 3 (04Ago1978) – R(4)G(3)B(2)

Principais Sistemas Sensores Landsat

TM (Thematic Mapper)

- Landsat 4 e 5;
- objetiva mapeamento temático de recursos naturais;
- possui melhor posicionamento geométrico que seu antecessor MSS;
- possui duas bandas espectrais na faixa do infravermelho médio;
- de grande importância para o desenvolvimento de técnicas de processamento de imagens.

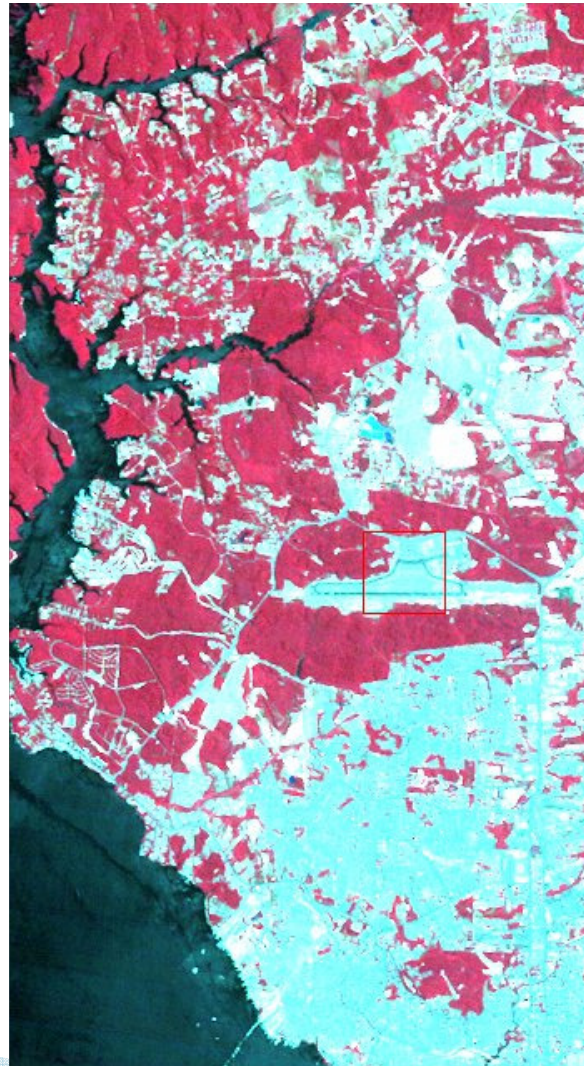
Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
TM (Thematic Mapper)	(B1) AZUL	0.45 - 0.52 μm	30 m	16 dias	185 km	8 bits
	(B2) VERDE	0.50 - 0.60 μm				
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 μm				
	(B4) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 μm	120 m			
	(B6) INFRAVERMELHO TERMAL	10.4 - 12.5 μm				
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.08 - 2.35 μm	30 m			

Principais Sistemas Sensores Landsat

TM (Thematic Mapper) : Landsat 5 (10Set2009)



R(3)G(2)B(1)



R(4)G(3)B(2)



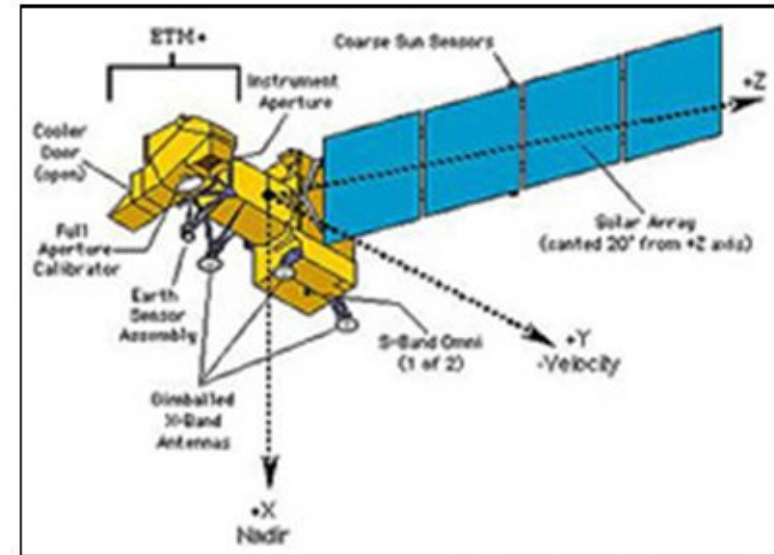
R(5)G(4)B(3)

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Principais Sistemas Sensores Landsat

ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)

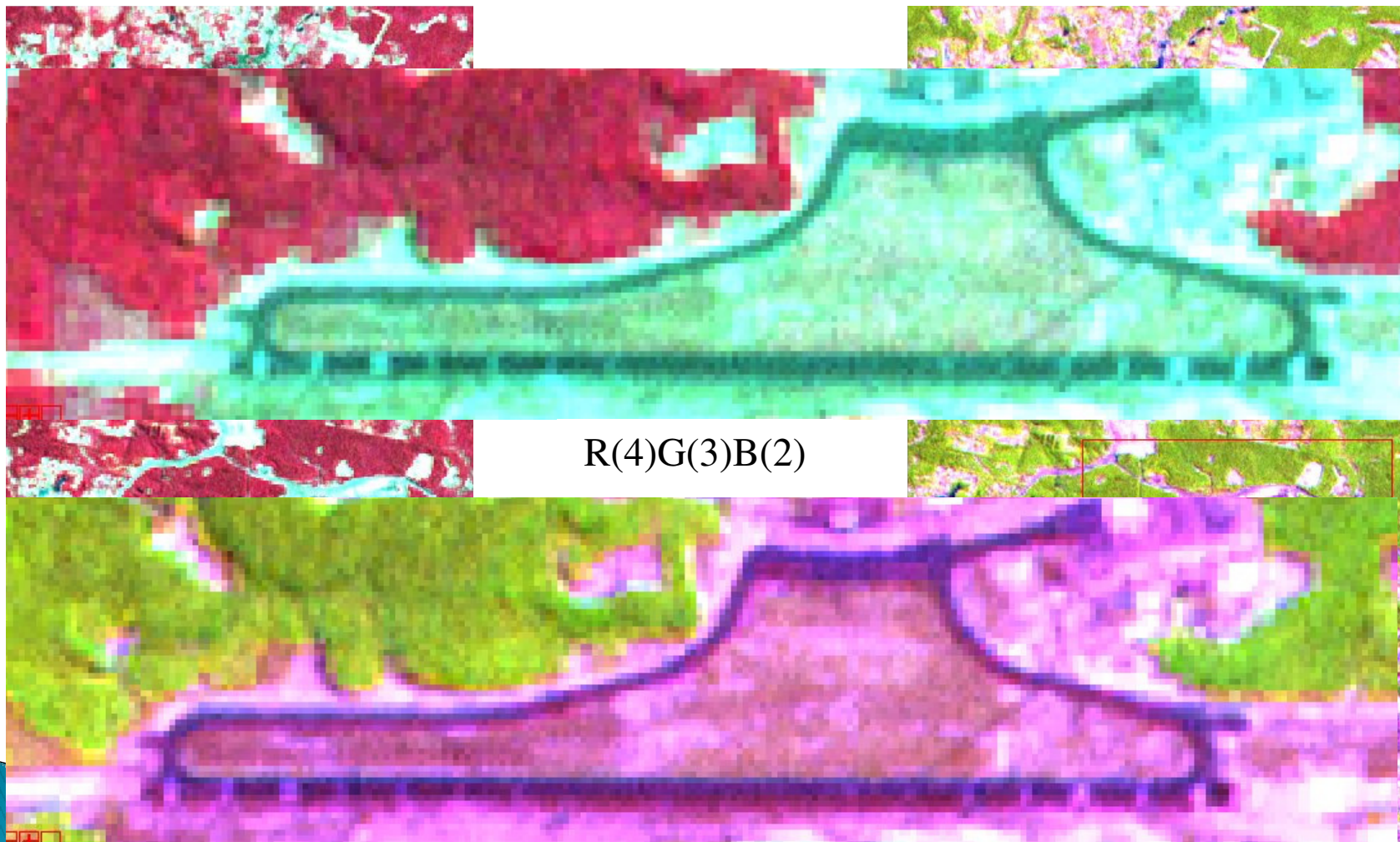
- Landsat 7;
- resolução espacial da banda infravermelho termal;
- criação da banda pancromática.



Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)	(B1) AZUL	0.45-0.515 μm	30 m	16 dias	183 km	8 bits
	(B2) VERDE	0.525-0.605 μm				
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 μm				
	(B4) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 μm	60 m			
	(B6) INFRAVERMELHO TERMAL	10.4 - 12.5 μm	30 m			
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.09 - 2.35 μm	15 m			
	(B8) PANCROMÁTICO	0.52 - 0.90 μm				

Principais Sistemas Sensores Landsat

ETM+ : Landsat 7 (10Jul2001)



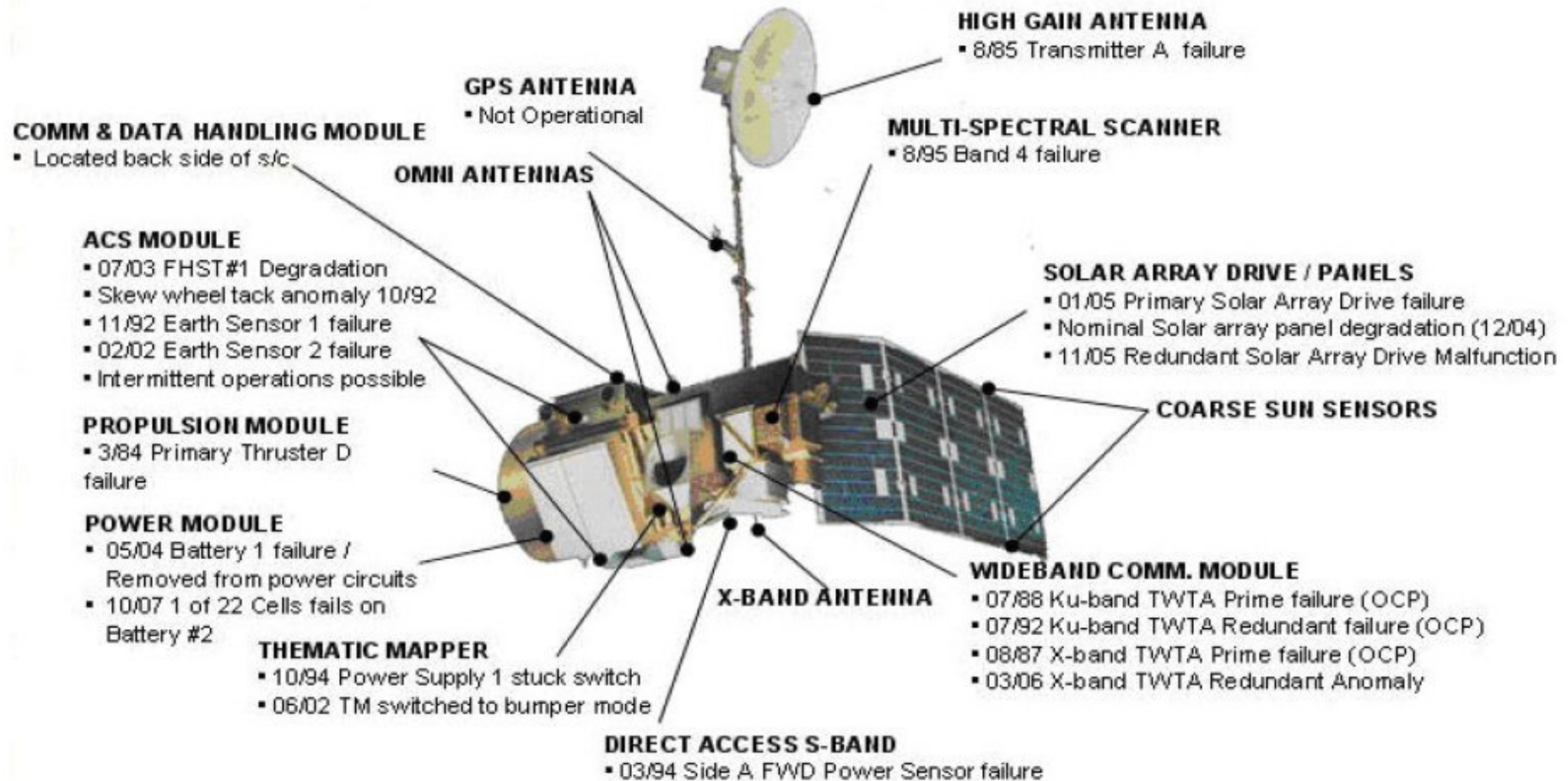
R(4)G(3)B(2)

R(4)G(3)B(2)

R(5)G(4)B(3)

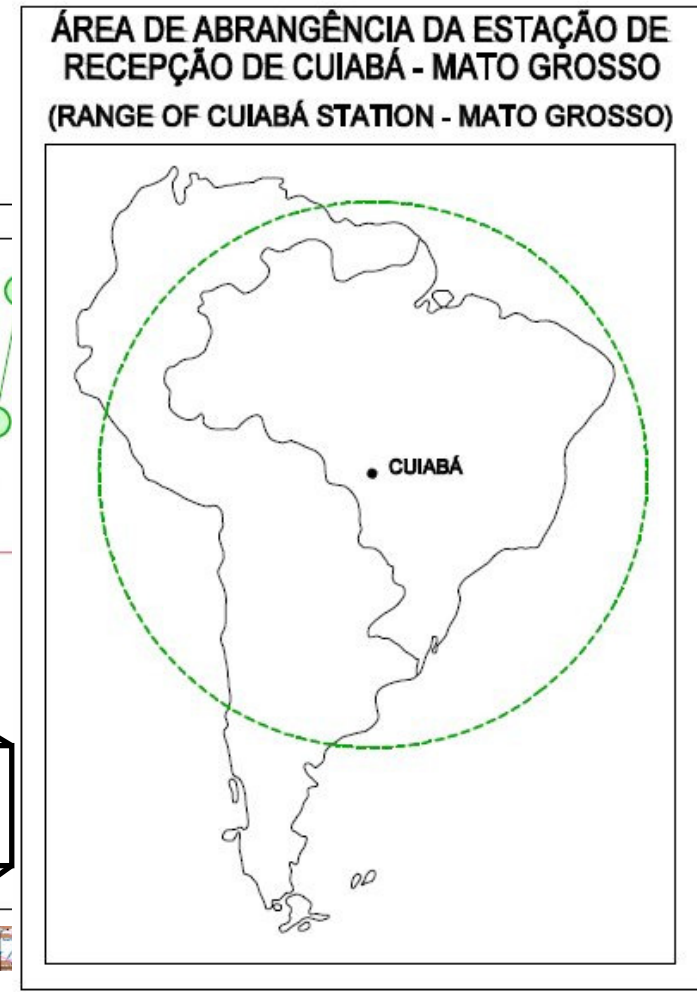
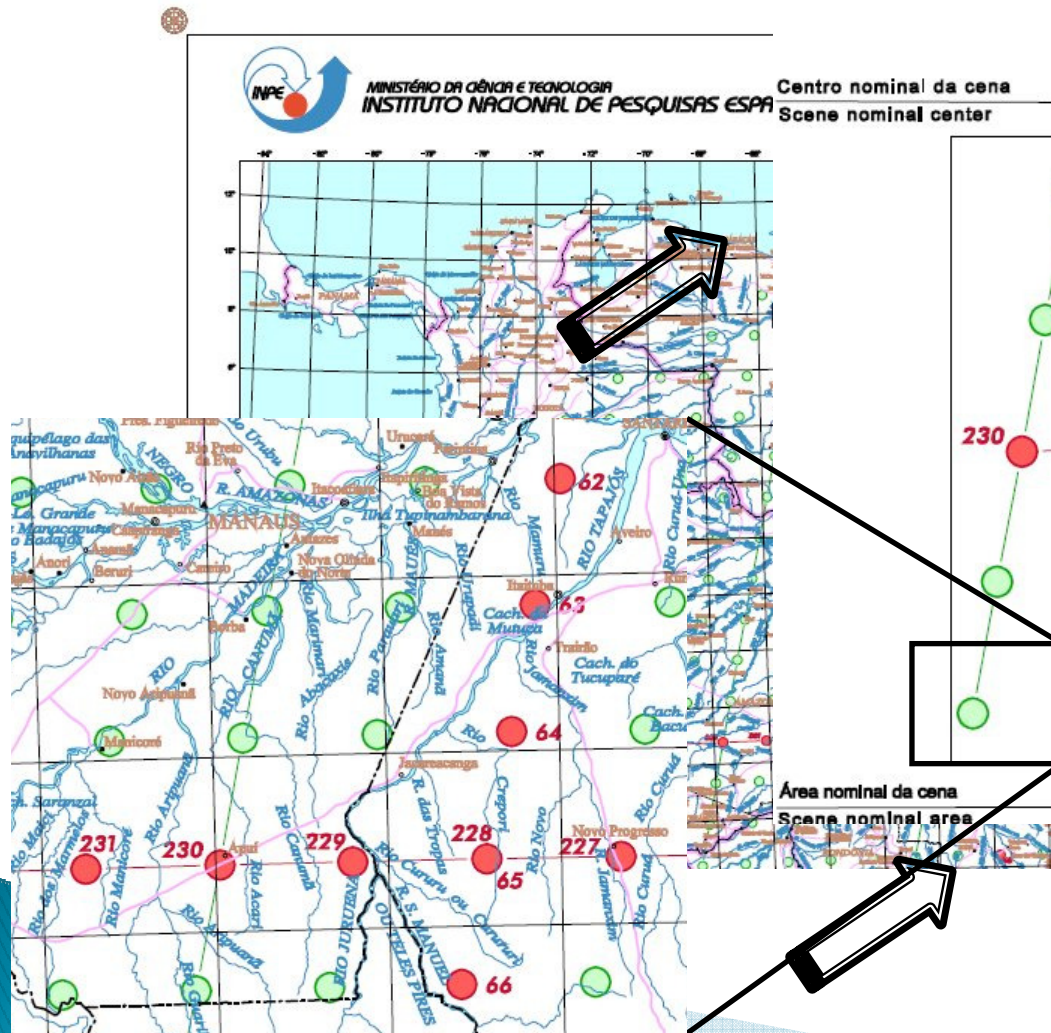
R(5)G(4)B(3)

Situação atual dos sensores Landsat 5



Área de Cobertura

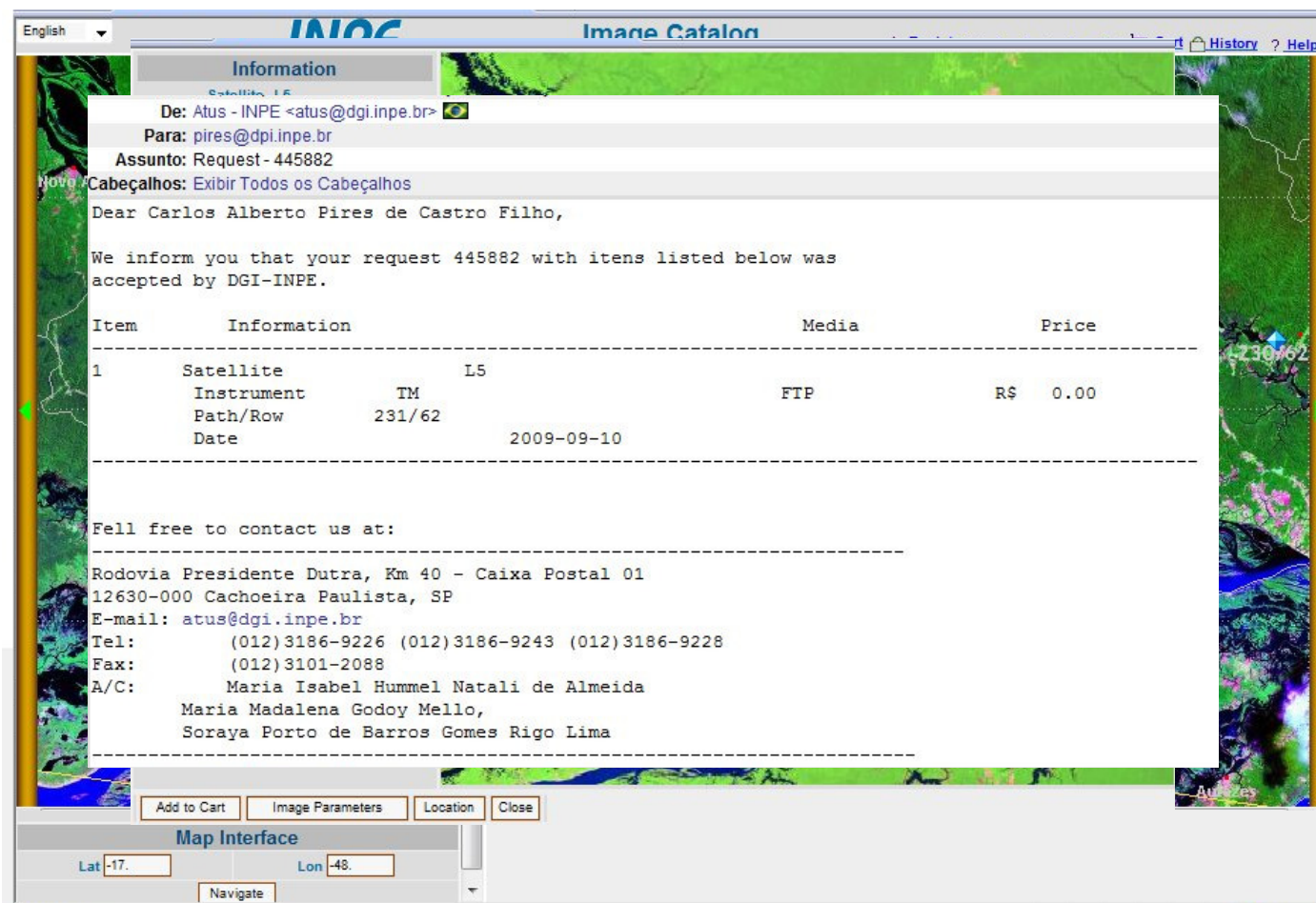
- LANDSAT Worldwide Reference System (WRS);



65
r)

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Aquisição de Imagens



The screenshot shows a web browser window with the title "INOC Image Catalog". The main content is an email notification. The email header includes:

- De: Atus - INPE <atus@dgi.inpe.br>
- Para: pires@dgi.inpe.br
- Assunto: Request - 445882
- Cabeçalhos: Exibir Todos os Cabeçalhos

The body of the email reads:

Dear Carlos Alberto Pires de Castro Filho,

We inform you that your request 445882 with itens listed below was accepted by DGI-INPE.

Item	Information	Media	Price
1	Satellite L5 Instrument TM Path/Row 231/62 Date 2009-09-10	FTP	R\$ 0.00

Below the table, the email provides contact information:

Fell free to contact us at:

Rodovia Presidente Dutra, Km 40 - Caixa Postal 01
12630-000 Cachoeira Paulista, SP
E-mail: atus@dgi.inpe.br
Tel: (012) 3186-9226 (012) 3186-9243 (012) 3186-9228
Fax: (012) 3101-2088
A/C: Maria Isabel Hummel Natali de Almeida
Maria Madalena Godoy Mello,
Soraya Porto de Barros Gomes Rigo Lima

At the bottom of the browser window, there is a "Map Interface" section with input fields for "Lat -17." and "Lon -48." and a "Navigate" button.

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Aquisição de Imagens



ATENDIMENTO AOS USUÁRIOS DE PRODUTOS LANDSAT (USER SERVICES)

ATUS - CACHOEIRA PAULISTA (Estação de Processamento)

Rodovia Presidente Dutra, Km 40
Cachoeira Paulista - SP
Caixa Postal 01 - CEP 12630-000
Tel: 12 3186 9226/ 9228
Fax: 12 3101 2088 atus@dgl.inpe.br

ATUS - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (Apolo Técnico)

Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja
São José dos Campos - SP
Caixa Postal 515 - CEP 12227-010
Tel: 12 3945 6467/6420
Fax: 12 3922 9325 atus@tid.inpe.br

ATUS - RIO GRANDE DO SUL

CEPSRM - CAMPUS DO VALE - UFRGS
Avenida Bento Gonçalves, 9500
Agronomia - Caixa Postal 15044
Porto Alegre - RS - CEP 91501-970
Tel.: 51 3316 6665/6221
Fax: 51 3316 6657 magdalena.assaf@ufrgs.br

ATUS - RIO GRANDE DO NORTE

Avenida Salgado Filho, 3000
Lagoa Nova Caixa Postal 130
Natal - RN - CEP 59001-970
Tel: 84 231 4733 Ramal 201
Fax: 84 231 4941 marise@cm.inpe.br

ATUS - RIO DE JANEIRO

Av. Presidente Wilson, 210
Edifício Inúbia, 7º andar, Sala 707
Castelo - CEP 20030-021
Rio de Janeiro - RJ
Tel/Fax: 21 2533 1963 atus-rj@dgl.inpe.br

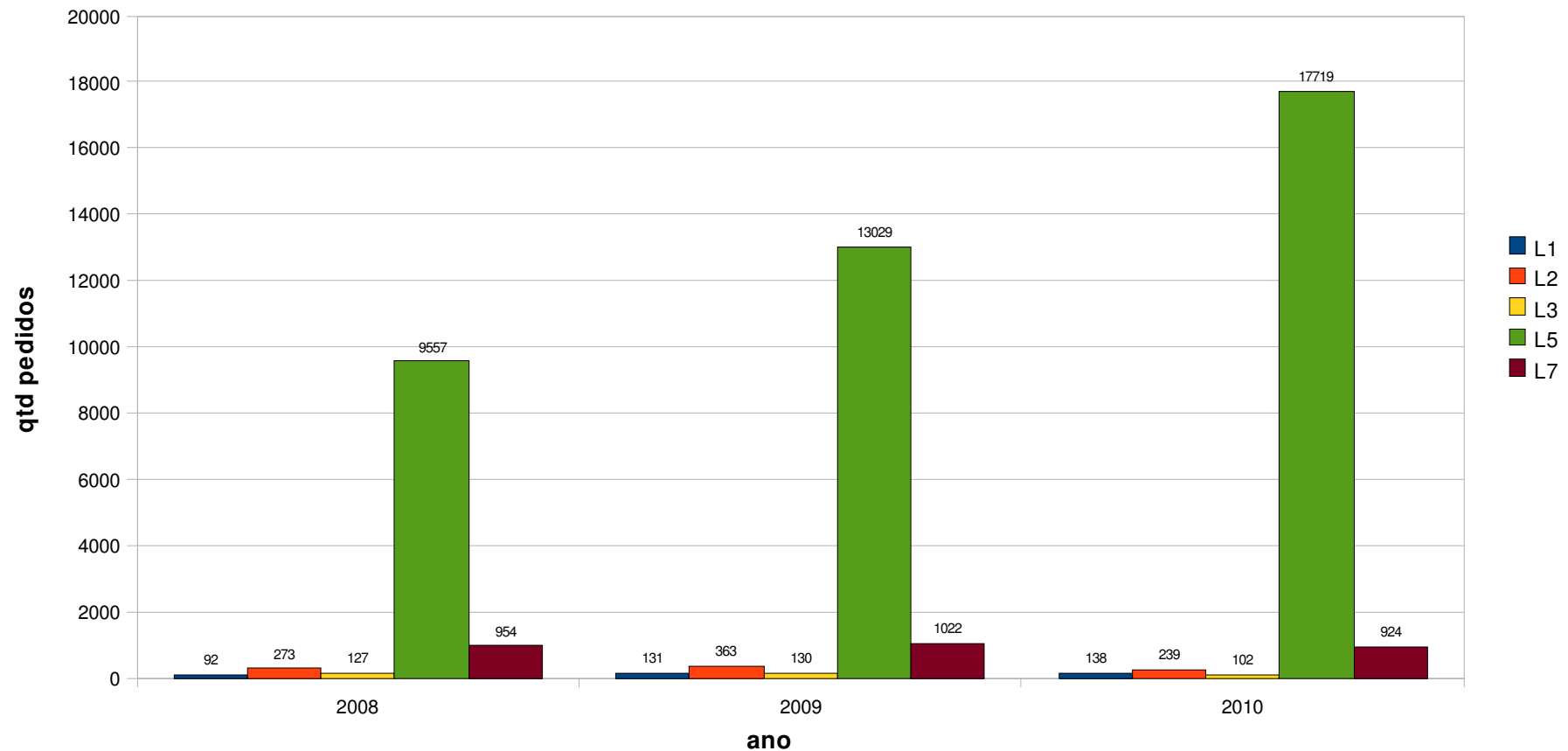
ATUS - CUIABÁ

Morro da Concelção, s/n
Caixa Postal 714 - CEP 78055-840
CPA - Cuiabá - MT
Tel: 65 644 1710 R-220/226/228
Fax: 65 644 1548 atus-cba@dgl.inpe.br

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Utilização de Dados Landsat

- Estatística de downloads: média mensal de pedidos de imagens LANDSAT no Brasil;

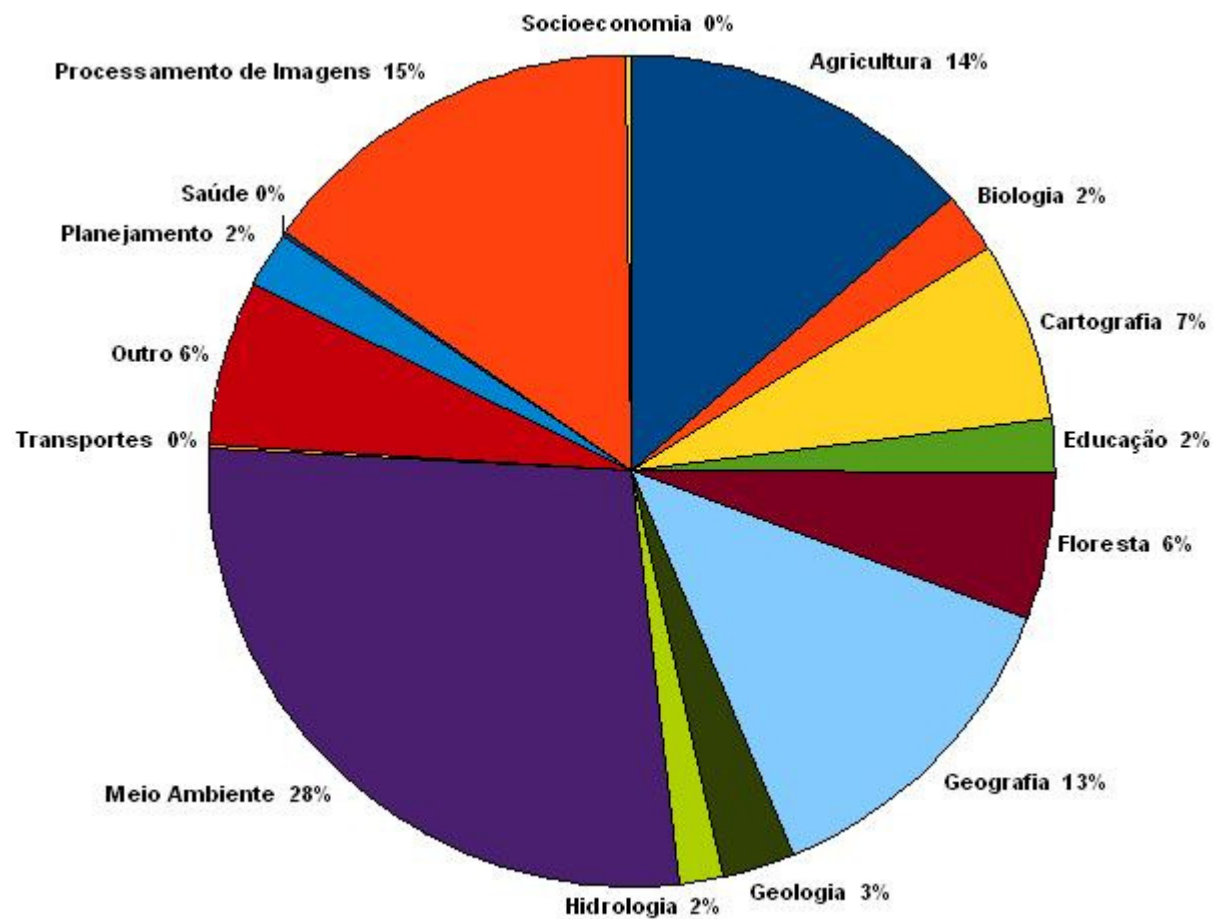


Fonte: Programa Executivo (CDSR/DGI) / Abril 2010

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Utilização de Dados Landsat

- Ramos de atividades dos usuários LANDSAT no Brasil;

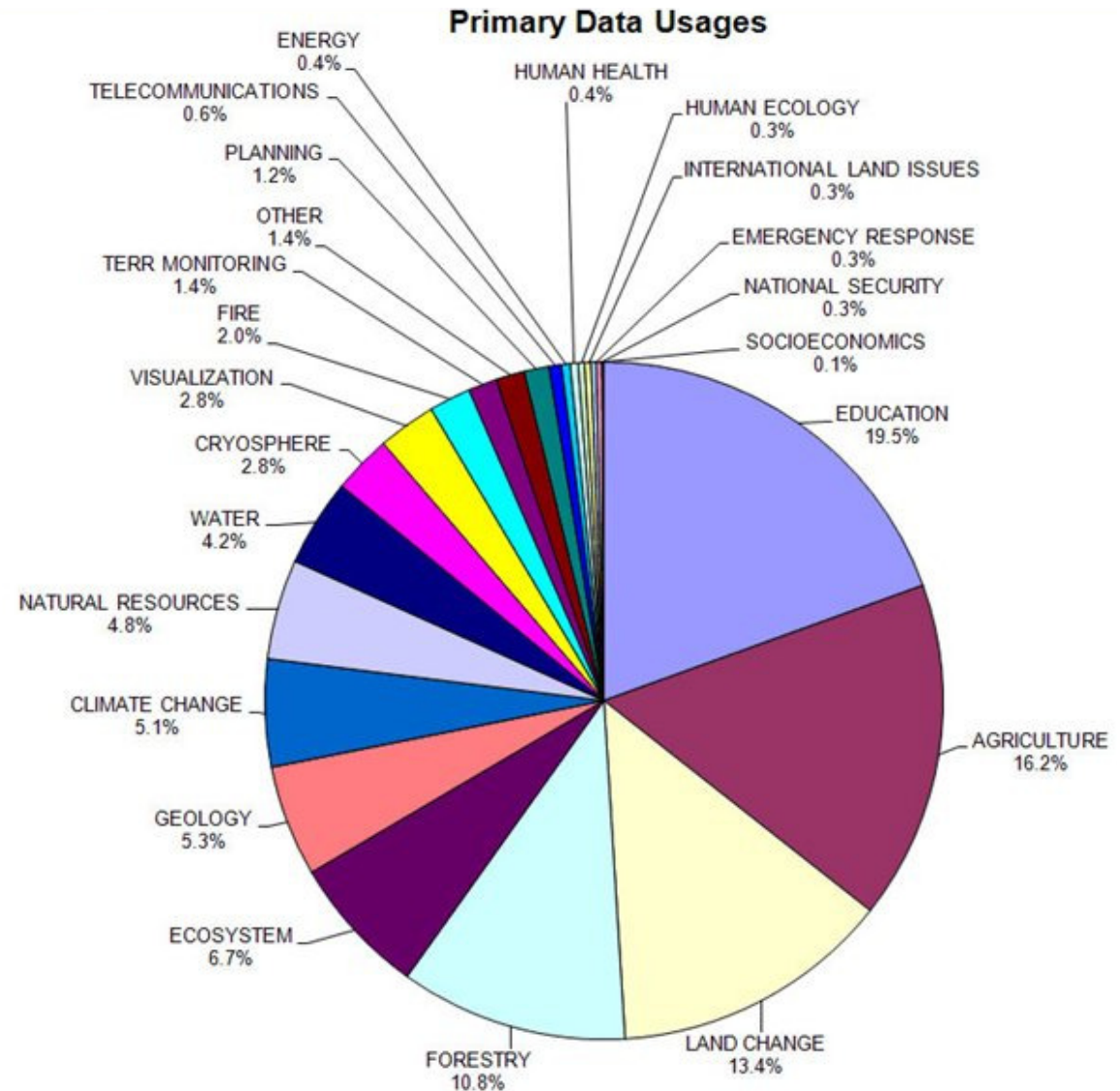


Fonte: Programa Executivo (CDSR/DGI) / Abril 2010

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Utilização de Dados Landsat

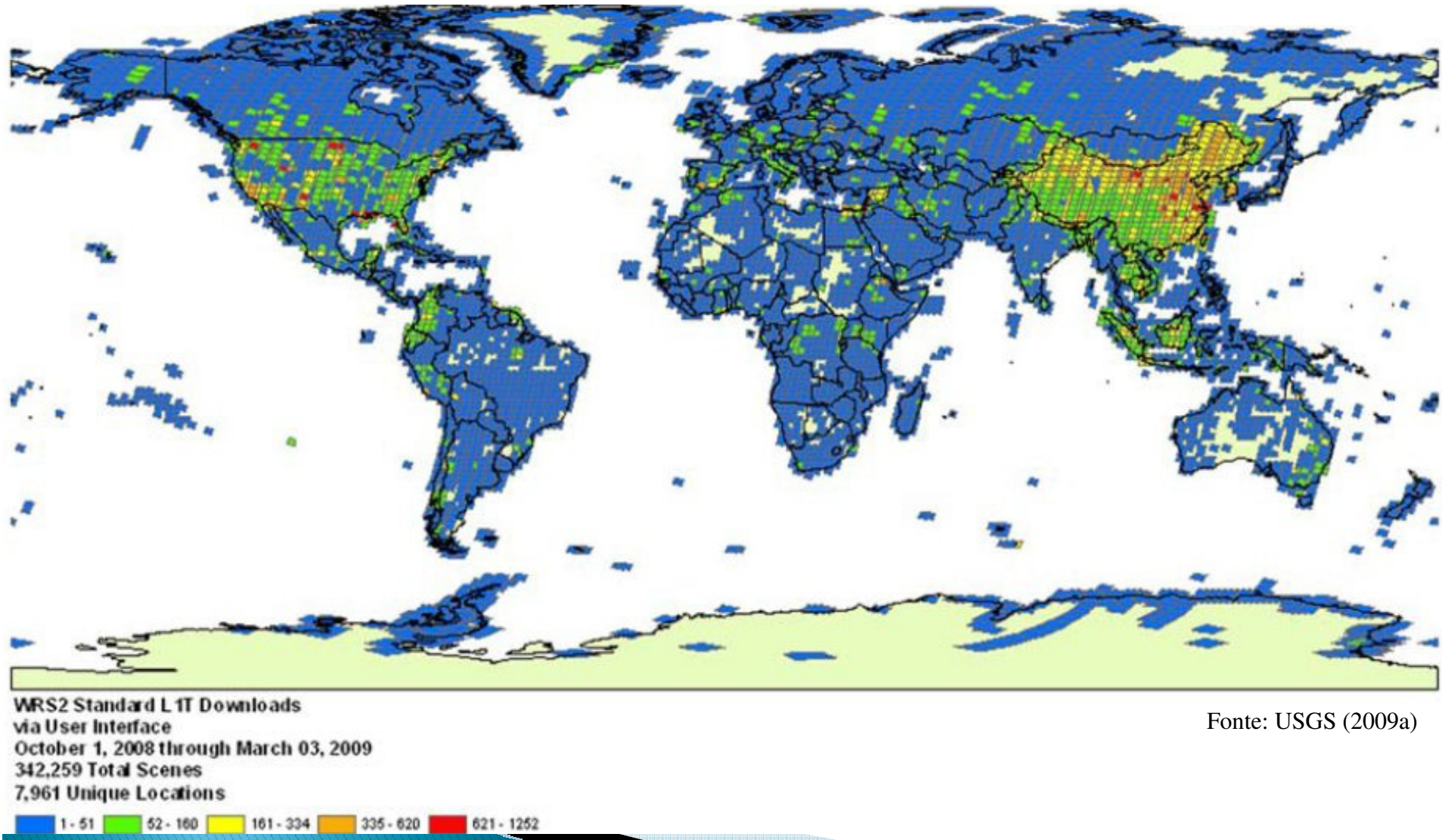
- Estatística de 31 Ago 2009 do uso primário de dados gratuitos LANDSAT nos EUA;



Fonte: USGS(2009b)

Utilização de Dados Landsat

- Estatística de downloads de imagens LANDSAT no mundo;



Fonte: USGS (2009a)

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Aplicações: Aplicações por sensores

Sensor MSS:

Landsats 1, 2 e 3 Spectral Bands	Landsats 4 e 5 Spectral Bands	Aplicações
Banda 4 – verde	Banda 1 – verde	ênfatiza sedimentos em água e delinea áreas de água rasa
Banda 5 - verm	Banda 2 – verm	ênfatiza diferentes tipos de cultura
Banda 6 – IV Prox	Banda 3 – IV Prox	ênfatiza bordas de vegetação entre solo exposto e água e tipos de terreno
Banda 7 – IV Prox	Banda 4 – IV Prox	possui mesmas aplicações que a banda anterior, tendo melhor penetração na atmosfera

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Aplicações: Aplicações por sensores

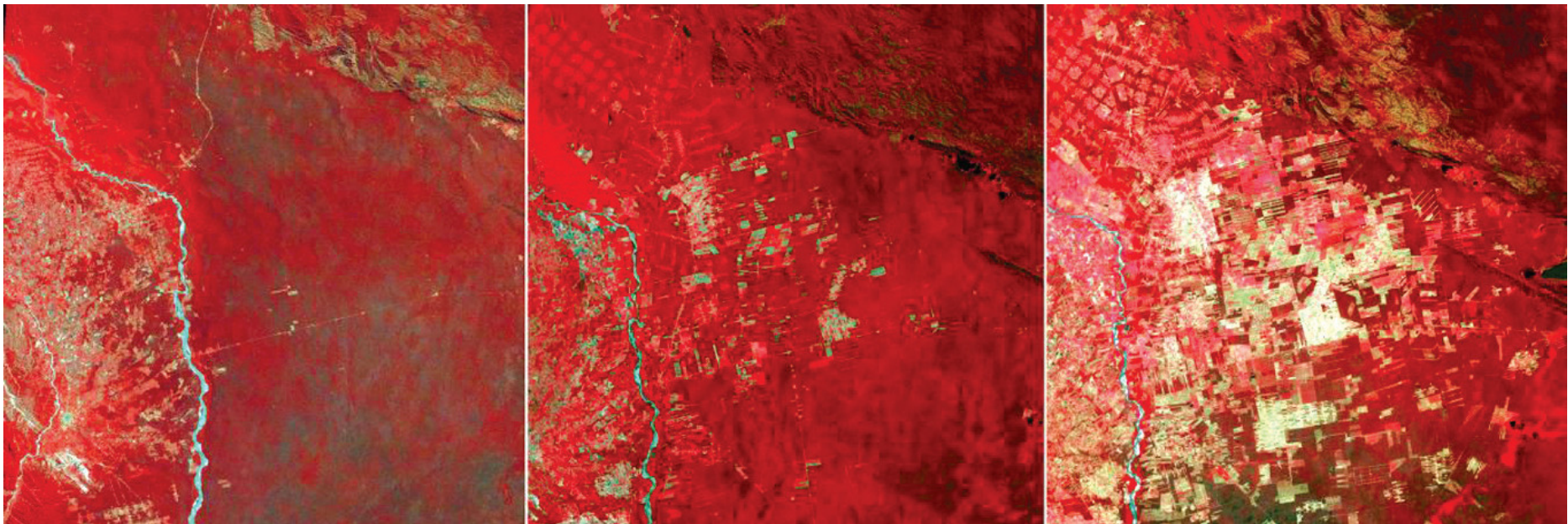
Sensor TM e ETM+:

Landsats 1, 2 e 3 Spectral Bands	Aplicações
Banda 1 – azul/verde	mapeamento barimétrico; distingue solo de vegetação; distingue vegetação conífera;
Banda 2 – verde	ênfatisa o vigor da vegetação;
Banda 3 – vermelho	ênfatisa variações de vegetação;
Banda 4 – IV Prox	ênfatisa biomassa;
Banda 5 – IV Med	discrimina tipos de solo exposto e vegetação (com relação a umidade) , penetrando finas núvens;
Banda 6 – IV Termal	mapeamento termal e umidade do solo;
Banda 7 – IV Med	mapeamento de alterações rochosas associadas a depósitos minerais;
Banda 8 – Pan	aumento da resolução espacial das composições das demais bandas;

Aplicações

Monitoramento de desflorestamento (Colômbia):

- Ex: Landsat composição R(4)G(3)B(2);



17 Jun 1975

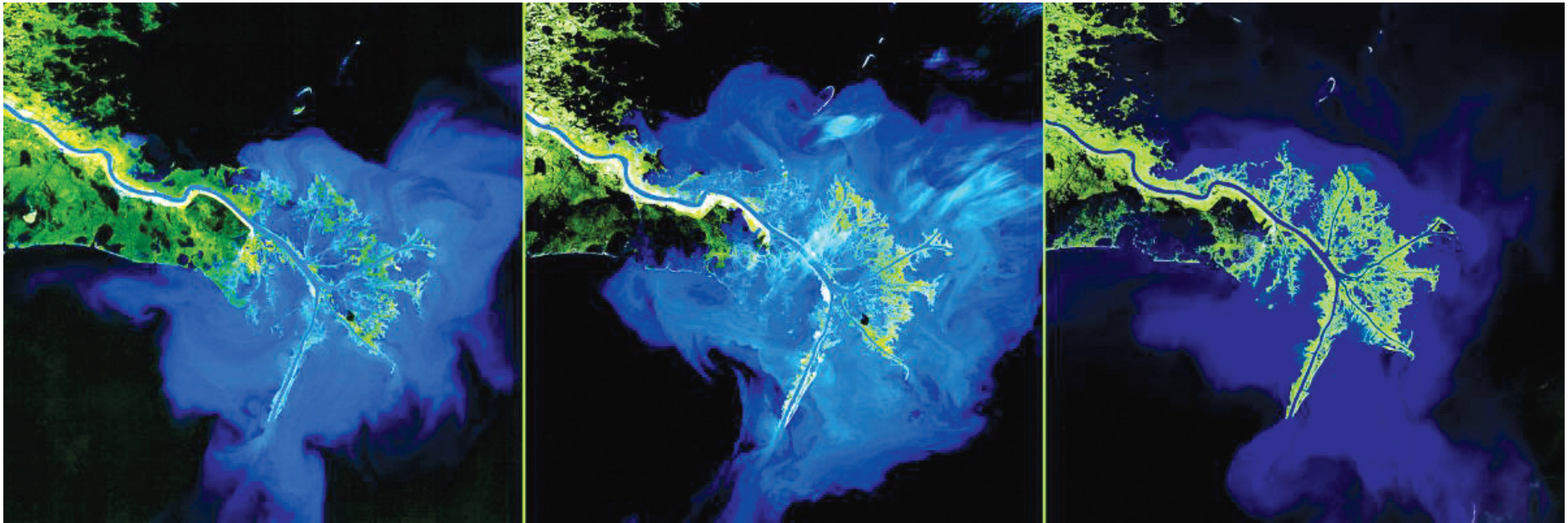
10 Jul 1992

01 Ago 2000

Aplicações

Monitoramento de sedimentação (Mississipi – EUA):

- Ex: imagens Landsat composição R(3)G(2)B(1);



16 Jan 1973

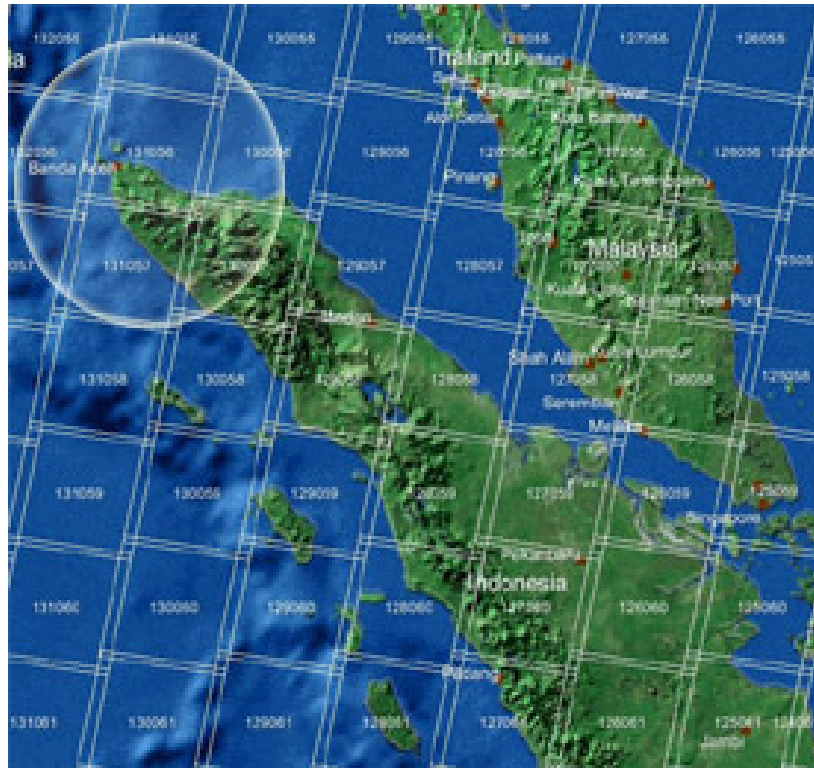
12 Mar 1989

06 Jan 2003

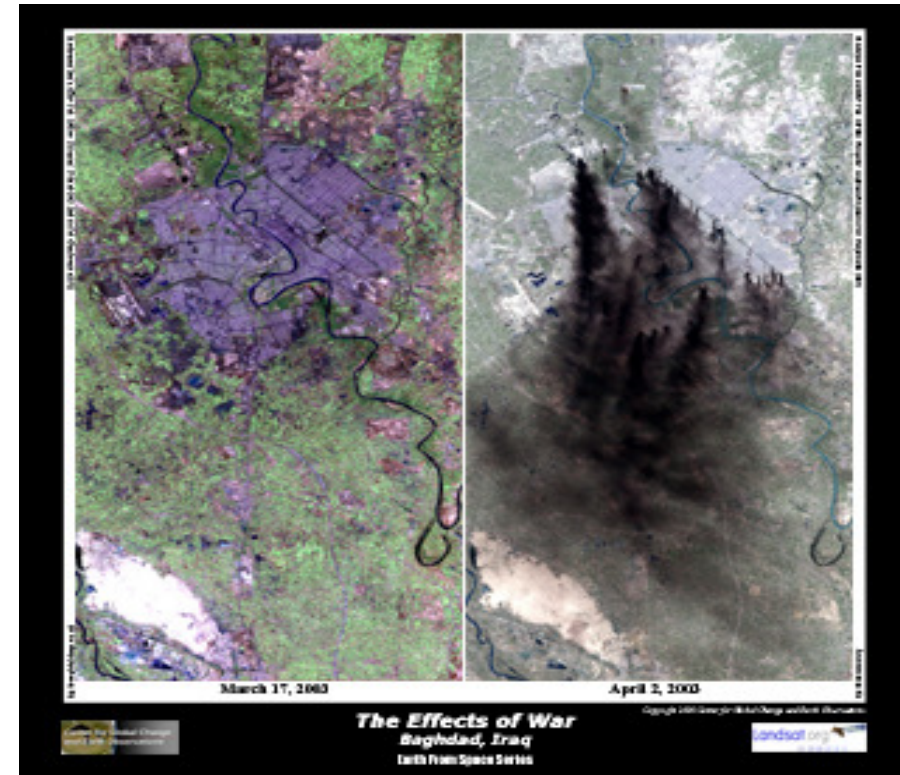
Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Aplicações

Impacto do **Tsunami** na Indonesia (2004)

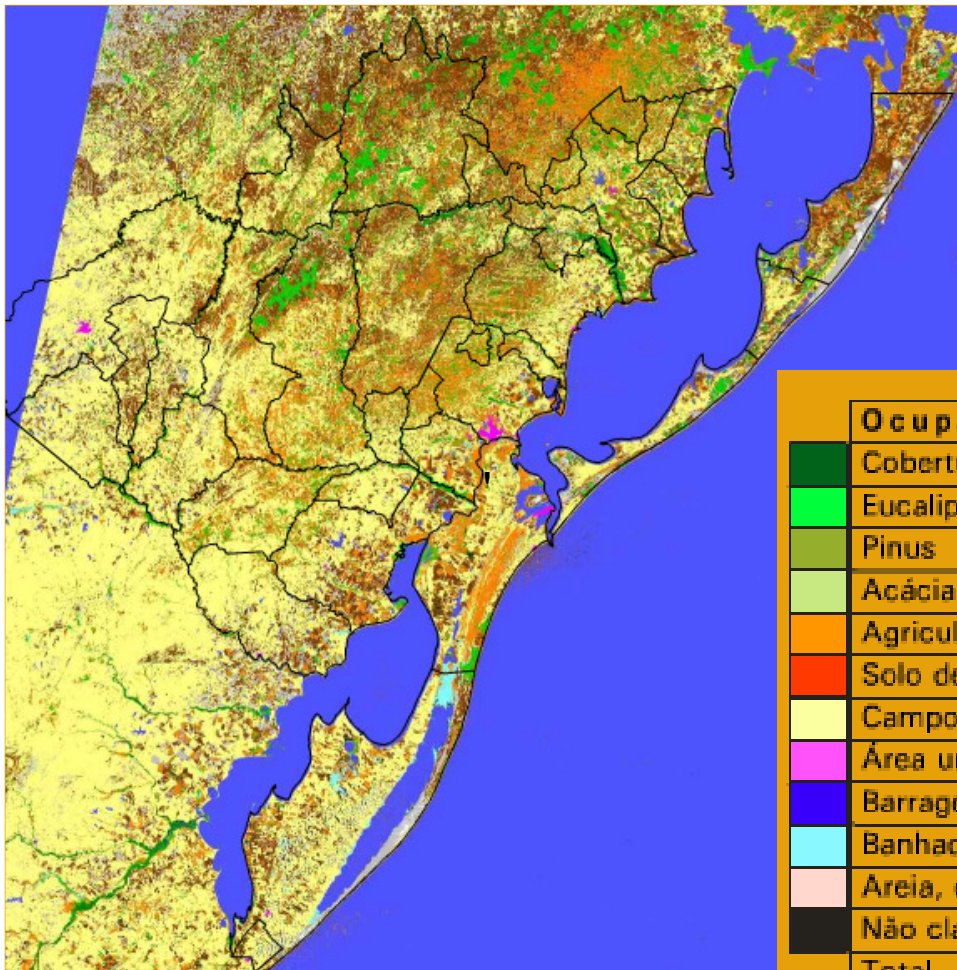


Efeitos da Guerra do Iraque (2003)



Aplicações

- Ocupação das terras de 35 municípios do Sul-RS (15)



Ocupação das terras	Km ²	%
Cobertura natural (arbórea, arbustiva)	7500	15,8
Eucalipto	806	1,7
Pinus	585	1,2
Acácia	51	0,1
Agricultura	2464	5,2
Solo descoberto	4719	10,0
Campo natural, pastagens	26102	55,0
Área urbana	136	0,3
Barragens, açudes, rios	3005	6,3
Banhados	994	2,1
Areia, dunas	1145	2,4
Não classificado	9	< 0,1
Total	47515	

Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Produtos

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
FEDERAIS DO BRASIL

Proposta de Criação
da Área de Proteção Ambiental da Costa das Algas

- Carta Imagem TM Landsat-

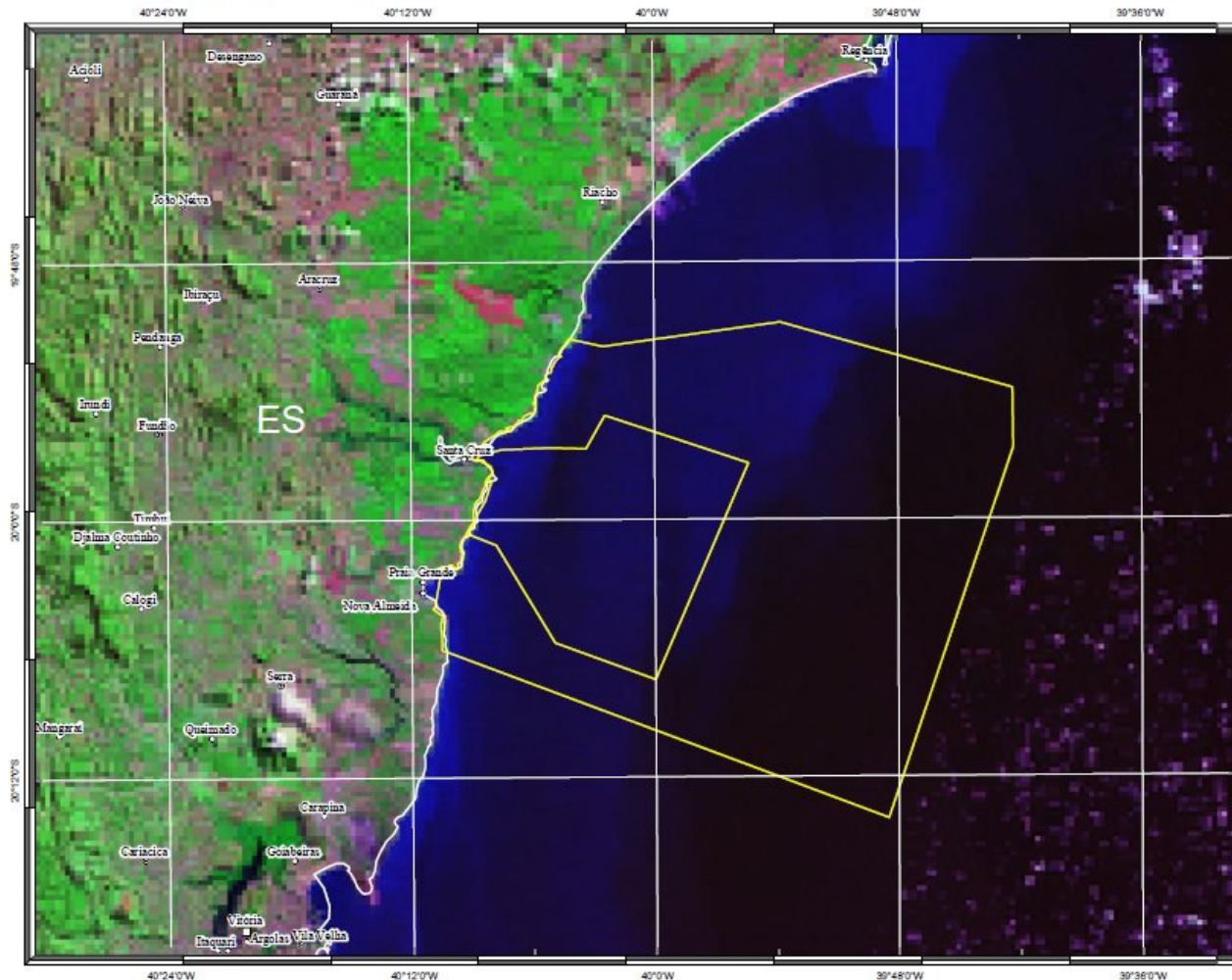
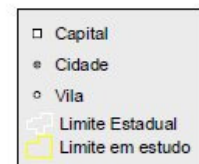
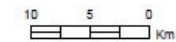


Imagem TM Landsat,
bandas 7-4-2, de 1990
(+/- 3 anos), obtidas da
NASA.

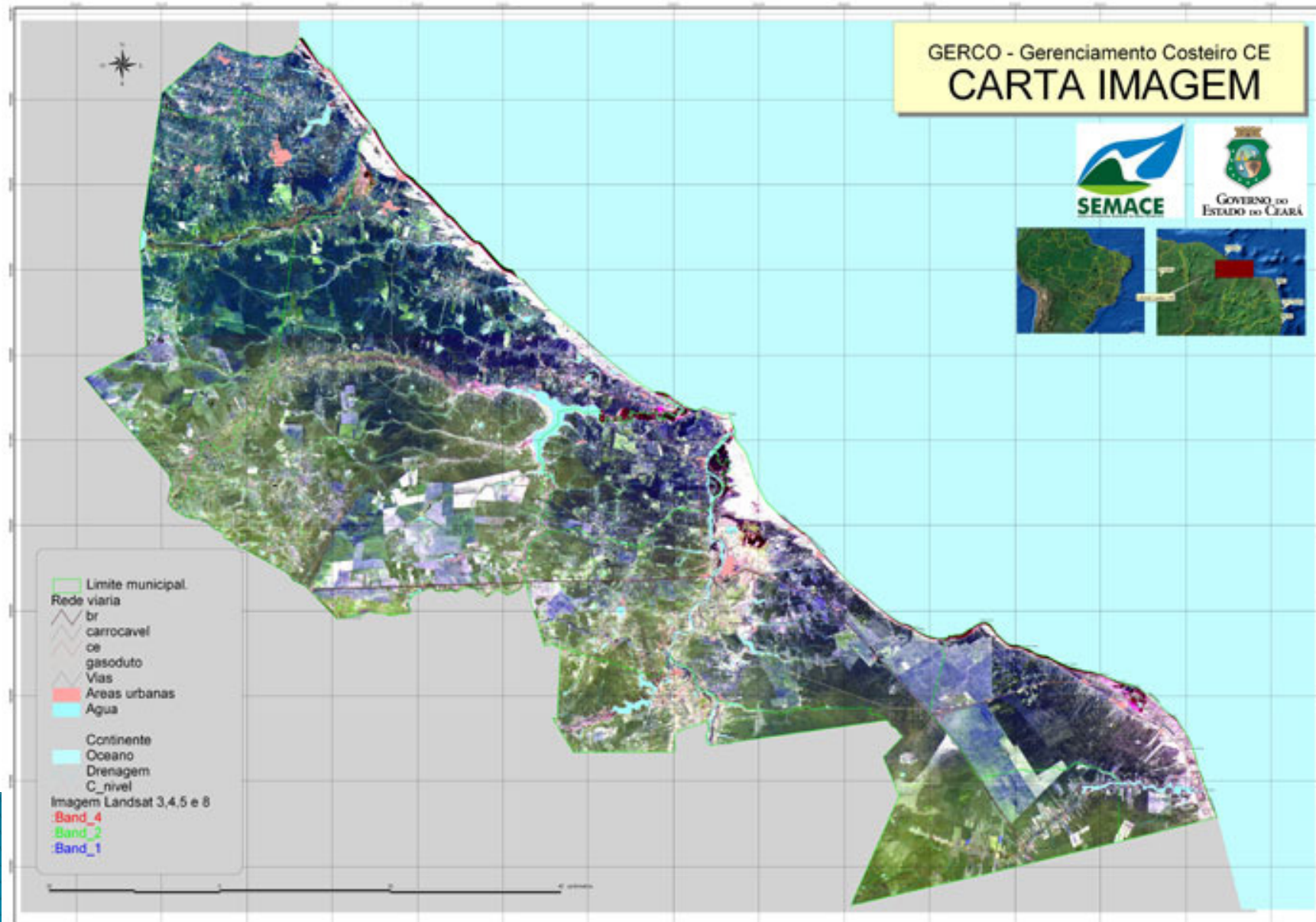
O georreferenciamento
das imagens pode
apresentar deslocamentos,
em função das distorções
existentes nas bases
cartográficas utilizadas.

Os limites políticos e
localidades foram
obtidos do IBGE.



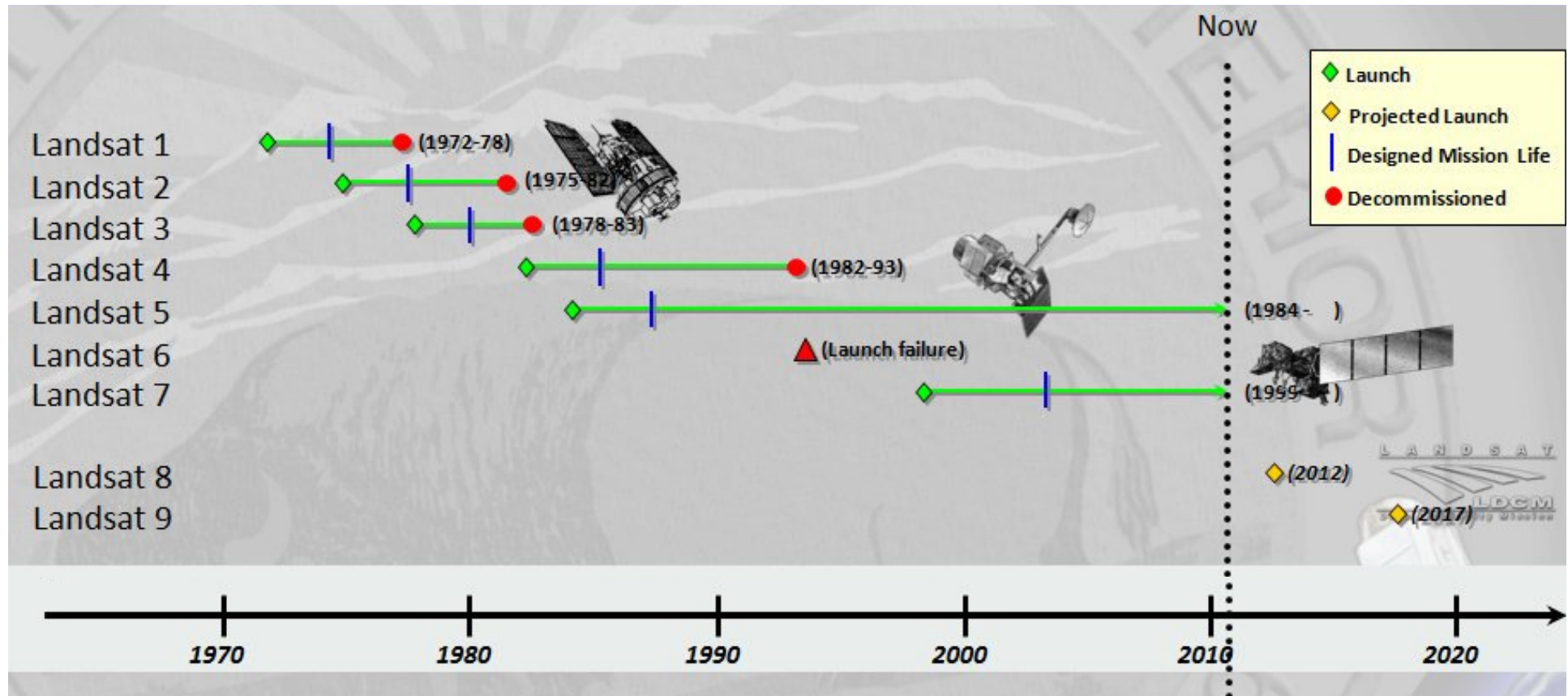
Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

Produtos



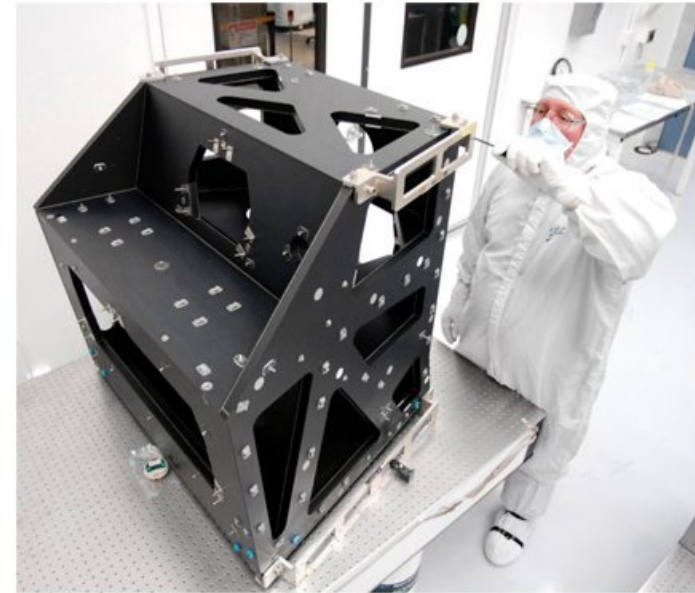
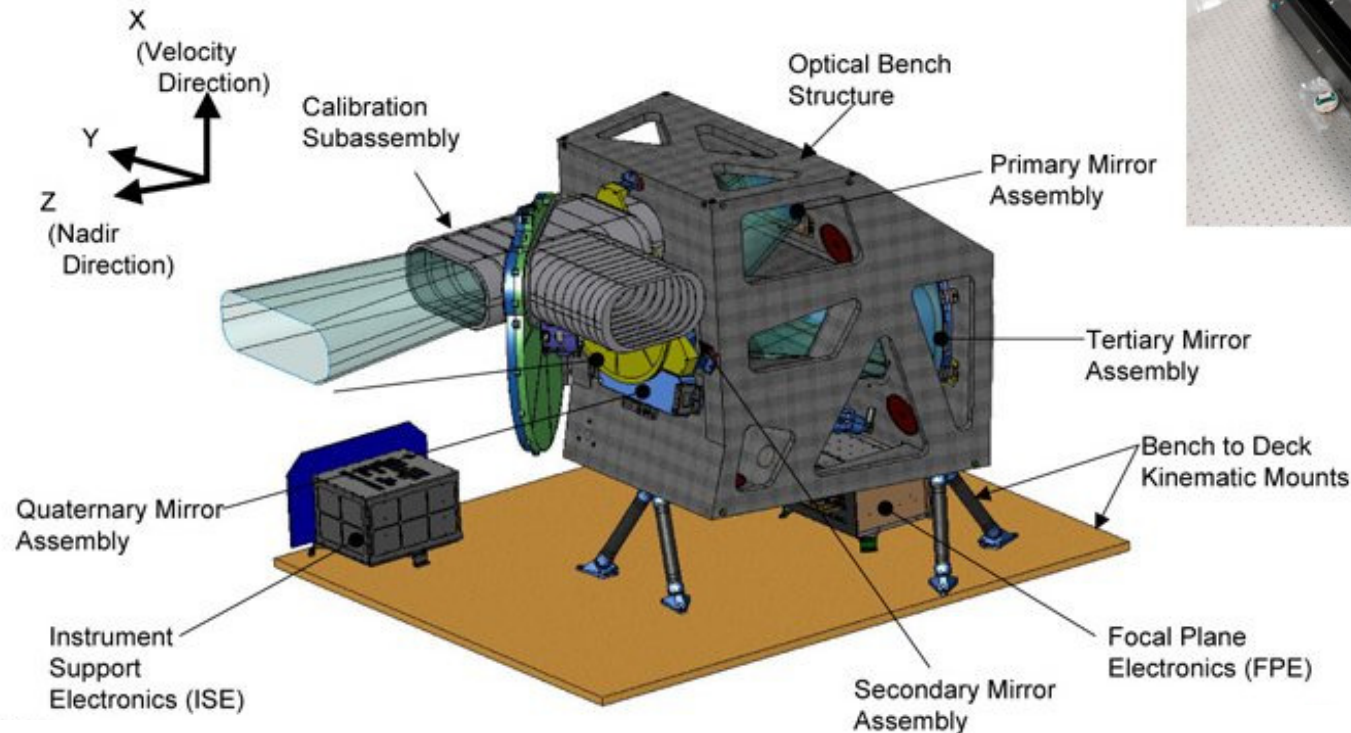
Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

E o futuro dos satélites Landsat ...



E o futuro dos satélites Landsat ...

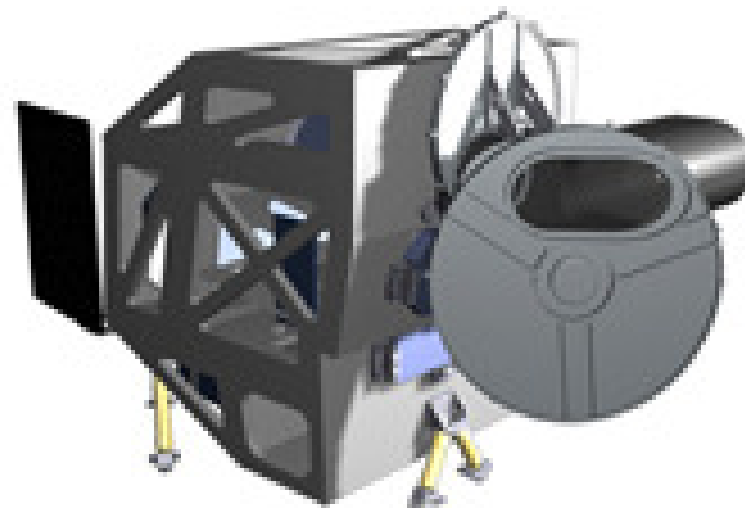
- Landsat Data Continuity Mission (LDCM), ou Landsat 8, previsto para ser lançado em dezembro de 2012 pela NASA, posteriormente sob responsabilidade da USGS (Geological Survey);
- sensor Operational Land Imager (OLI) da Ball Aerospace & Technologies;



E o futuro dos satélites Landsat ...

Algumas características do LDCM:

- custo em torno de US\$ 200M ;
- faixa de imageamento de 185 km, possibilitando off-nadir;
- altitude de 705 km;
- acurácia geodésica absoluta de 65m;
- acurácia geodésica relativa de 25m (sem correção do terreno);
- acurácia geométrica de no mínimo 12m (com correção de fatores do terreno), possibilitando a adequação de todas as escalas do Mapeamento Sistemático brasileiro. Estes dados ortorretificados serão disponibilizados gratuitamente no formato GeoTIFF via internet;
- sistema terrestre desenvolvido e operado pela USGS;
- processamento e distribuição de dados gerenciado pela USGS;



Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras

E o futuro dos satélites Landsat ...

- Comparação entre bandas espectrais do sensor OLI (LDCM) e ETM+ (Landsat 7);

LDCM Operational Land Imager (OLI)			Landsat 7 ETM+		
Band Number	Wavelength (µm)	Resolution (m)	Band Number	Wavelength (µm)	Resolution (m)
8 (pan)	.500-.680	15	8 (pan)	.52-.90	15
1*	.433-.453	30			
2	.450-.515	30	1	0.45-0.52	30
3	.525-.600	30	2	0.53-0.61	30
4	.630-.680	30	3	0.63-0.69	30
			4	0.78-0.90	30
5	.845-.885	30			
9**	1.360-1.390	30			
6	1.560-1.660	30	5	1.55-1.75	30
7	2.100-2.300	30	7	2.09-2.35	30
10***	10.3 - 11.3	120	6 (thermal)	10.40-12.50	60
11***	11.5 - 12.5	120			

* New Deep Blue Band

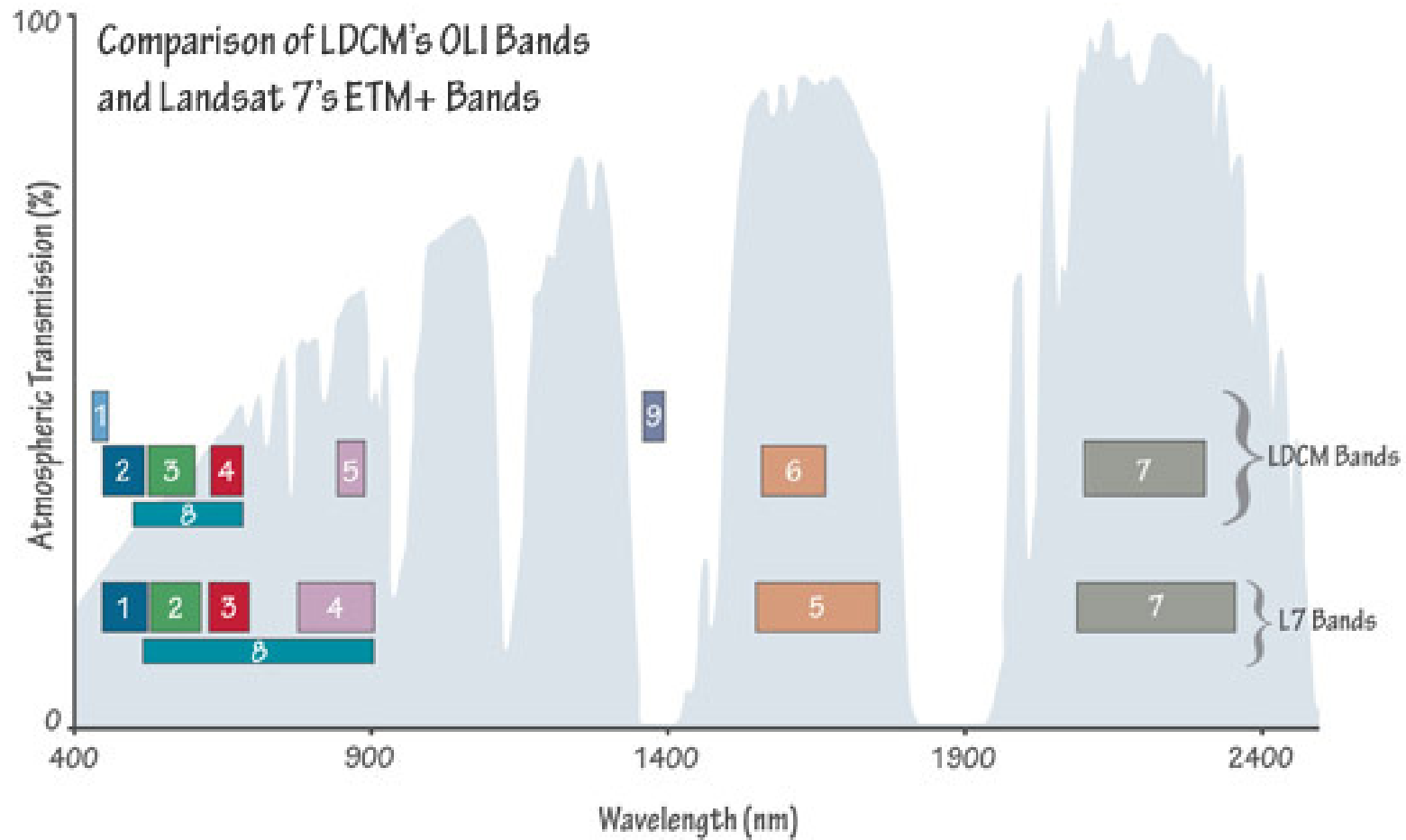
** New Cirrus Band

*** Thermal (TIRS) TBD



E o futuro dos satélites Landsat ...

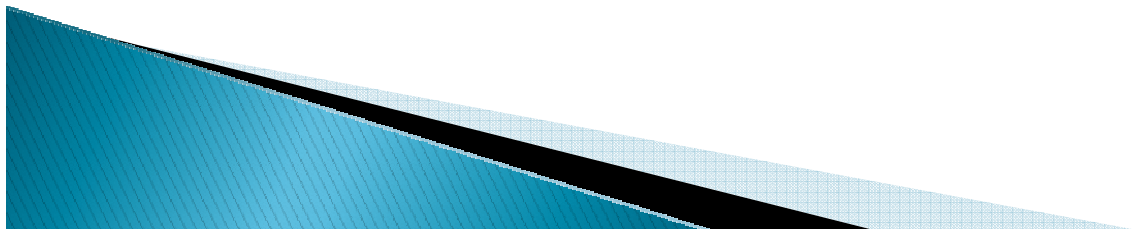
- Comparação entre bandas espectrais do sensor OLI (LDCM) e ETM+ (Landsat 7);



E o futuro dos satélites Landsat ...

Preparativos para o Landsat 9 (!!) ... solicitações ao congresso americano (CULLEN, 2010):

- inserir o projeto no ano fiscal de 2012;
- garantir a maior continuidade possível do sistema LDCM: será o único Landsat disponível;
- minimizar o tempo entre os lançamentos do Landsat 8 e 9;
- garantir no mínimo o mesmo sistema do Landsat 8;
- possibilidade de aumentar resoluções temporais e espaciais do satélite;
- adaptar bandas espectrais para se tornar compatível com o europeu Sentinel 2: “irmão” em potencial.



Referências

CRAMER, Bryant. **USGS Perspectives on LDCM and Landsat**. 2010. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/documents/Jan_2010_Cramer_01_19_10Landsat_Future_BriefingLSTtnv2.ppt>. Acesso em 11 Abr 2010.

CULLEN, John. **Status: Landsat & USGS Geography**. 2010. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/documents/2_Cullen_Perspectives_on_the_future_of_Landsat.ppt>. Acesso em 11 Abr 2010.

EI Journal. 2010. Disponível em: <http://www.eijournal.com/Flash_Forward.asp>. Acesso em 11 Abr 2010.

EMBRAPA. Satélite Landsat. 2010. Disponível em: <<http://www.sat.cnpem.embrapa.br/conteudo/landsat.htm>>. Acesso em 12 Abr 2010.

Landsat. 2010. Disponível em: <<http://landsat.org/>>. Acesso em 12 Abr 2010.

NASA. **The Landsat program**. 2010. Disponível em: <<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em 11 Abr 2010.

USGS. **Landsat Update Vol 3 Issue 2**. 2009a. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/documents/about_LU_Vol_3_Issue_2.pdf>. Acesso em 11 Abr 2010.

USGS. **Landsat Update Vol 3 Issue 4**. 2009b. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/documents/about_LU_Vol_3_Issue_4.pdf>. Acesso em 11 Abr 2010.

USGS. **Landsat: A global land imaging project**. 2010c. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat_Fact_sheet.pdf>. Acesso em 12 Abr 2010.

USP. **Século XX – Astronomia e Astronáutica. Foguetes e Satélites: Breve Histórico**. 2010. <http://www.cdcc.usp.br/cda/seculoxx/astronomia/seculoxx/textos/foguetes-e-satelites.htm>