

“Tecnologias de sensoriamento remoto para a identificação e monitoramento das mudanças no uso e ocupação dos solos urbanos associadas às vias de transportes terrestres”.

José Alberto Quintanilha – jaquina@usp.br

Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Engenharia de Transportes da EPUSP

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

- Introdução e justificativas
- Objetivos da aula
- Sensoriamento Remoto: introdução; conceitos básicos.
- Processamento digital de imagens: conceito de imagem digital e de processamentos dessas imagens.
- Noções de comportamento espectral de alvos.
- Exemplos de sistemas sensores (satélites de observação terrestre: LANDSAT, SPOT, IKONOS, QUICKBIRD, CBERS).
- Noções de classificação em imagens de satélite.
- Projetos e aplicações em áreas urbanas no entorno de vias terrestres.

INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVAS

- Por que uso do solo (e urbano)?
 - limitações da tecnologia;
 - aspecto fundamental do planejamento (urbano e de transportes);
 - é naturalmente associado aos aspectos ambientais, sociais e econômicos do planejamento de transportes.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Introdução e Justificativa

As mudanças no uso dos solos urbanos são, muitas vezes, decorrentes das mudanças ocorridas no sistema viário. Por outro lado, grandes mudanças no cenário urbano induzem ou promovem a necessidade de mudanças ou da introdução de novas facilidades de vias de transportes ainda não existentes numa região.

Particularmente em metrópoles como São Paulo, essas mudanças são rápidas e a detecção da mudança deve acompanhar essa aceleração.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Introdução e Justificativa

Uma das ferramentas que cuja aplicação nessa direção tem aumentado bastante recentemente, é a do uso das imagens de satélites de sensoriamento remoto orbital de alta resolução espacial e de sensores que operam fora do espectro visível, aliados a informações cadastrais e de fotografias aéreas.

Um dos principais desafios para o competente uso dessas imagens de alta resolução espacial e dos produtos provenientes desses novos sensores, além do grande volume de dados, é o seu processamento e conseqüente extração de informações.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Objetivos

Os principais objetivos da aula são:

Introduzir os princípios da análise de imagens para a interpretação de dados de sensoriamento remoto em estudos urbanos relacionados às vias de transporte, com ênfase no processamento e classificação de imagens do espectro óptico;

Apresentar as vantagens da utilização dessas novas tecnologias para o mapeamento de mudanças no uso e ocupação de solos urbanos, provocadas por alterações no sistema viário.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Objetivos

Uma das possibilidades de uso dos produtos de sensoriamento refere-se ao planejamento urbano e de transportes, onde os dados e as informações extraídos das imagens podem auxiliar na política de uso do solo urbano, de modo que resulte em cidades mais equilibradas sob vários aspectos, o que reduziria a necessidade da população por transportes, ao mesmo tempo em que melhoraria sua mobilidade.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Objetivos

Serão mostrados alguns dos resultados de pesquisas recentes desenvolvidas no âmbito do Laboratório de Geoprocessamento da Escola Politécnica da USP relacionados à essas tecnologias e experiências similares, conhecidas, desenvolvidas em outros centros de pesquisa, bem como as principais tendências sobre o tema.

Ortofoto – Local 1



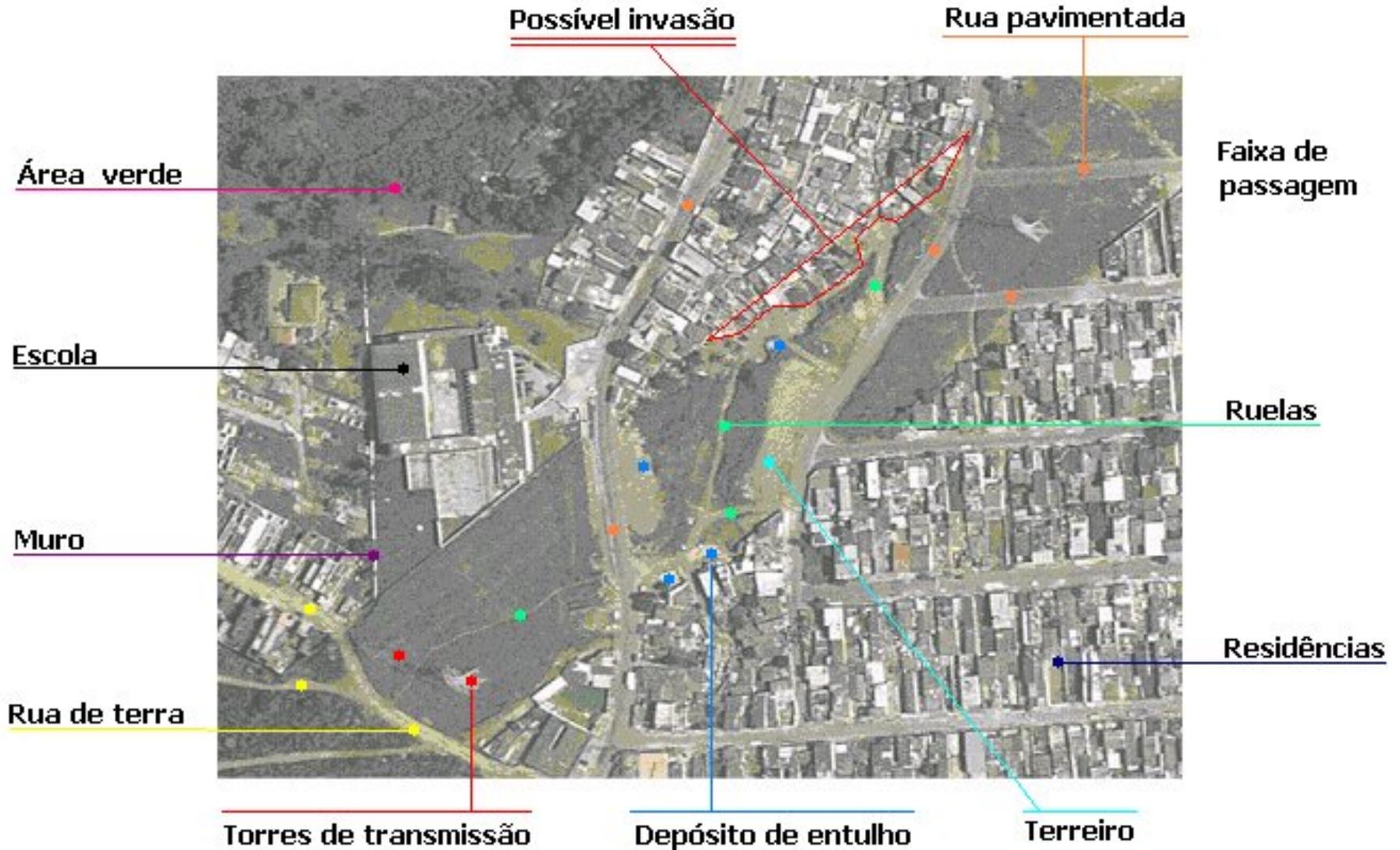
QuickBird – Local 1



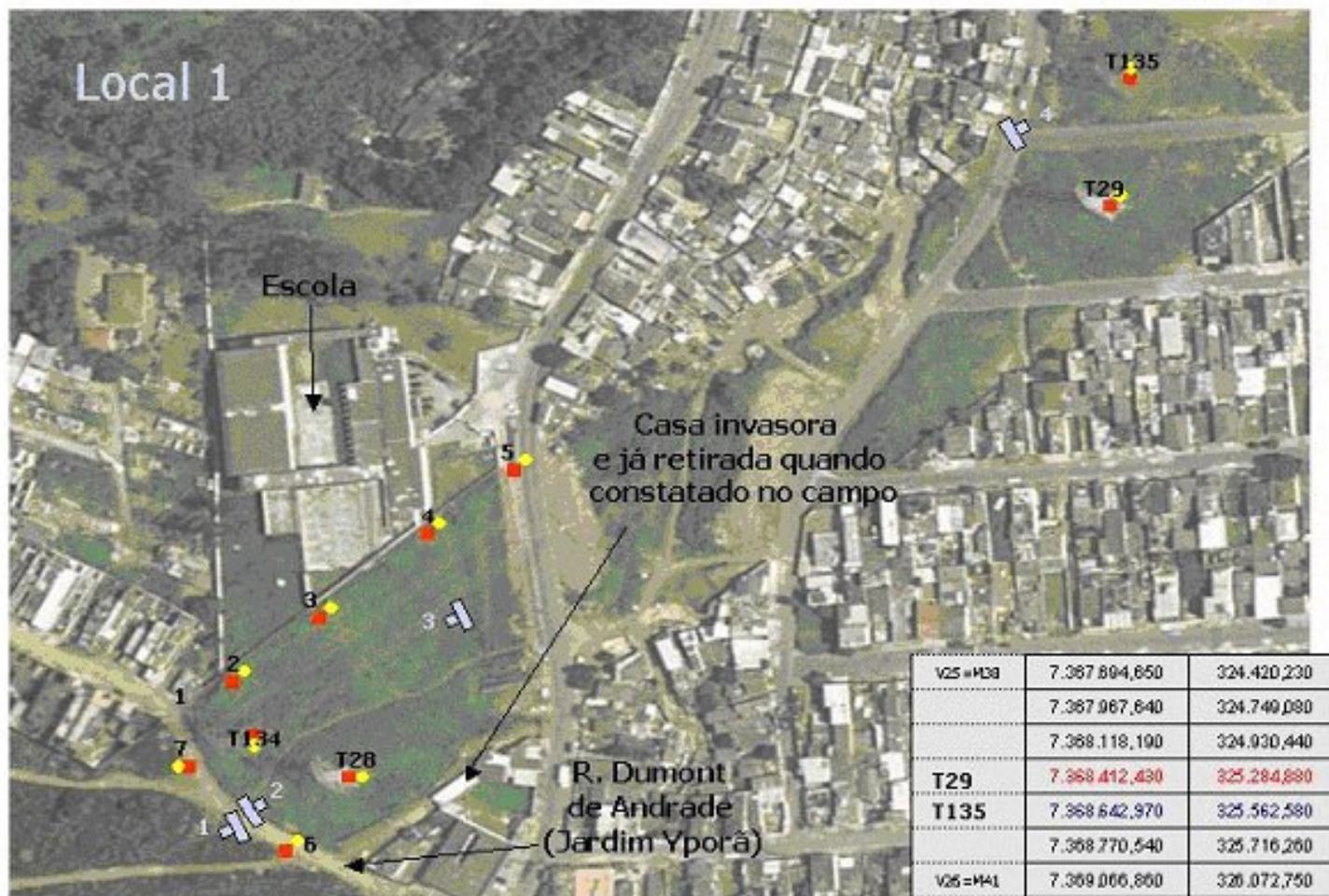
Perfilamento Laser – Local 1



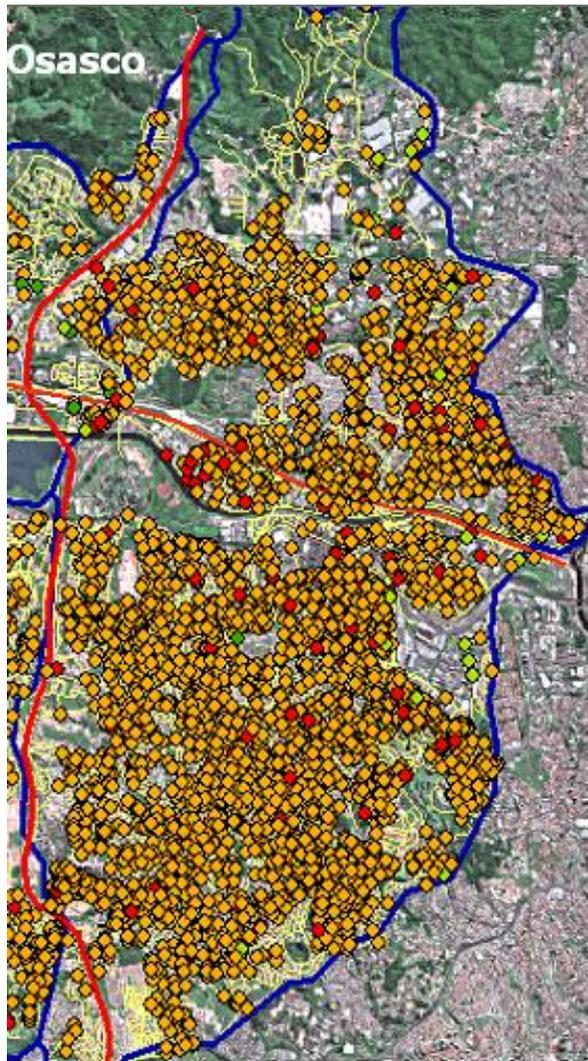
Identificação das interferências e feições



Identificação dos pontos medidos – Local 1



• Espacialização das empresas



Empresas Especializadas por Quantidade de Funcionários (Porte) no Município de Osasco

- Micro – 0 a 9
- Pequena – 10 a 49
- Média – 50 a 499
- Grande - > 500



Empresas_Osasco

Grupos de Empresas por código de atividade

- ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, DEFESA E SEGURIDADE SOCIAL
- AGRICULTURA, PECUÁRIA, SILVICULTURA E EXPLORAÇÃO FLORESTAL
- ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO
- ATIVIDADES IMOBILIÁRIAS, ALUGUÉIS E SERVIÇOS PRESTADOS ÀS EMPRESAS
- COMÉRCIO, REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
- CONSTRUÇÃO
- EDUCAÇÃO
- INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
- INDÚSTRIAS EXTRATIVAS
- INTERMEDIÇÃO FINANCEIRA, SEGUROS, PROVIDÊNCIA COMPLEMENTAR
- ORGANISMOS INTERNACIONAIS E OUTRAS INSTITUIÇÕES EXTRATERITORIAIS
- OUTROS SERVIÇOS COLETIVOS, SOCIAIS E PESSOAIS
- PESCARIA
- PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, GÁS E ÁGUA
- SAÚDE E SERVIÇOS SOCIAIS
- SERVIÇOS DOMÉSTICOS
- TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E COMUNICAÇÕES



- Resultados

- Mapa temático de uso e ocupação do solo



Usosolo_Osasco

Classes de Uso e Ocupação

- Agua doce
- Area Suburbana
- Area Urbana alta
- Area Urbana baixa
- Area Urbana media
- Area Urbana verticalizada
- Area de grande concentracao urbana
- Area industrial
- Area urbana aberta
- Area urbana arborizada
- Edificio representativo
- Vegetacao de alto porte
- Vegetacao de medio porte
- Vegetacao rasteira

Imagens de Satélite e fotografias aéreas

Arruamento Digital

Setores Censitários

1991, 1996 e 2000

 Rendas mais altas

 Rendas mais baixas

Espacialização:

 Hospitais

 Escolas

 Industrias

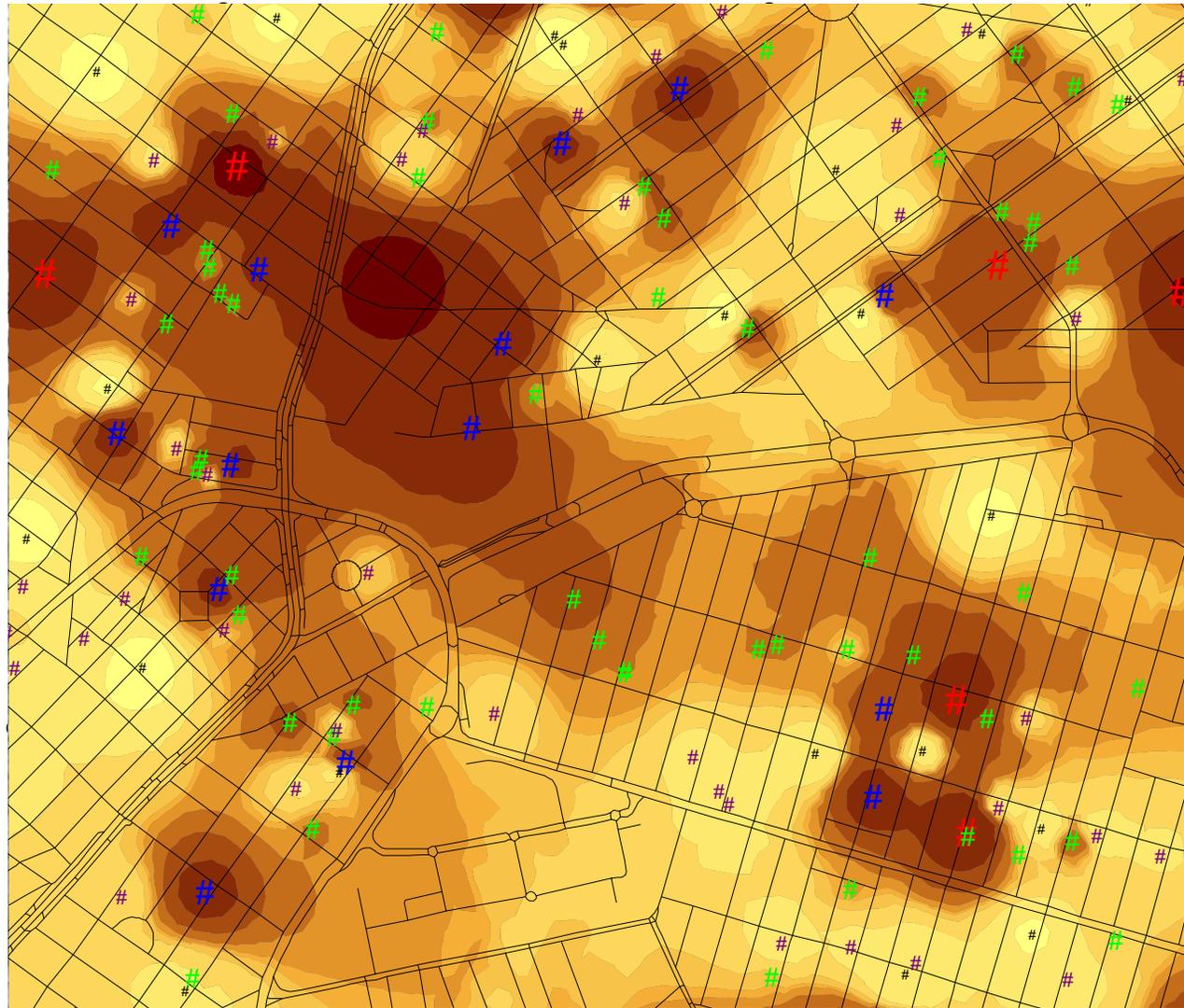
 Áreas verdes

 Comércio

Análises DEA

 Áreas com alta eficiência na atratividade de empresas

 Áreas com baixa eficiência na atratividade de empresas



Sensoriamento remoto

Conceitos básicos

Utilização de sensores para:

a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sobre a superfície da Terra, através da coleta da energia radiante proveniente desse objeto, a conversão desta energia em sinal elétrico (digital) e a correspondente apresentação dessa informação

(adaptado de Novo, E.M.L., 1989)

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Utilização de sensores para:

a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sobre a superfície da Terra, através da coleta da energia radiante proveniente desse objeto, a conversão desta energia em sinal elétrico (digital) e a correspondente apresentação dessa informação

(adaptado de Novo, E.M.L., 1989)

Sensoriamento remoto

Terminologia

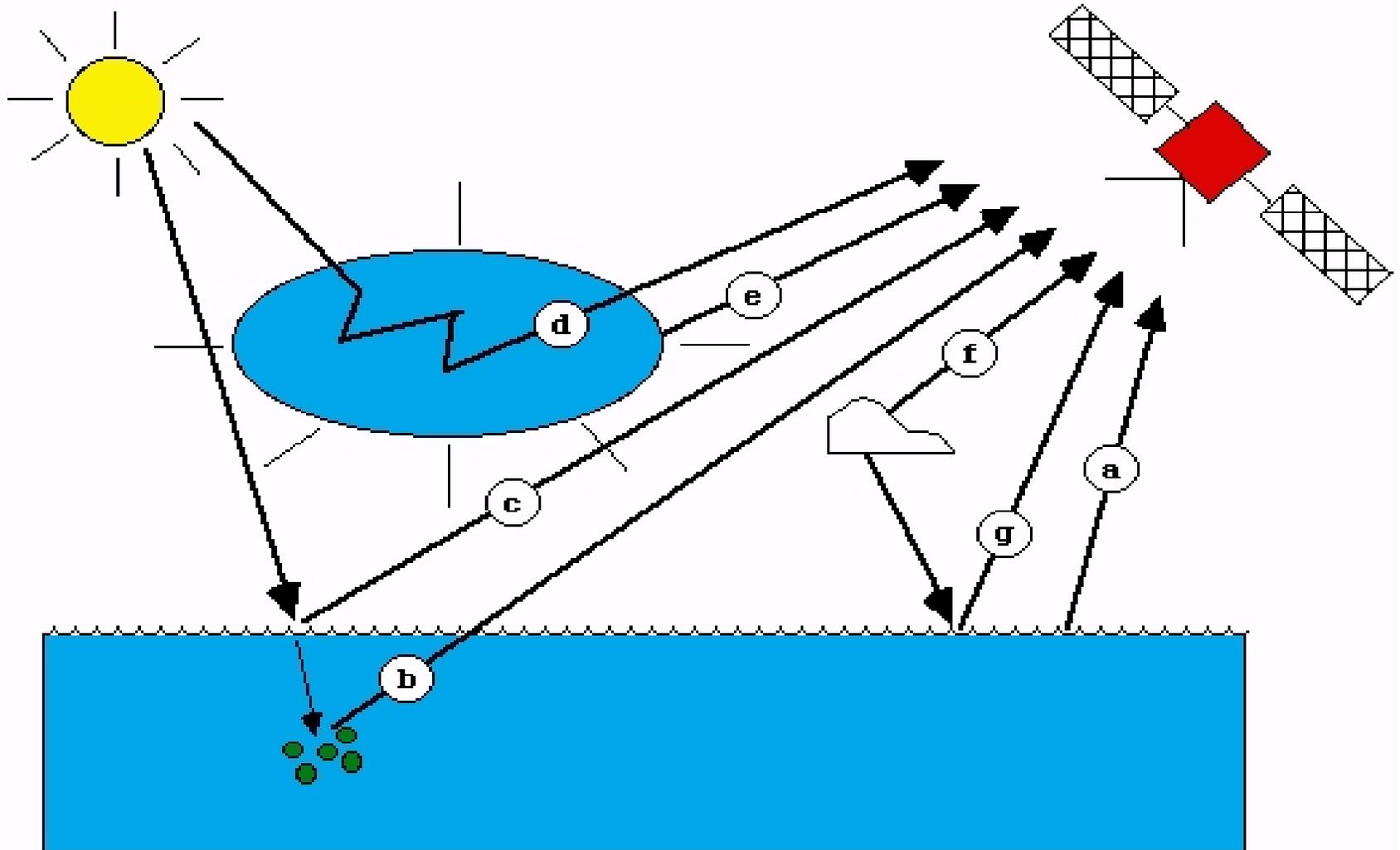
Sensoriamento remoto:

- remote sensing
- teledetection
- percepção remota

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.



Adaptado de W.J. Kaufmann, "Universe"

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

- Fonte de radiação eletromagnética
- Atmosfera
- Sensor / plataforma
- Alvo / superfície terrestre

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos

- Fonte de radiação eletromagnética
- Naturais: Sol e Terra
- Artificiais: radar, laser

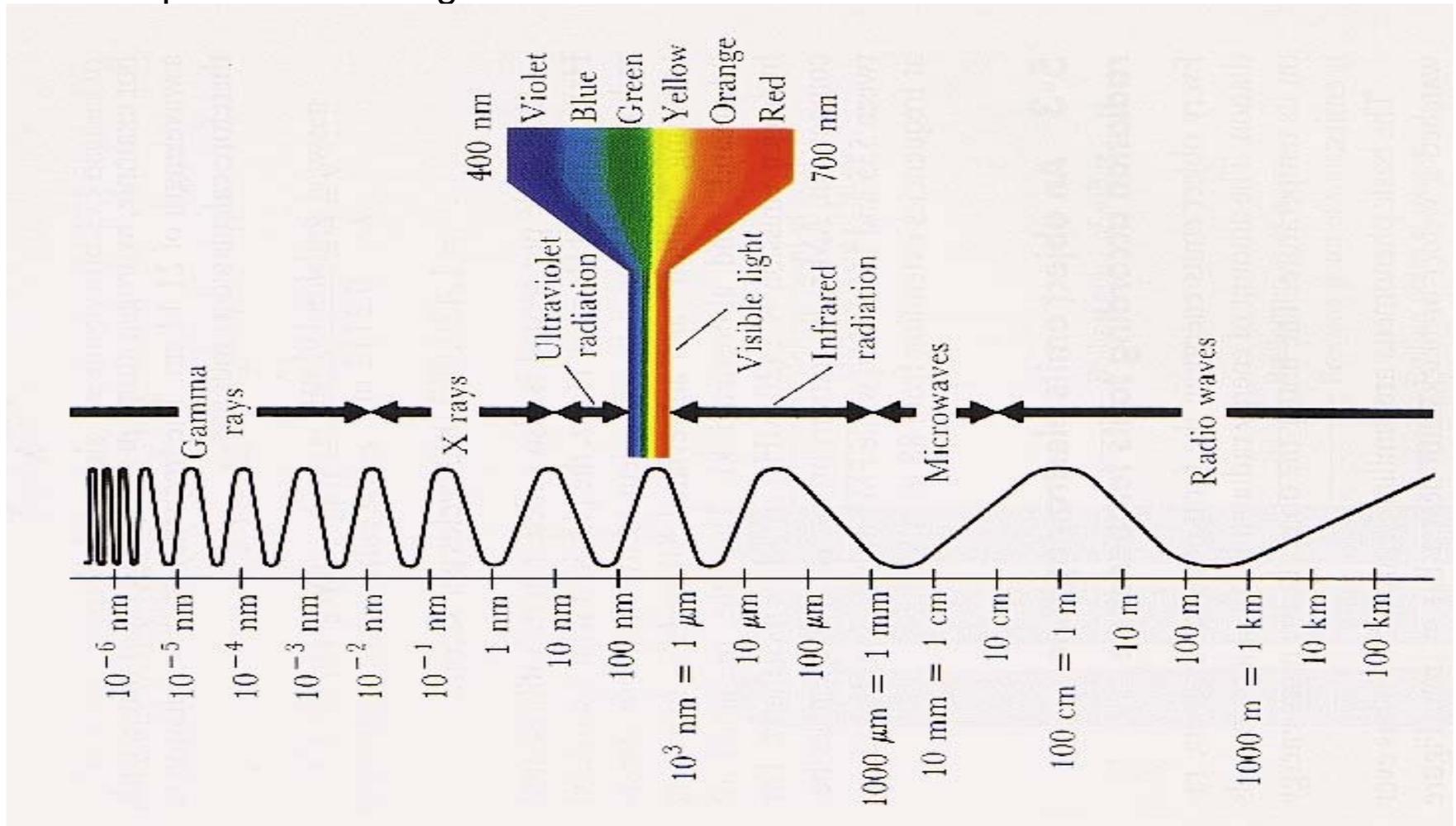
O Sol como a principal fonte de energia eletromagnética

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Fonte de radiação eletromagnética

O espectro eletromagnético



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

- atmosfera

sinal coletado do sensor = radiação proveniente do Sol que interage com a atmosfera até atingir o alvo e retorna ao sensor interagindo novamente com a atmosfera.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos
Atmosfera

Aquisição de dados: componentes básicos.

Absorção: a radiação é seletivamente absorvida pela atmosfera através de seus vários constituintes (ex.: ozônio, no visível) \Rightarrow janelas atmosféricas.

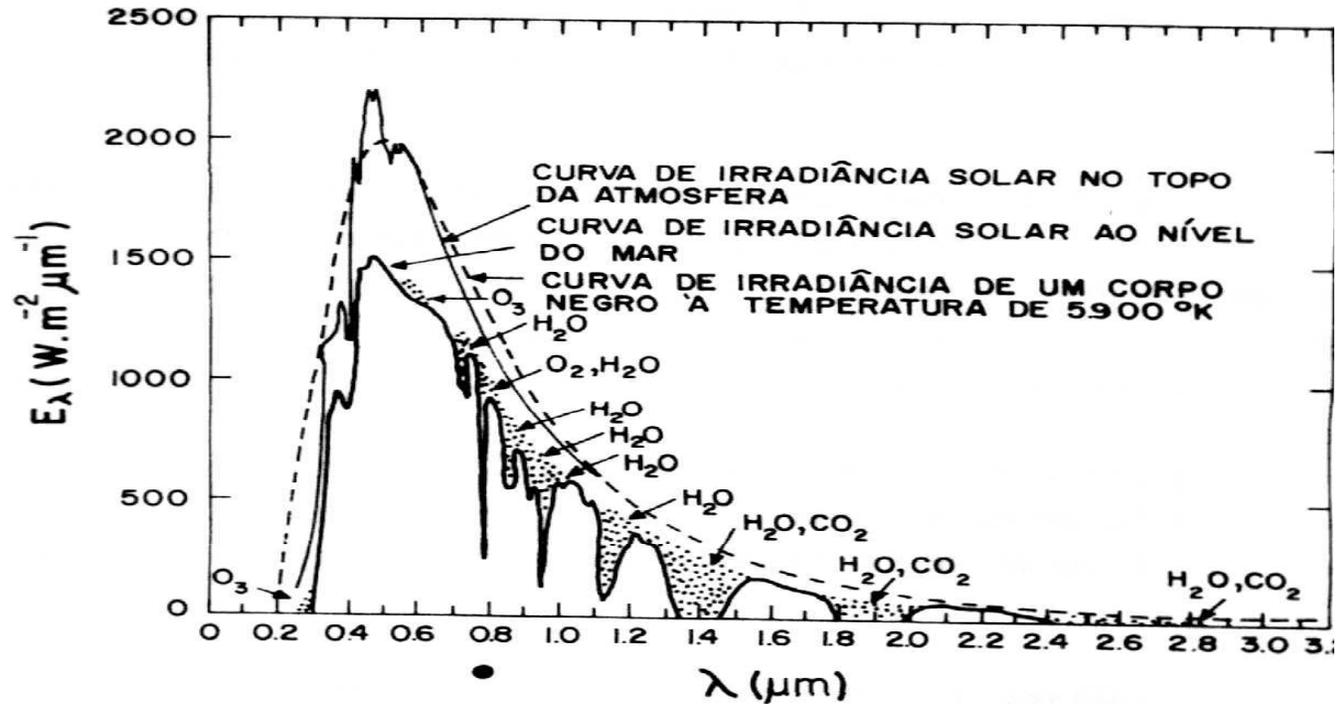
Espalhamento atmosférico: a energia é modificada pela mudança de direção.

- a) Espalhamento molecular (ou Rayleigh) = $\lambda > d$ esp $\sim 1/\lambda^4$
- b) Espalhamento Mie: $\lambda \sim d$ esp $\sim 1/\lambda^2$ ou $1/\lambda$
- c) Espalhamento não-seletivo: $\lambda \ll d \Rightarrow$ todos os λ 's são espalhados igualmente

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos Atmosfera

Curva de emissão de energia solar:



BANDA DE ABSORÇÃO POR GASES QUE CONSTITUEM A ATMOSFERA TERRESTRE

O_3 - OZÔNIO

H_2O - VAPOR D'ÁGUA

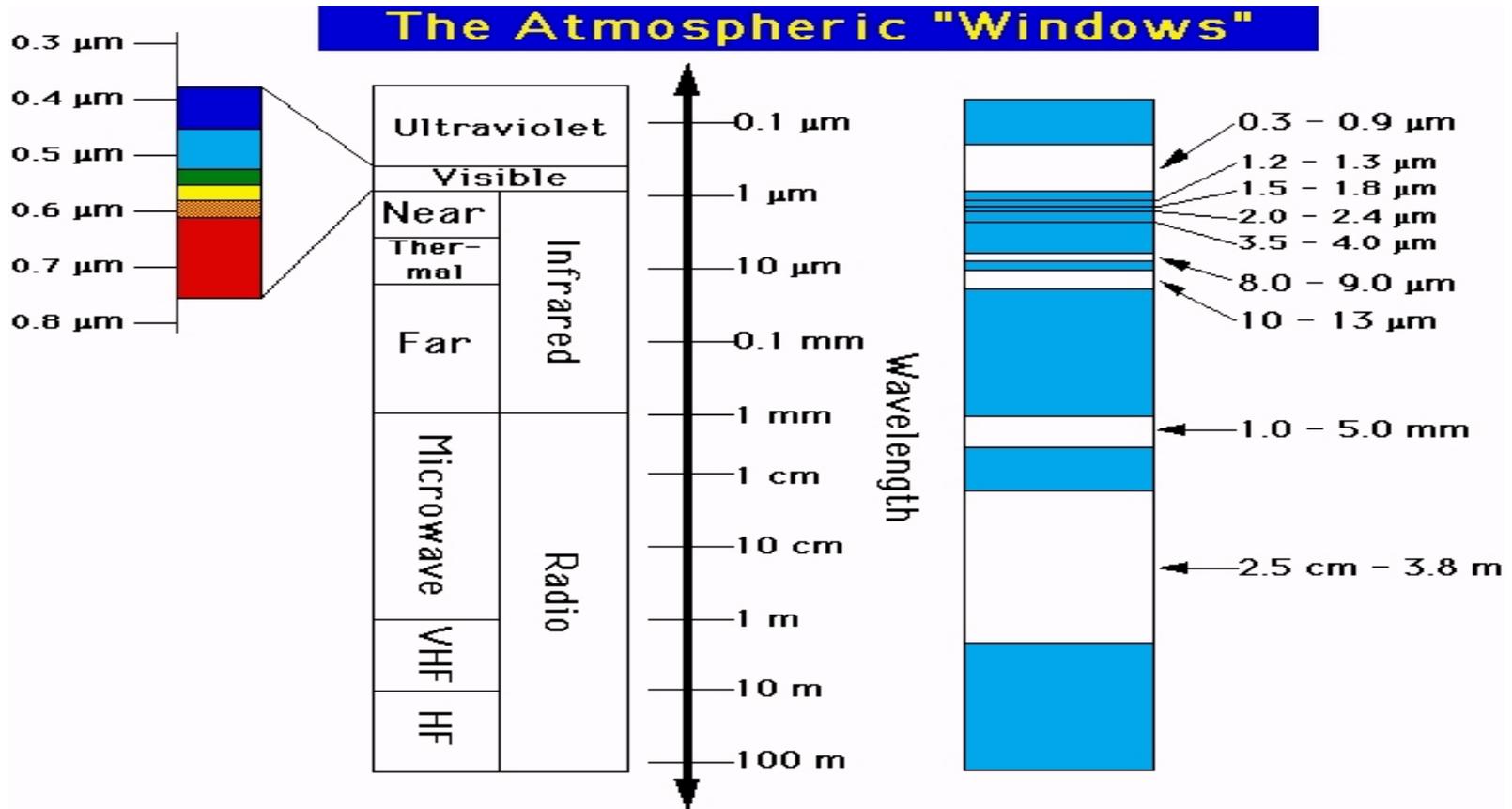
O_2 - OXIGÊNIO

CO_2 - GÁS CARBÔNICO

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos
Atmosfera

Janelas atmosféricas



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

- sensor/plataforma

Sistemas de aquisição de dados em SR incluem 2 partes: a plataforma e o sensor.

A plataforma pode ser desde um tripé convencional até satélites e ônibus espaciais. Trataremos apenas dos satélites orbitais.

Os sensores podem ser desde câmeras convencionais ou radiômetros até scanners multiespectrais, espectrômetros imageadores ou radares.

Sensoriamento remoto x uso do
solo x transportes
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos
Sensor/plataforma

Aquisição de dados: componentes básicos.

- Sistemas sensores

Três partes básicas:

- subsistema óptico
- detector
- subsistema eletrônico

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Sensor/plataforma

Aquisição de dados: componentes básicos.

- Sistemas sensores

Sensores:

imageadores (fotográficos e não fotográficos)
não imageadores

Sistema óptico: determina a resolução espacial e área coletora da radiação

Sistema eletrônico: amplia o sinal da fonte

$\alpha = \text{IFOV}$ $\text{FOV}/\text{IFOV} = n_{\underline{0}}$ de elementos da imagem

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos Sensor/plataforma

Aquisição de dados: componentes básicos.

- Sistemas sensores

Detectores:

Atualmente os mais importantes são os CCDs, Charge- Coupled- Detectors (o "D " de "Device" é substituído por "Detector")

Um CCD é um (micro)detector de silício extremamente pequeno e sensível a radiação eletromagnética e que são colocados em chips.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos Sensor/plataforma

Aquisição de dados: componentes básicos.

- Sistemas sensores

Detectores:

O espaço de uma linha de 15cm é ocupado por um número de elementos que varia de 3000 a mais de 10000. O número de elementos por unidade de comprimento, a altitude da plataforma e a parte óptica determinam a resolução espacial do equipamento. Cada elemento individual corresponde a um “pixel”.



Satélite CBERS-2B

CBERS-2B, o novo satélite Sino-Brasileiro que vai monitorar partes remotas da Amazônia, foi lançado do centro aeroespacial de Taiyuan, no centro da China.



Aquisição de dados: componentes básicos.

O satélite, que vai orbitar a 778 km de altura, possui três câmeras com resoluções e frequências diferentes para a obtenção de dados:

- Câmera de Amplitude de Campo (WFI)**
Obtém imagens de vastas extensões para observar fenômenos em larga escala
Amplitude: 890 km
Resolução: 260 m
- Câmera de Alta Resolução CCD**
Obtém imagens estereoscópicas de certas regiões em alta resolução
Amplitude: 113 km
Resolução: 20 m
- Câmera de Alta Resolução Pancromática (HRC)**
Obtém mosaicos detalhados em alta resolução
Amplitude: 27 km
Resolução: 2,7 m



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

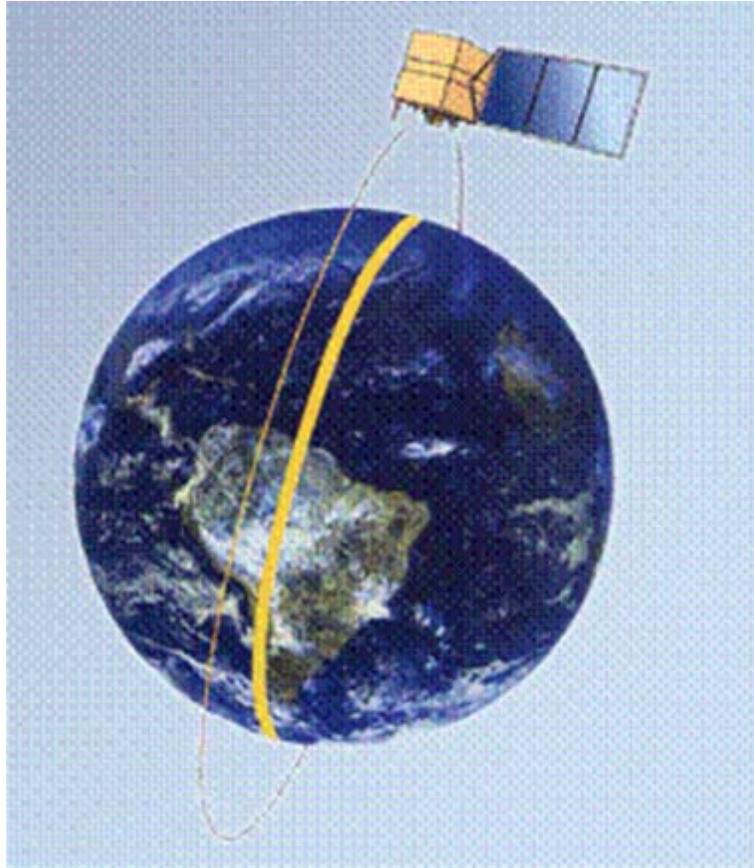
Aquisição de dados: componentes básicos.

- A órbita do CBERS é heliossíncrona a uma altitude de 778 km, perfazendo aproximadamente 14 revoluções por dia. Nesta órbita, o satélite cruza o Equador sempre na mesma hora local, 10:30h da manhã, permitindo assim que se tenha sempre as mesmas condições de iluminação solar para a comparação de imagens tomadas em dias diferentes.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.



Altitude de Órbita: 778 km Inclinação: 98.504.º Período: 100,26 min.

As imagens do site CBERS podem ser divulgadas, desde que citada a fonte: CBERS/INPE – divulgação.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

- O satélite obtém a cobertura da Terra em 26 dias. Esse é o tempo necessário para se ter imagens de todo o globo terrestre com suas câmeras CCD e IRMSS, que possuem campos de visada de 113 km a 120 km, respectivamente. Já com a câmera WFI, que consegue imagear uma faixa de 890 km de largura, o tempo necessário para uma cobertura global é de cinco dias.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

- Está instalada a HRC - Câmera Pancromática de Alta Resolução, com pixel de 2,7 metros em uma banda larga no visível. Como a HRC cobre apenas 27 km, é adotada uma sistemática especial de imageamento, de modo a que o país tenha cobertura completa em alta resolução a cada cinco ciclos de 26 dias imageamento, ou seja a cada 130 dias. A cada ciclo de 26 dias, todo o território é coberto pela CCD (que tem 113 km de largura de faixa de imageamento), mas apenas uma parte é coberta pela HRC (27 km de largura de faixa de imageamento). Portanto, são necessários cerca de cinco ciclos de imageamento para que os 113 km da CCD sejam completamente cobertos pelos 27 km da HRC. Assim, para cada cinco coberturas completas do país com a CCD, tem-se uma cobertura completa com a HRC.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

A capacidade de apontamento lateral da câmera CCD de alta resolução aliada ao tipo de órbita do satélite torna possível obter-se pares estereoscópicos de uma certa região com um intervalo de três dias entre duas imagens.

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Aquisição de dados: componentes básicos.

- alvo/superfície terrestre

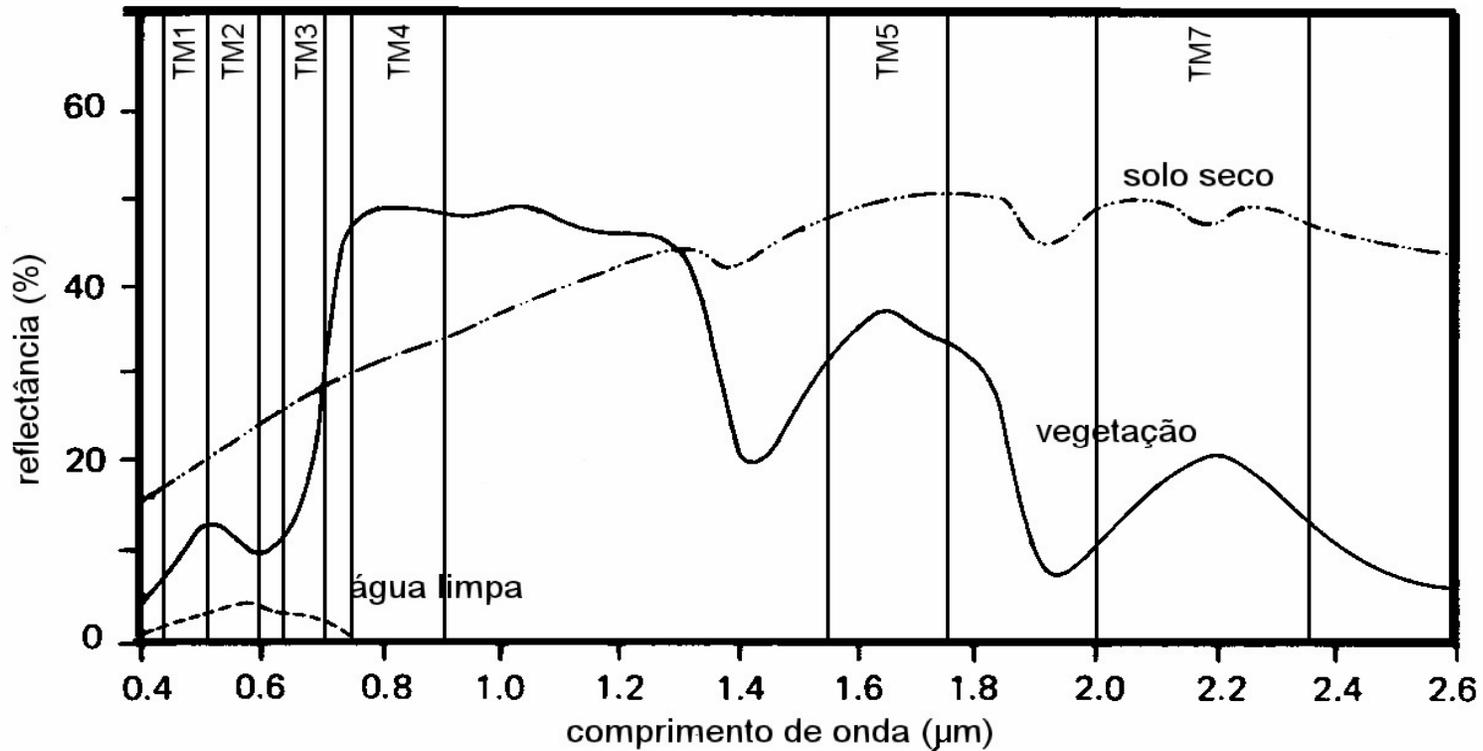
Assinatura Espectral: intensidade relativa com que cada corpo reflete ou emite a radiação eletromagnética nos diversos comprimentos de onda

(curvas de reflectância x comprimento de onda)

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos Alvo/superfície terrestre

Assinatura espectral



Curvas de reflectância espectral de alguns alvos

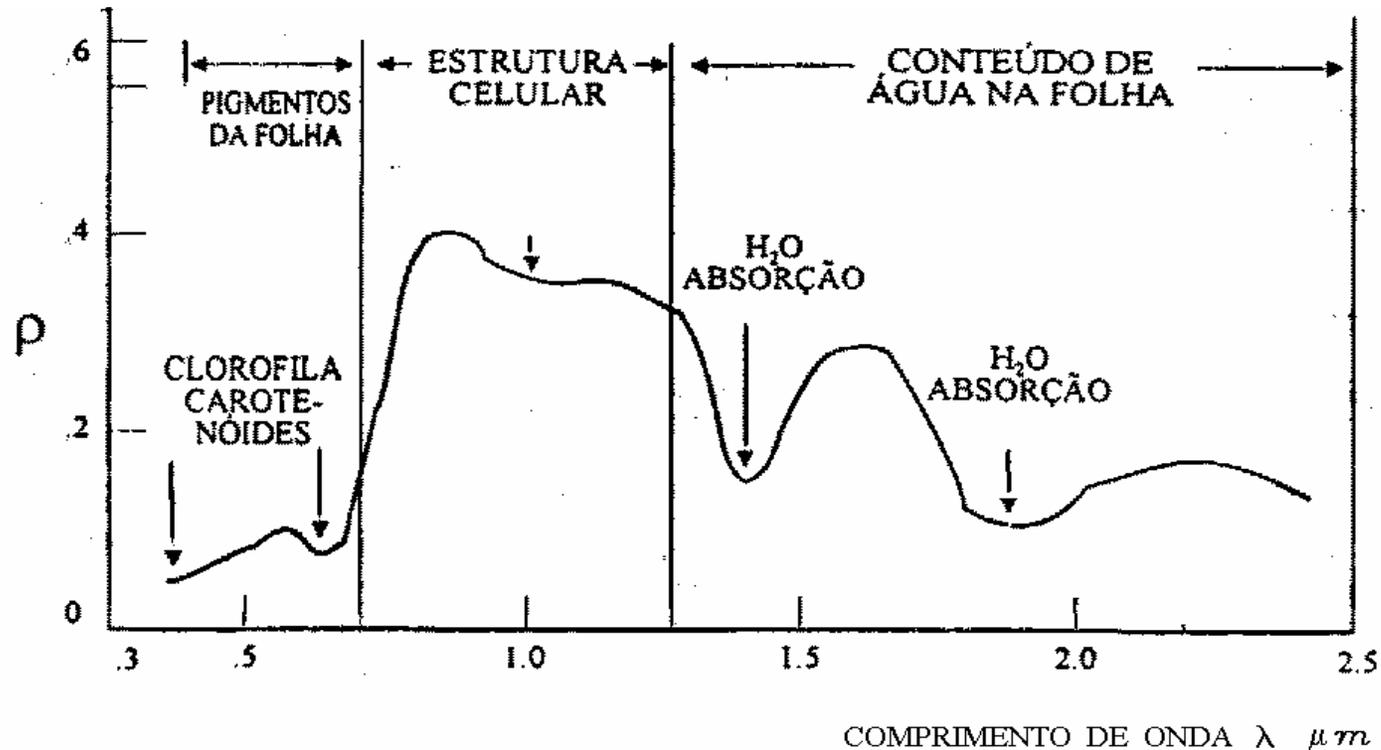
Adaptado de Lillesand & Kiefer (1987)

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

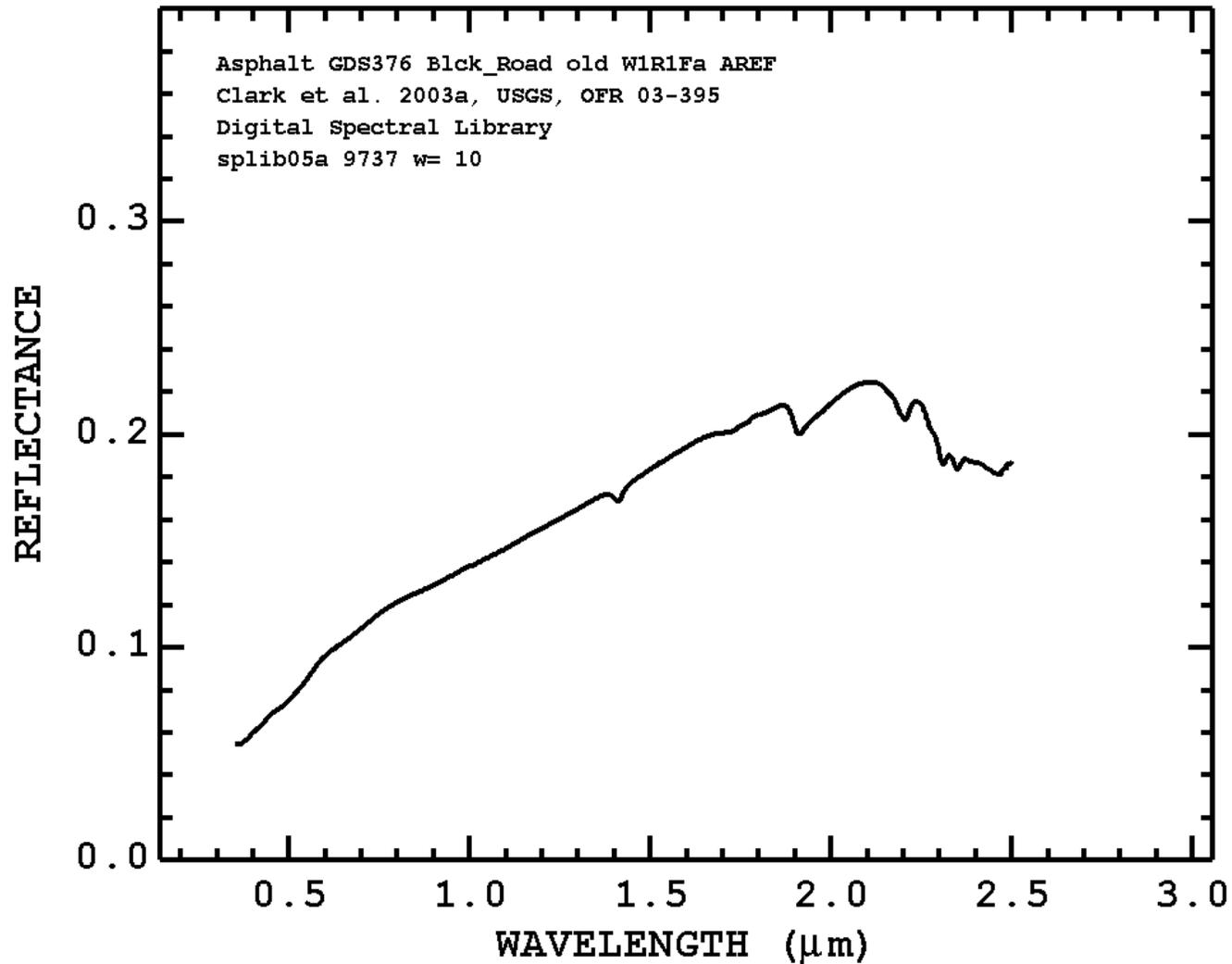
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos
Alvo/superfície terrestre

Assinatura espectral

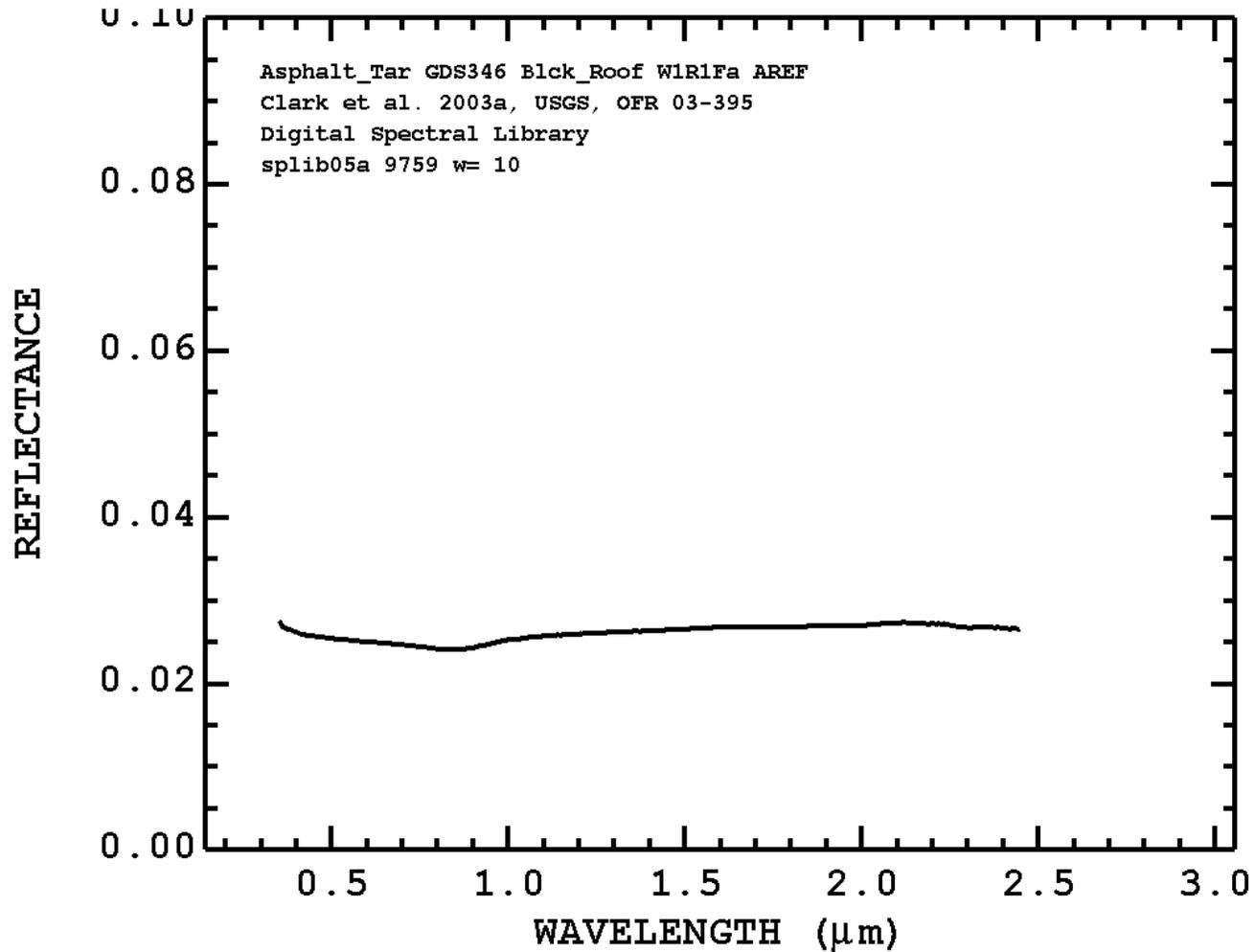
Assinatura espectral da vegetação fotossinteticamente ativa



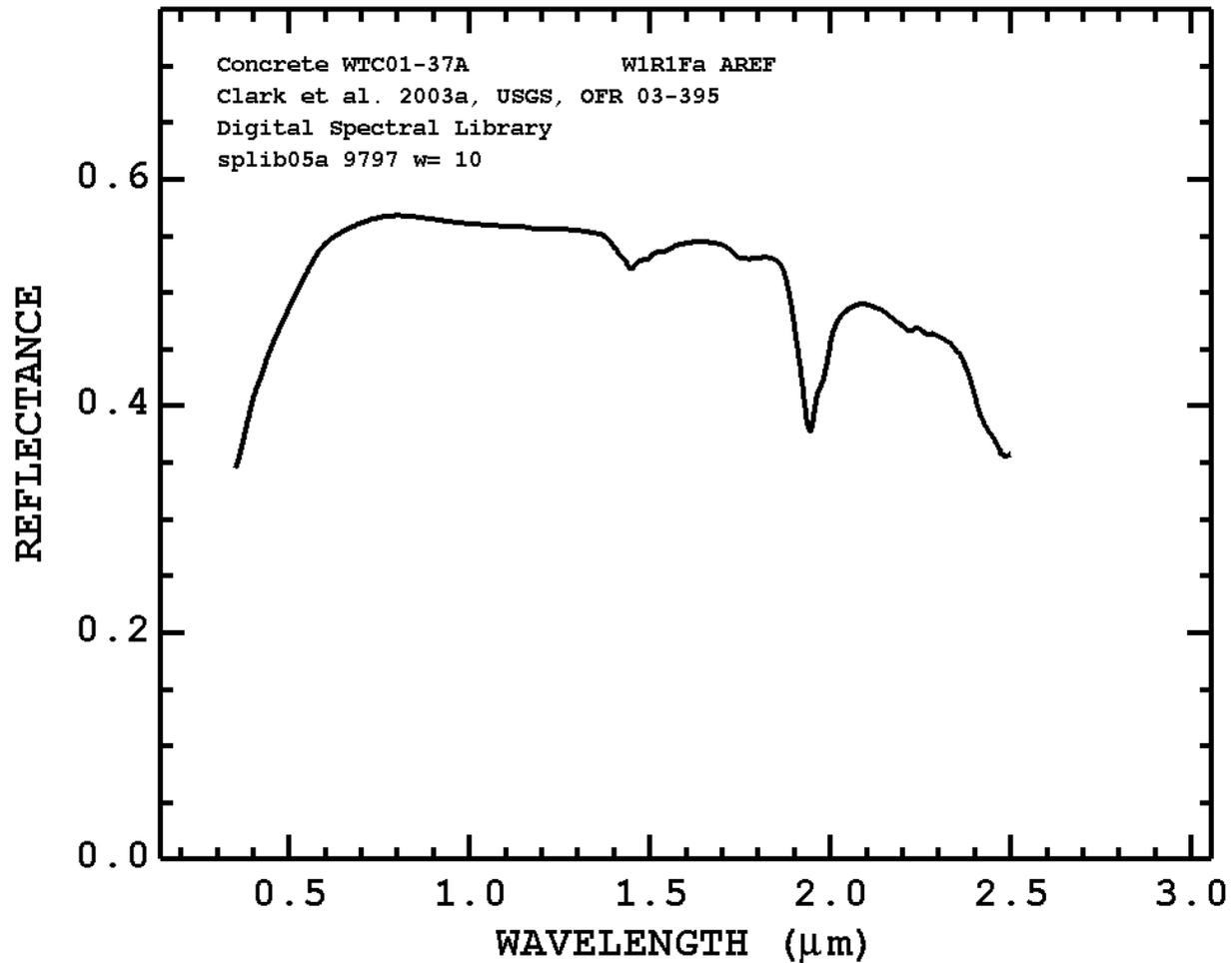
Assinatura espectral



Assinatura espectral



Assinatura espectral



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

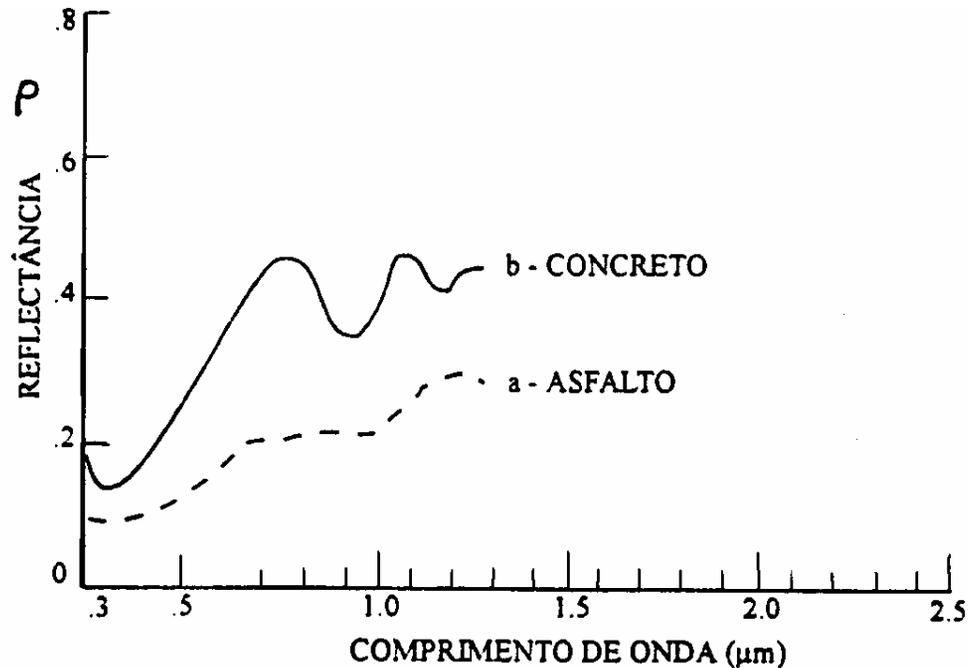
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos Alvo/superfície terrestre

Assinatura espectral

Concreto até $0,6 \mu\text{m}$ = baixa reflectância

($0,6$ a $1,3 \mu\text{m}$) = alta reflectância

Asfalto é semelhante ao concreto, porém níveis mais baixos



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- resolução espacial
- resolução espectral
- resolução radiométrica
- resolução temporal

Sensoriamento remoto x uso do
solo x transportes
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- resolução espectral

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Resolução espectral

Imagem de Satélite QUICKBIRD:



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Resolução espectral

Ortofoto:

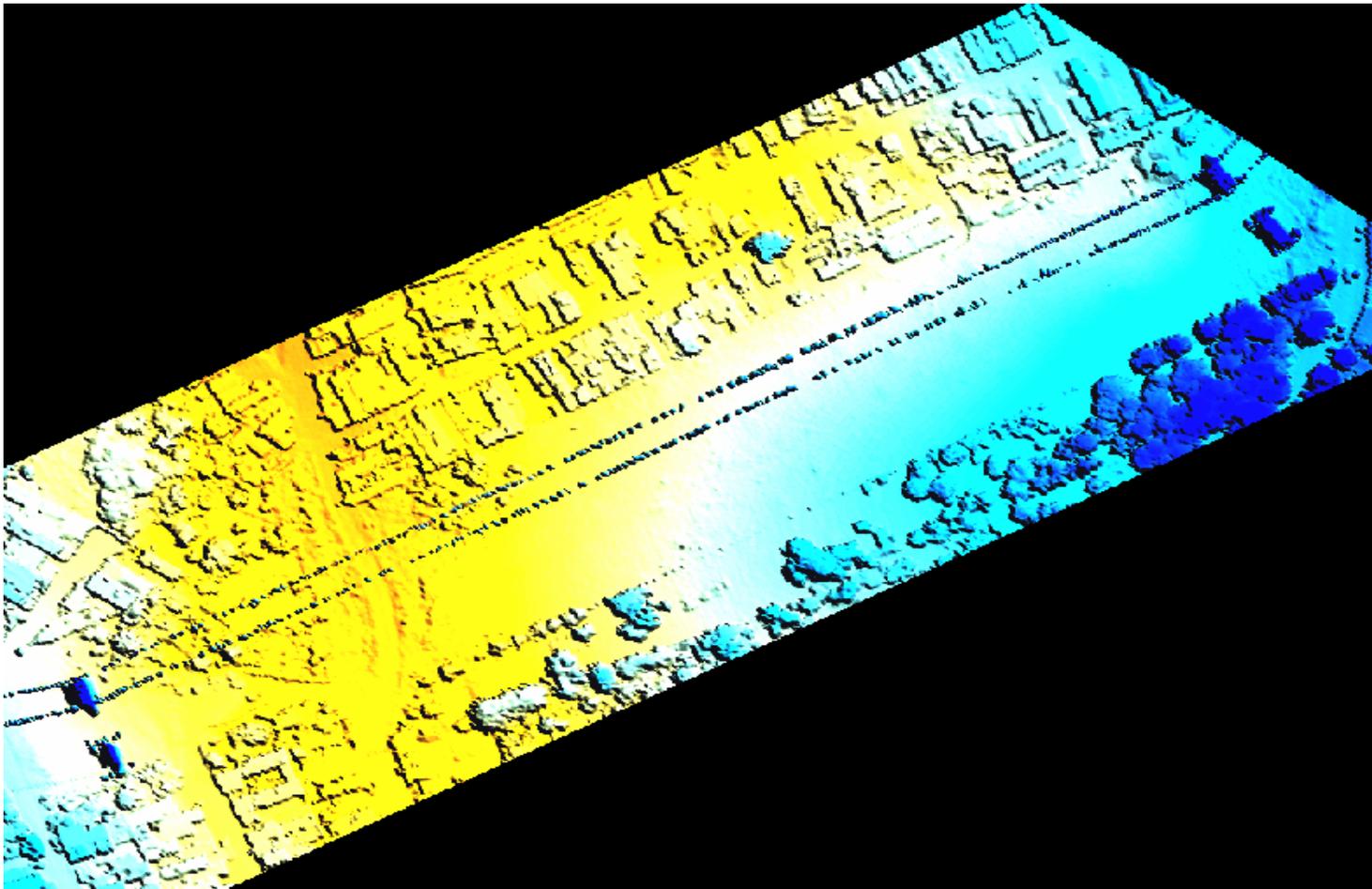


Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

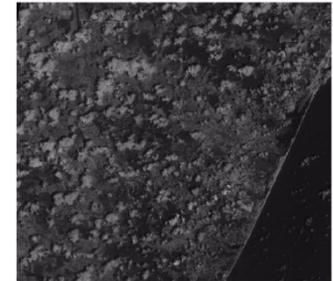
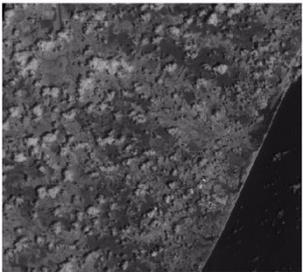
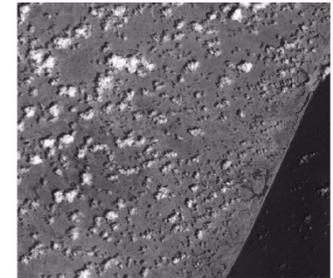
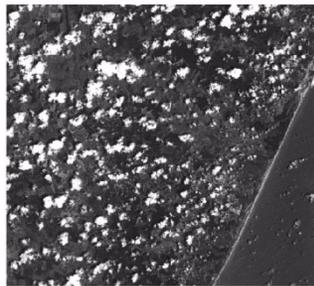
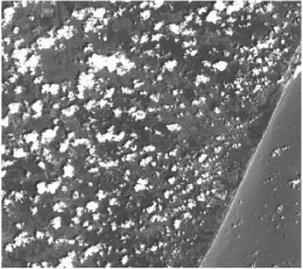
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Resolução espectral

Perfilamento laser:



Os 9 canais (imagens) do sensor ASTER

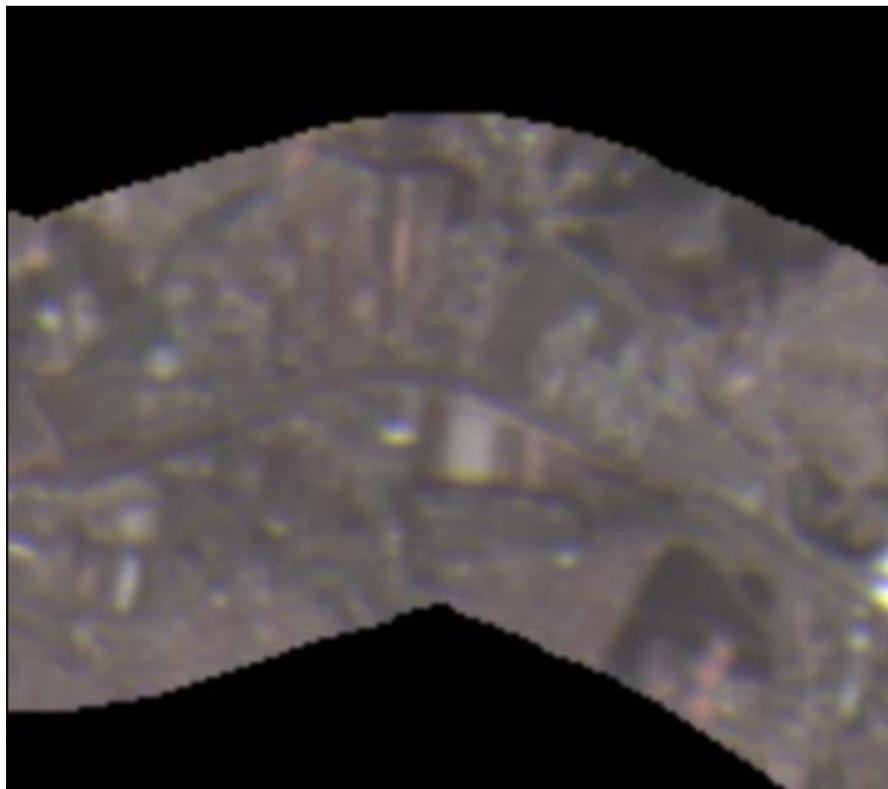


Sensoriamento remoto x uso do
solo x transportes
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

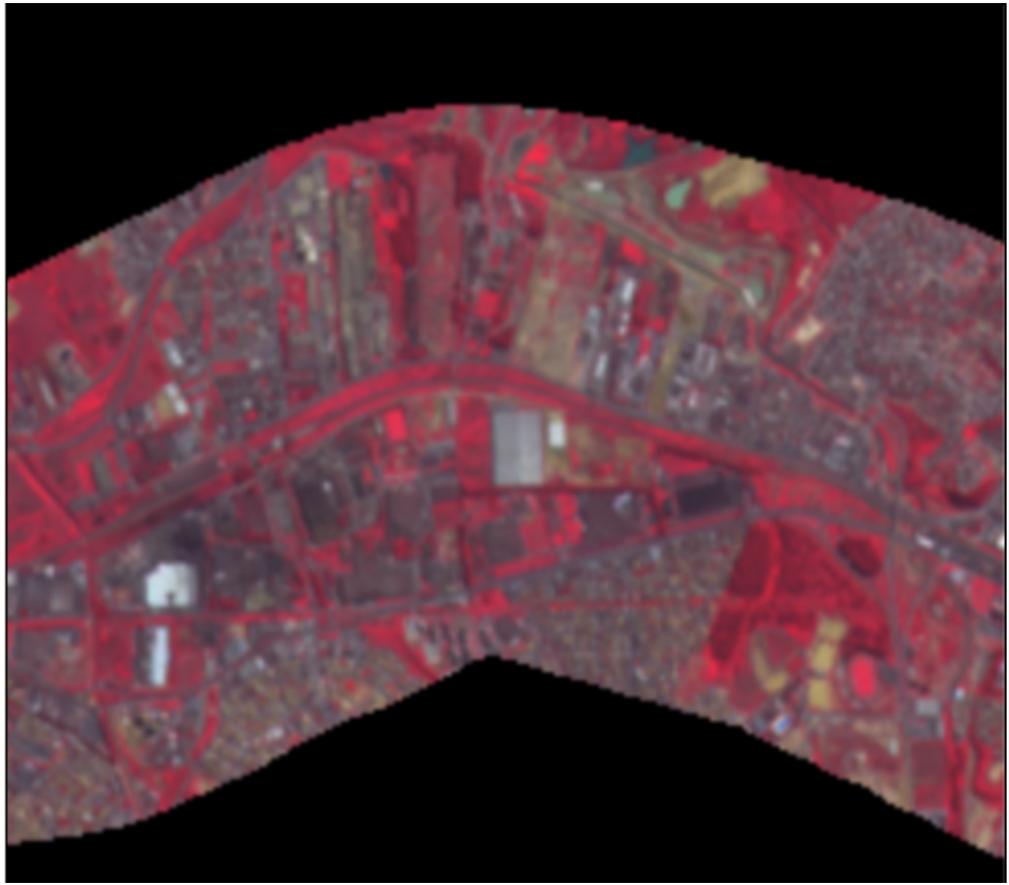
Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- resolução espacial

CBERS (2006) – 20m de resolução



Aster (2006) – 15m de resolução



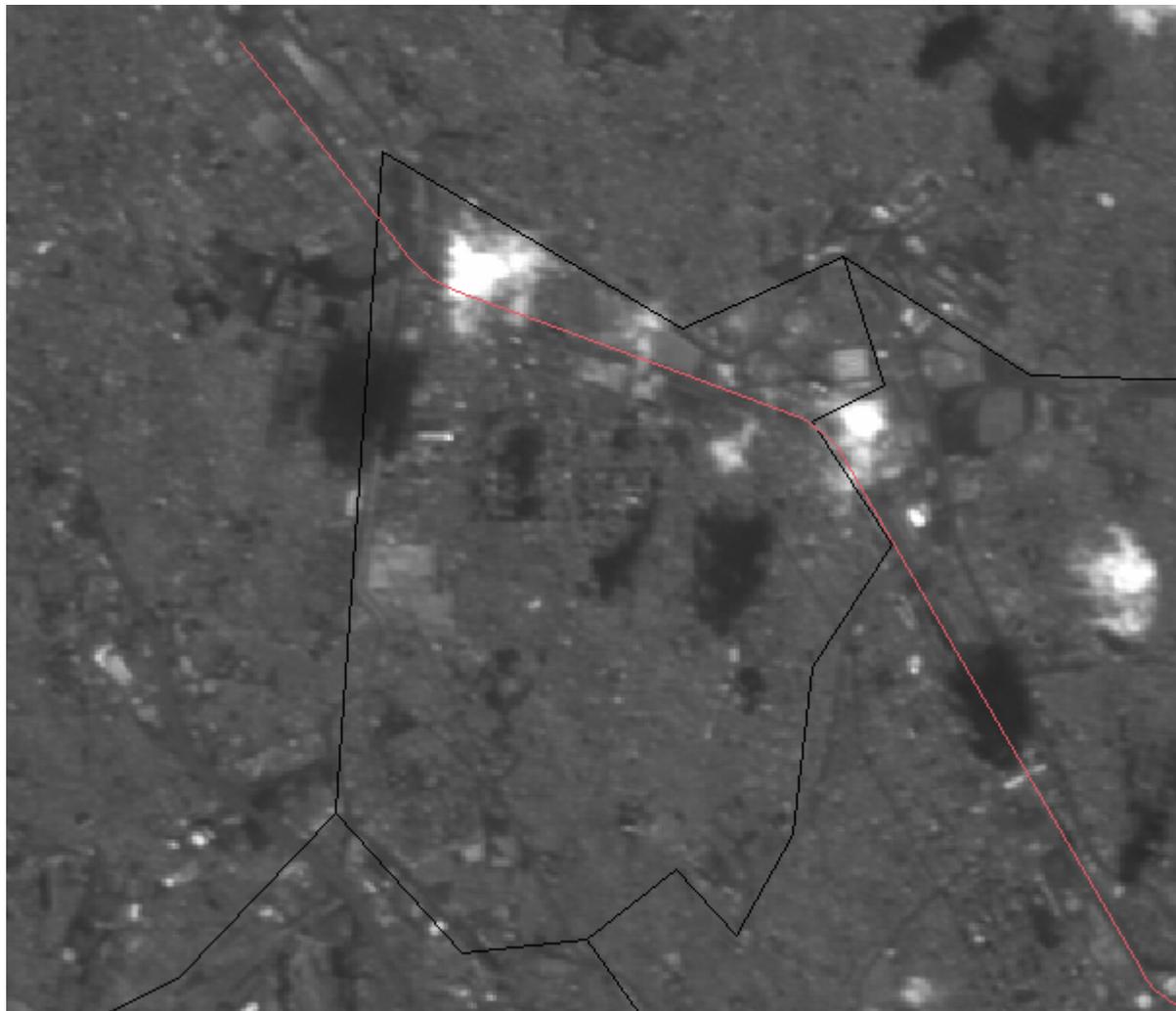
Ikonos (2003) – 1m de resolução



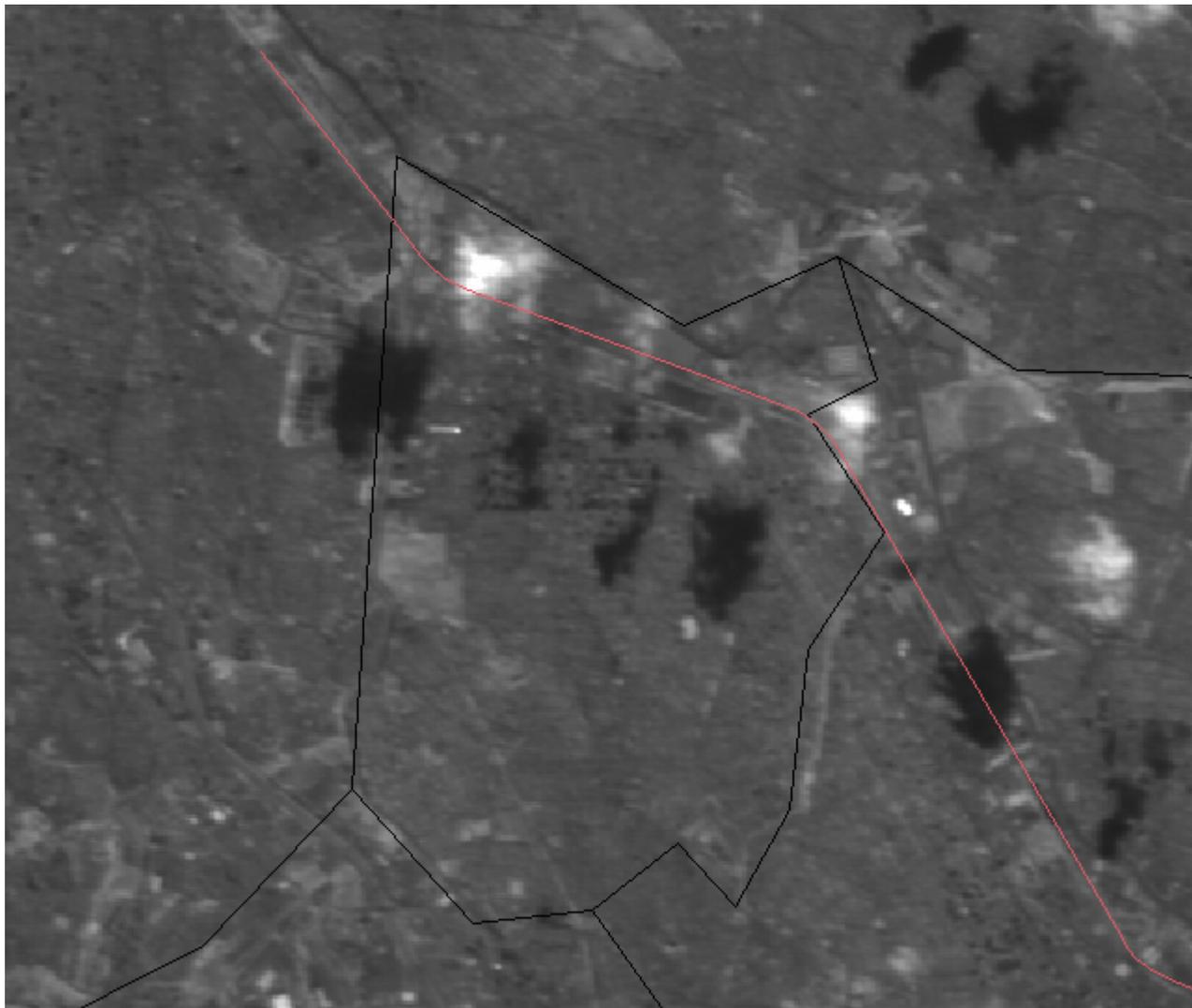
CBERS (2006) – 20m de resolução – São Caetano do Sul



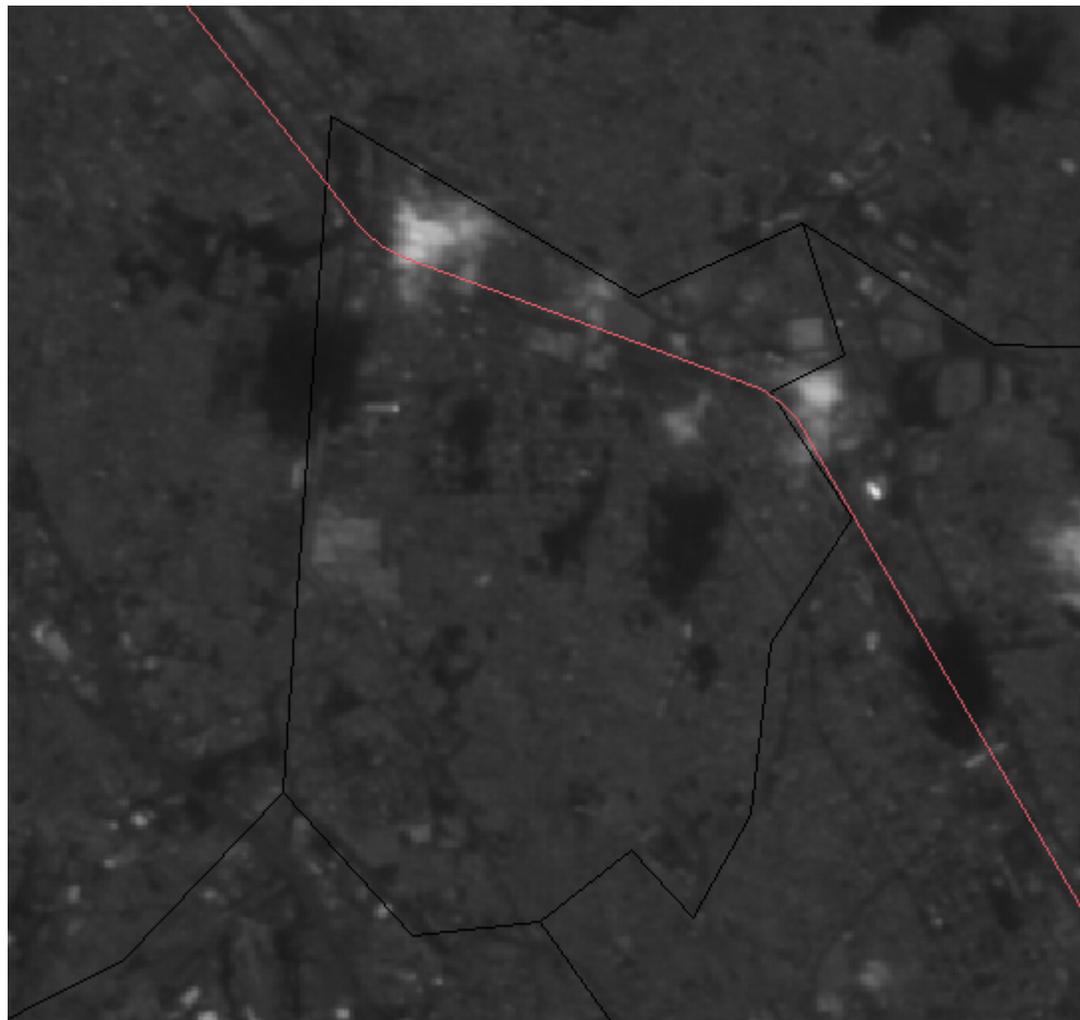
CBERS (2006) B1– 20m de resolução – São Caetano do Sul



CBERS (2006) B2– 20m de resolução – São Caetano do Sul



CBERS (2006) B3– 20m de resolução – São Caetano do Sul



Ikonos (2003) – 4m de resolução – São Caetano do Sul



Ikonos (2003) B1 – 4m de resolução – São Caetano do Sul



Ikonos (2003) B2 – 4m de resolução – São Caetano do Sul



Ikonos (2003) B3 – 4m de resolução – São Caetano do Sul



Ikonos (2003) B4 – 4m de resolução – São Caetano do Sul



Quickbird (2006) – 2,4m de resolução – São Caetano do Sul



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- resolução temporal

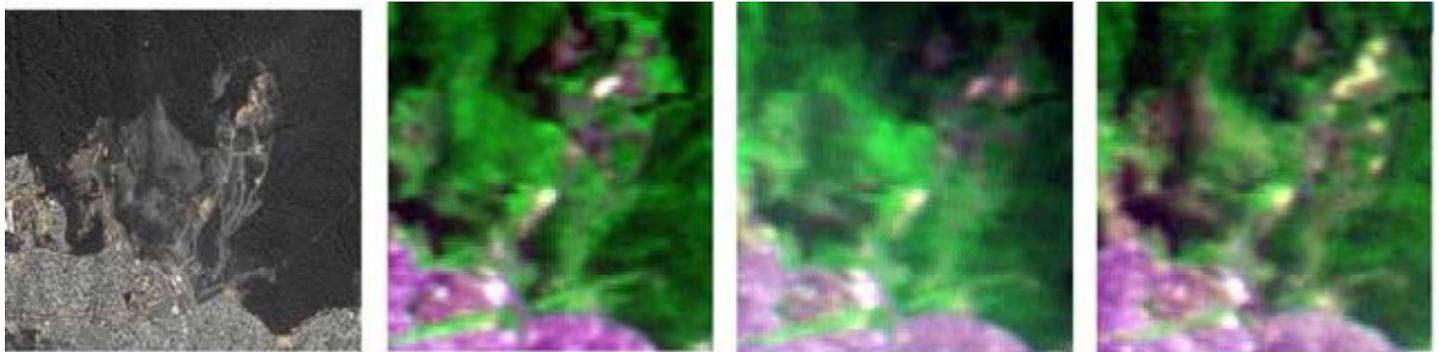


Figure 1: (a) Study area, (b) 2004, (c) 2005, (d) 2007

Sensoriamento remoto x uso do
solo x transportes
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- resolução radiométrica

Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

- Quantisation levels are frequently given in terms of the number of bits rather than the number or range of levels. These values are related by

(<http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom/ceos1/irsd/pages/dre4.htm>):

$2^{\text{number of bits}} = \text{number of quantisation levels}$		
Number of bits	Number of quantisation levels	Range of quantisation levels
1	2	0-1
2	4	0-3
3	8	0-7
4	16	0-15
5	32	0-31
6	64	0-63
7	128	0-127
8	256	0-255
9	512	0-511
10	1024	0-1023

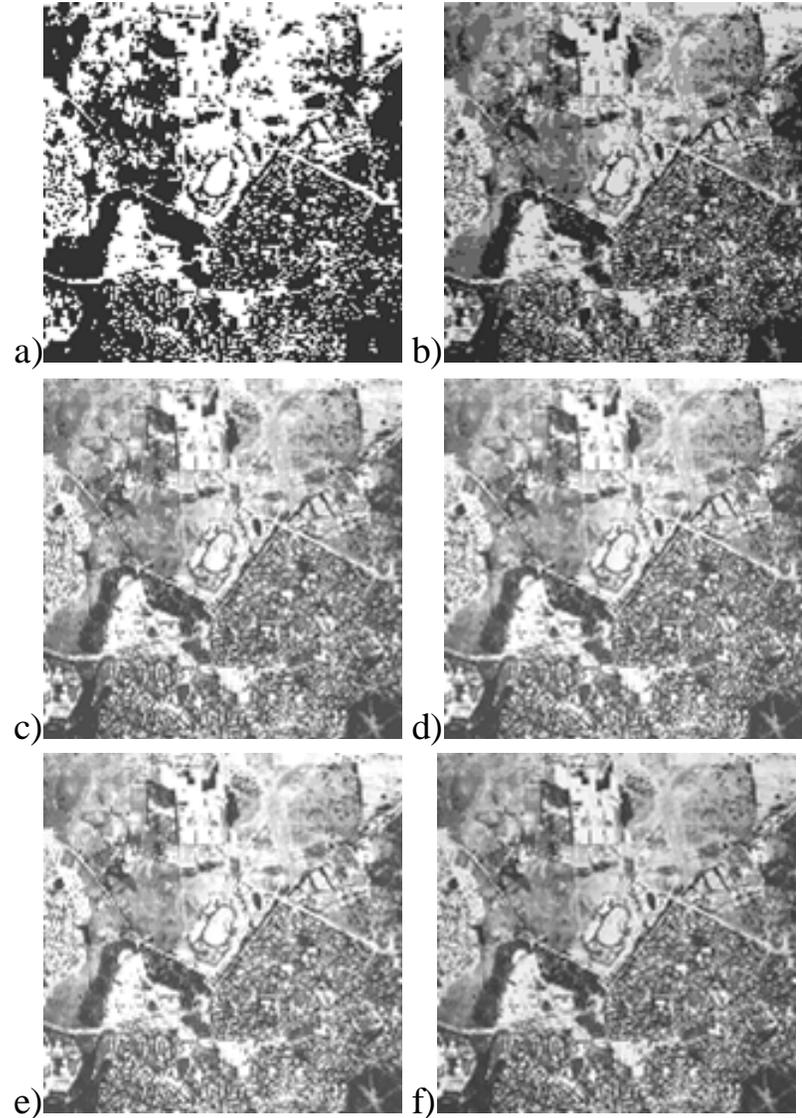
Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Figure 37: Effect of changes in radiometric resolution on image feature contrast.

Number of quantisation levels used:

- (a) 2
- (b) 4
- (c) 8
- (d) 16
- (e) 32
- (f) 64



Sensoriamento remoto x uso do solo x transportes

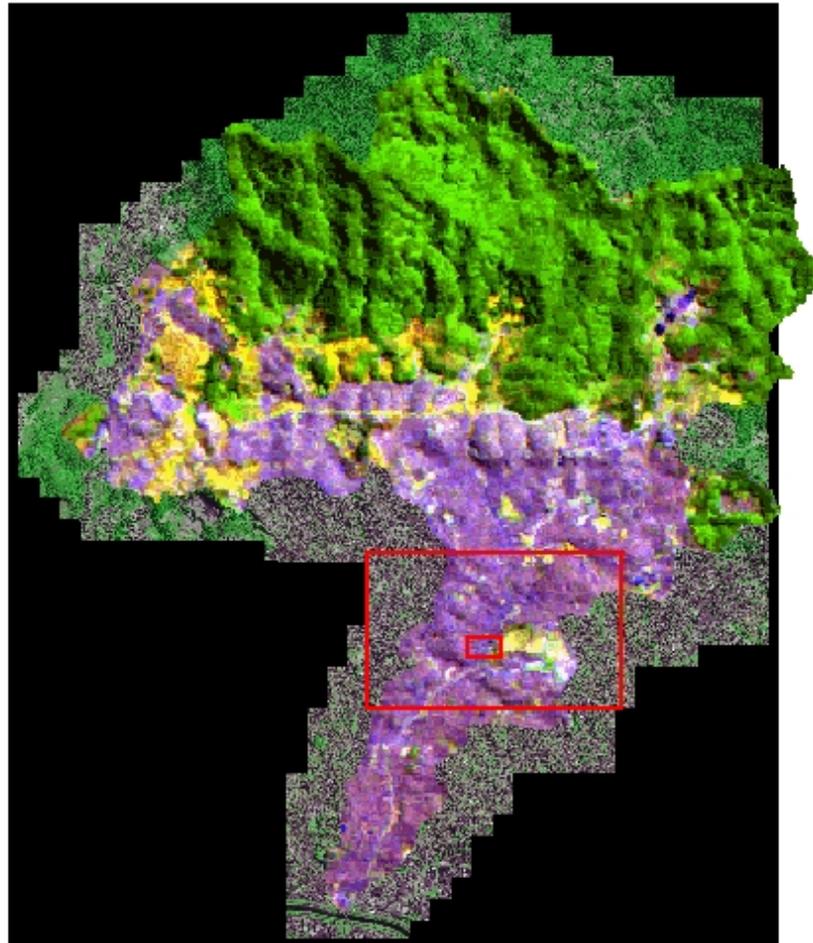
Sensoriamento Remoto: conceitos básicos

Tendências e realidades referentes aos “Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução)”:

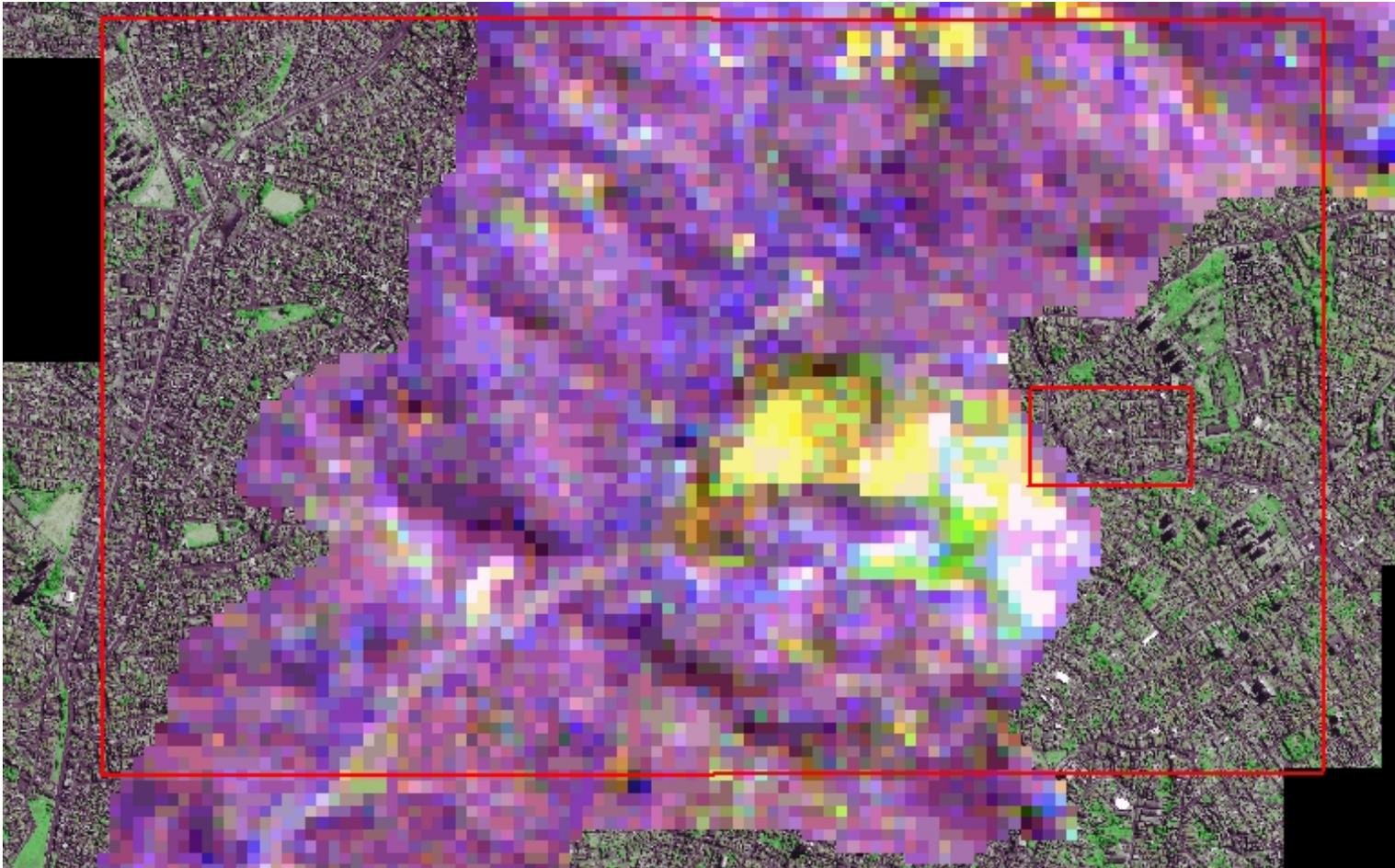
- resolução espacial
 - cada vez “enxerga” coisa menores (mais detalhes) => alta (?) resolução espacial
- resolução espectral
 - cada vez “percebe” mais partes do espectro em faixas mais estreitas => hiperespectral
- resolução radiométrica
 - cada vez usa mais bites: aumenta a possibilidade de discriminação de detalhes
- resolução temporal
 - constelação maior de satélites: maior frequência de imagens

Compromisso espacial x temporal x espectral

Landsat TM Multi-temporal e Ikonos



Landsat TM Multi-temporal e Ikonos



Ikonos



Imagem Ikonos com Quadras



Imagem Ikonos com Quadras



Tabela 1-3. Seleção de sistemas de sensoriamento remoto e suas características.

Resumo

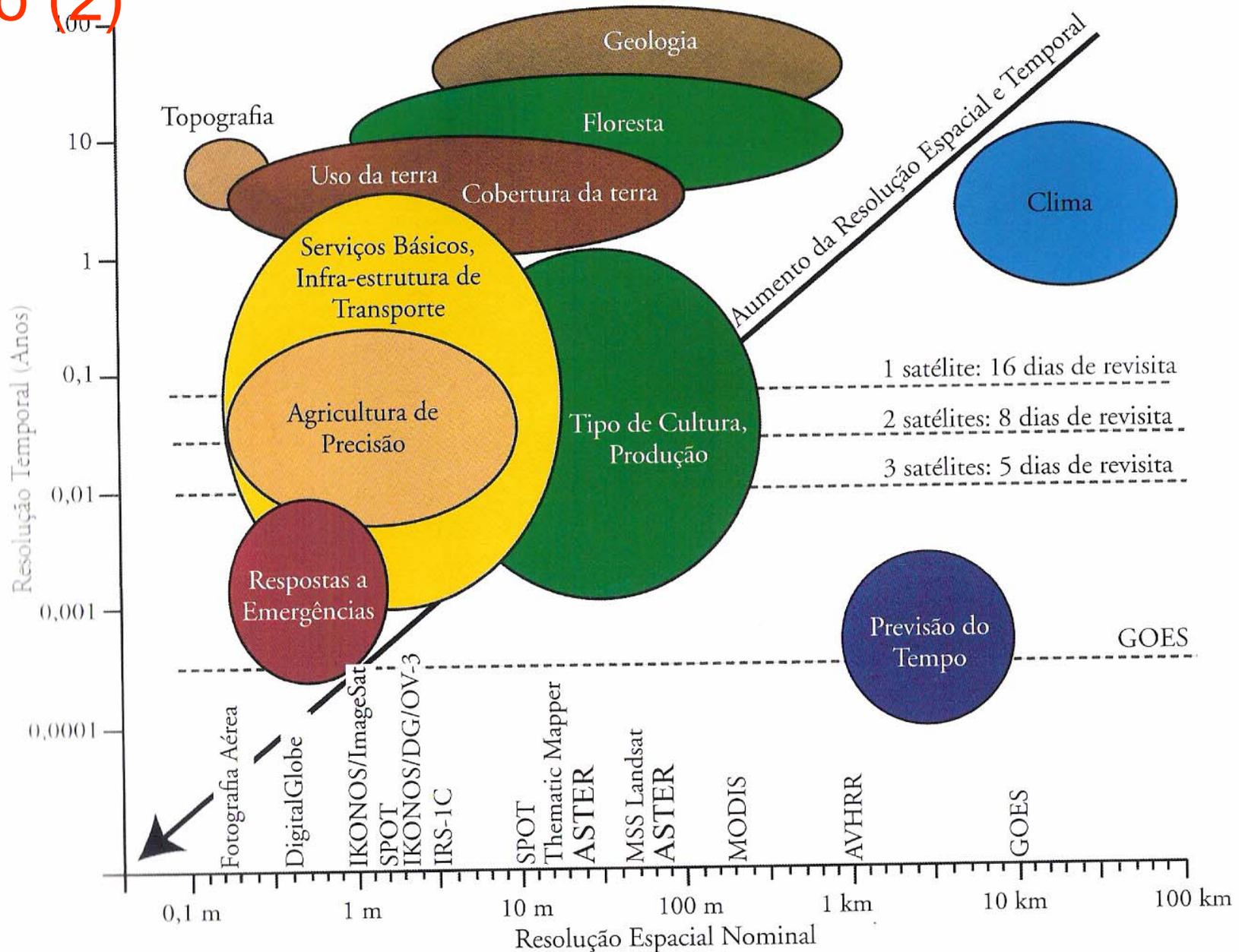
(1)

Sistemas de Sensoriamento Remoto	Resolução								
	Espectral							Espacial (m)	Temporal (dias)
	Azul	Verde	Vermelho	Infravermelho próximo	Infravermelho médio (SWIR)	Infravermelho termal	Micro-ondas		
Sensores Suborbitais									
Filme pancromático (preto e branco)		0,5 -----		0,7 µm				Variável	Variável
Filme colorido	0,4 -----			0,7 µm				Variável	Variável
Filme infravermelho colorido		0,5 -----		0,9 µm				Variável	Variável
Câmeras métricas digitais (CCD)	1	1	1	1				0,25 – 5	Variável
CASI 1500	0,40 -----	288 bandas		1,0 µm				Variável	Variável
AVIRIS – Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer	0,40 -----	224 bandas		2,5 µm				2,5 ou 20	Variável
Intermap Star-3i Radar banda							1	Variável	Variável
Sensores em Satélites									
NOAA-9 AVHRR LAC			1	1		3		1.100	14,5/dia
NOAA-K, L, M			1	1	2	2		1.100	14,5/dia
Landsat Multispectral Scanner (MSS)		1	1	2				79	16-18
Landsat 4 e 5 Thematic Mappers (TM)	1	1	1	1	2	1		30 e 120	16
Landsat 7 Enhanced TM (ETM+)	1	1	1	1	2	1		30 e 60	16
- Multiespectral									
- Pancromático		0,52 -----		0,9 µm				15	16
SPOT 4 HRV – Multiespectral		1	1	1				20	com apontamento
- Pancromático		0,51 -----		0,73 µm				10	com apontamento

Fonte: [2]

Resolução Espacial e Temporal para Aplicações Seleccionadas

Resumo (2)



Bibliografia (1)

- [1] AES NOVO, Evlyn L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2008.
- [2] JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. 2ª Edição. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- [3] DALMOLIN, Quintino; SANTOS, Daniel R. **Sistema Laserscanner: Conceitos e Princípios de Funcionamento**. 3ª Edição. Curitiba: UFPR, 2004.

Bibliografia (2)

- [4] , William T.H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2007.
- [5] MENESES, Paulo R; MADEIRA NETTO, José S. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais**. Bra

Bibliografia (3): Sítios da Internet

➤ EMBRAPA / INPE

<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>

➤ LANDSAT

<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/Satelites/LANDSAT7.php>

➤ SPOT

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Spot_\(sat%C3%A9lites\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Spot_(sat%C3%A9lites))