

Topografia Avançada

Prof. Diego Camargo

Aula 02 – Sensoriamento Remoto



Curso de Engenharia de Transportes
Departamento de Engenharia de Transportes

OBJETIVO DA AULA

1. Aspectos básicos do sensoriamento remoto;
2. Aquisição de imagens e processamento.

FUNDAMENTOS

Sensoriamento Remoto pode ser definido como a técnica de obtenção dados sobre determinado objeto sem qualquer contacto físico com o mesmo.

O sensoriamento remoto é a obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas (balões e aeronaves) e orbitais (satélites artificiais).

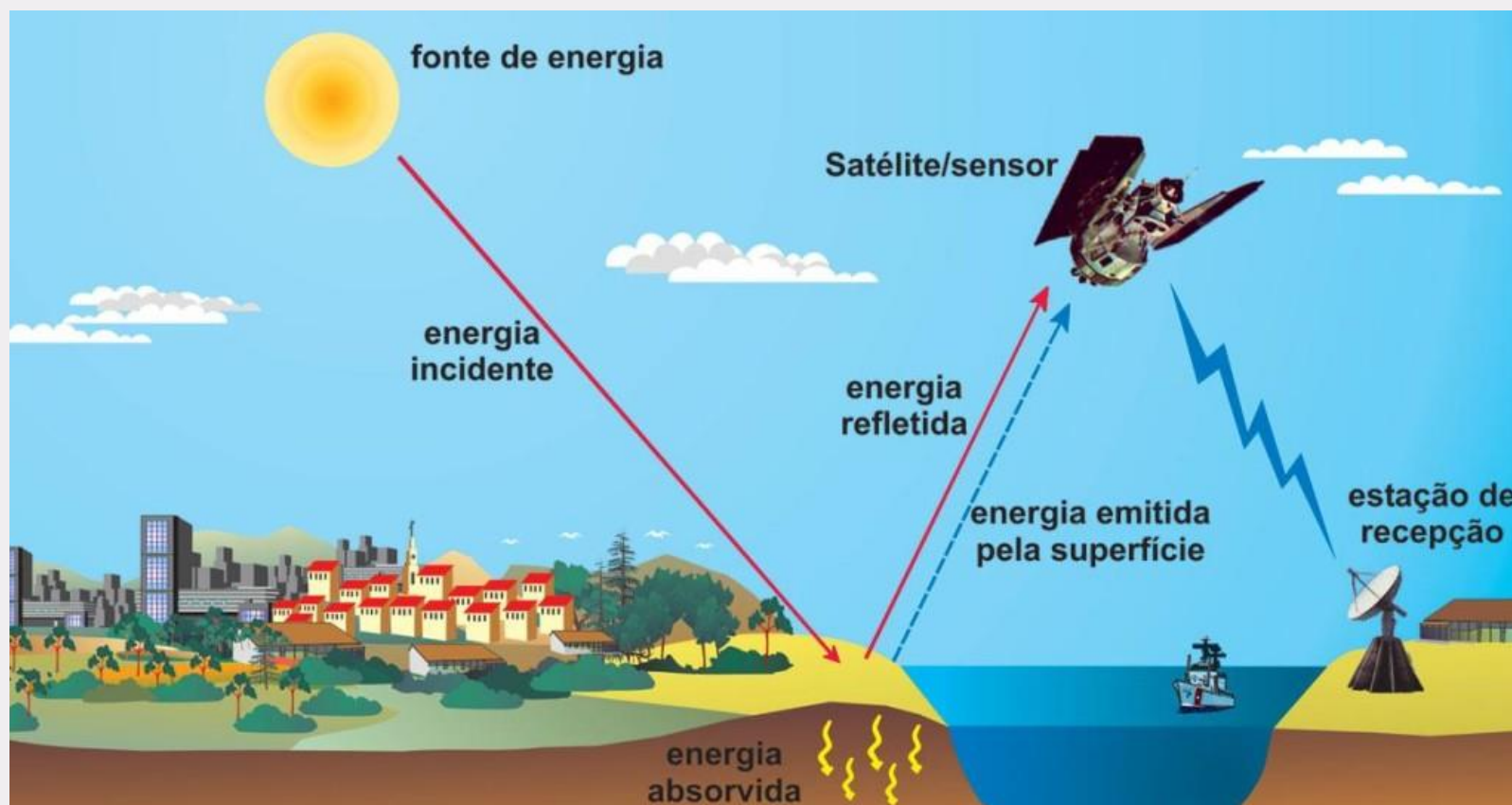
FUNDAMENTOS

O Sensoriamento remoto é uma ferramenta poderosa de fornecimento de dados para uso em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Novas tecnologias, tais como o uso rotineiro de GNSS e sistemas de satélites multissensores, bem como o desenvolvimento da fotogrametria digital, produzem geodados com resoluções espaciais, espectrais e temporais cada vez maiores (Ehlers, 2002a).

FUNDAMENTOS

Mais especificamente, o sensoriamento remoto é uma forma de estudar a Terra a partir de instrumentos, tais como câmeras e outros sensores.



FUNDAMENTOS

Os objetos da superfície terrestre refletem e absorvem seletivamente a energia eletromagnética, devido a sua diferente composição molecular. Esta característica, denominada resposta espectral dos objetos permite identificá-los numa FOTOGRAFIA AÉREA ou imagem de sensoriamento remoto.

FUNDAMENTOS

Taxonomia de sistemas de sensoriamento remoto

Plataforma de gravação	Satélite / Shuttle		Avião / Balão		Estacionário	
Modo de gravação	Passivo (visível, infravermelho próximo, infravermelho termal, microondas termal)			Ativo (laser, radar)		
Meio de gravação	Analógico (câmara, vídeo)			Digital (<i>Whiskbroom</i> , <i>Line array</i> , 2D CCD)		
Cobertura espectral	Visível / Ultravioleta		Infravermelho refletido	Infravermelho termal	Micro-ondas	
Resolução espectral	Pancromático 1 banda		Multiespectral 2 - 20 bandas	Hiperespectral 20 - 250 bandas	Ultraespectral > 250 bandas	
Resolução radiométrica	Baixa (< 6 bit)		Média (6 - 8 bit)	Alta (8 -12 bit)	Muito alta (> 12 bit)	
Resolução espacial no solo	Muito baixa > 250 m	Baixa 50 - 250 m	Média 10 - 50 m	Alta 4 - 10 m	Muito alta 1 - 4 m	Ultra-alta < 1 m

Fonte: Ehlers et al., 2002a.

COLETA DE DADOS

Existem três níveis de coleta de dados no Sensoriamento Remoto: o nível do solo, o nível aéreo e o nível orbital. Eles influenciam na distância entre o sensor e o alvo e no tamanho da superfície analisada.

- Nível do solo;
- Nível aéreo;
- Nível orbital.

TIPOS DE SENSORES

Sensores passivos

Os sensores passivos são aqueles que precisam de uma fonte externa de radiação eletromagnética para obter os dados, por exemplo, a radiação do Sol.

Os sensores multiespectrais a bordo de satélites se encaixam nessa categoria e se destacam por produzirem imagens em diferentes comprimentos de onda, como intervalos espectrais da região do visível e termal.

TIPOS DE SENSORES

Exemplos de Sensores passivos

1. **Landsat (sensores OLI e TIRS):** Os satélites Landsat são equipados com sensores passivos, como o OLI (Operational Land Imager) e o TIRS (Thermal Infrared Sensor). Esses sensores captam a luz refletida e a radiação térmica emitida, sendo amplamente usados para monitoramento de uso da terra, mudanças ambientais e recursos naturais.
2. **MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer):** Presente nos satélites Terra e Aqua da NASA, o sensor MODIS captura imagens de larga escala em várias bandas espectrais, permitindo o monitoramento de vegetação, temperatura da superfície, cobertura de nuvens e oceanos.
3. **AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer):** Utilizado em satélites meteorológicos da NOAA, o AVHRR captura dados em diferentes comprimentos de onda (visível, infravermelho próximo e infravermelho térmico), sendo empregado no monitoramento climático, observação de cobertura vegetal e análise de temperatura da superfície dos oceanos.

TIPOS DE SENSORES

Sensores Ativos

Os sensores ativos são aqueles que emitem sua própria radiação para obter dados do alvo.

A principal vantagem de um sensor ativo em relação aos sensores passivos é que a radiação emitida não sofre interferência da atmosfera, permitindo a obtenção de imagens em qualquer condição atmosférica e em qualquer hora do dia ou da noite.

TIPOS DE SENSORES

Exemplos de Sensores Ativos

1. **RADAR (RAdio Detection And Ranging):** Utiliza ondas de rádio para detectar objetos e medir distâncias. É amplamente utilizado para monitoramento climático, mapeamento de áreas e observação de movimentos terrestres.
2. **LIDAR (LIght Detection And Ranging):** Emite pulsos de laser para medir distâncias e gerar modelos tridimensionais precisos do terreno. É comumente usados para mapeamento topográfico, florestal, planejamento urbano e estudos de elevação.
3. **SAR (Synthetic Aperture Radar):** É uma forma avançada de radar que cria imagens detalhadas da superfície terrestre, mesmo através de nuvens e em condições de baixa luminosidade. É muito utilizado em satélite de observação da Terra, como os da série Sentinel-1, para monitoramento ambiental e detecção de mudanças.

GLOSSÁRIO

DEFINIÇÕES

Resolução espacial é a capacidade de um sensor de distinguir detalhes e registrar objetos menores em uma imagem, ou seja, a menor área do terreno que um pixel na imagem representa. Em termos simples, é o nível de detalhe que uma imagem de sensoriamento remoto pode capturar.

Quanto maior a resolução espacial, mais detalhada é a imagem e maior é a capacidade de distinguir pequenos elementos na superfície terrestre.

DEFINIÇÕES

Resolução espacial

Por exemplo:

1. Uma imagem com alta resolução espacial, como 1 metro, pode capturar objetos pequenos, como veículos ou árvores individuais.
2. Uma imagem com baixa resolução espacial, como 30 metros, é mais adequada para observar características gerais do terreno, como florestas ou grandes áreas de água, mas não para detalhes específicos.

DEFINIÇÕES

Resolução espectral é a capacidade de um sensor de detectar e diferenciar comprimentos de onda específicos da radiação eletromagnética.

A resolução espectral é importante porque permite que o sensor capture informações em diferentes regiões do espectro eletromagnético, como o visível, infravermelho e ultravioleta. Essa característica ajuda a identificar e distinguir entre diferentes materiais e elementos na superfície terrestre

DEFINIÇÕES

Resolução espectral:

1. **Baixa resolução espectral:** Um sensor com apenas três bandas (como as cores vermelho, verde e azul) consegue gerar uma imagem em cores, mas pode não ser capaz de distinguir com precisão entre vegetação saudável e estressada, pois ambos refletem de maneira semelhante nessas bandas.
2. **Alta resolução espectral:** Sensores hiperespectrais, como o sensor AVIRIS (Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer), têm centenas de bandas estreitas e podem distinguir com precisão entre diferentes tipos de vegetação, minerais, corpos d'água e até características do solo.

DEFINIÇÕES

Resolução radiométrica é a capacidade de um sensor de diferenciar pequenas variações na intensidade da radiação (intensidade de energia) que ele detecta, ou seja, o nível de detalhe com que ele consegue registrar as diferenças de brilho ou de energia refletida ou emitida por um objeto. Em termos práticos, é determinada pelo número de níveis de intensidade (ou "tons") que o sensor pode captar em cada pixel de uma imagem.

DEFINIÇÕES

Resolução radiométrica é geralmente medida em bits:

- **8 bits:** Pode registrar 256 níveis de intensidade ($2^8 = 256$).
- **10 bits:** Pode registrar 1.024 níveis de intensidade ($2^{10} = 1.024$).
- **12 bits:** Pode registrar 4.096 níveis de intensidade ($2^{12} = 4.096$).

DEFINIÇÕES

Resolução radiométrica

- Em imagens de 8 bits, áreas sombreadas ou com contrastes sutis podem parecer homogêneas, pois a variação de brilho pode não ser captada em detalhes.
- Em imagens de 12 ou 16 bits, o sensor é capaz de capturar mais gradações de luz, tornando essas áreas mais detalhadas e revelando variações sutis, úteis para estudos ambientais, monitoramento de vegetação, análise de solos e outros.

DEFINIÇÕES

Resolução temporal é a frequência com que determinada missão (ou satélite) faz o imageamento sobre uma mesma área.

A resolução temporal do TM-Landsat-5 é de 16 dias, ou seja, a mesma área leva um período de 16 dias para ser fotografada pelo mesmo equipamento.

FORMAÇÃO DE CORES

O princípio da fotografia colorida consiste na possibilidade de reproduzir qualquer cor a partir de uma mistura de apenas três cores primárias: vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue) – RGB.



AQUISIÇÃO DE DADOS

Banco de dados:

1. <https://search.asf.alaska.edu>
 - a) Sentinel-1 (Ativo)
 - b) ALOS PALSAR (2006 – 2011)
2. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
 - a) Landsat (Ativo)
3. <http://www.dgi.inpe.br/catalogo>
 - a) CBERS acervo (Ativo)

AQUISIÇÃO DE DADOS

Além das bases de dados citados há outras, como por exemplo: *MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)*, *ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)*, *PlanetScope*, *Tellus Traveler* e *Copernicus Open Access Hub*.

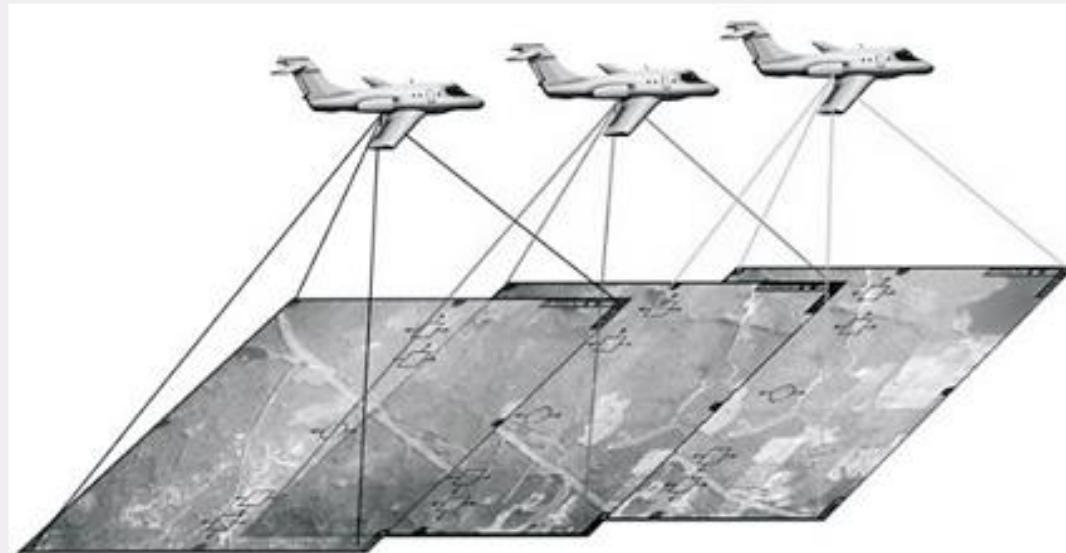
AQUISIÇÃO DE DADOS

Pela própria definição de Sensoriamento Remoto, visto anteriormente, há várias formas de adquirir informações sem contato direto, através de equipamentos como:

1. Estação total;
2. GNSS (Global Navigation Satellite System);
3. LiDAR (Light Detection and Ranging);
4. Fotogrametria.

FOTOGRAMETRIA

- Ciência e tecnologia para obter informações sobre objetos físicos e o ambiente;
- Usa imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética
- Realizar medições precisas para mapeamentos e estudos



FOTOGRAMETRIA

- Mapeamentos em grande escala;
- Criação de modelos digitais de elevação (DEM);
- Modelos detalhados do terreno;
- Aplicação em diversos setores, como geologia, hidrologia e planejamento urbano.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

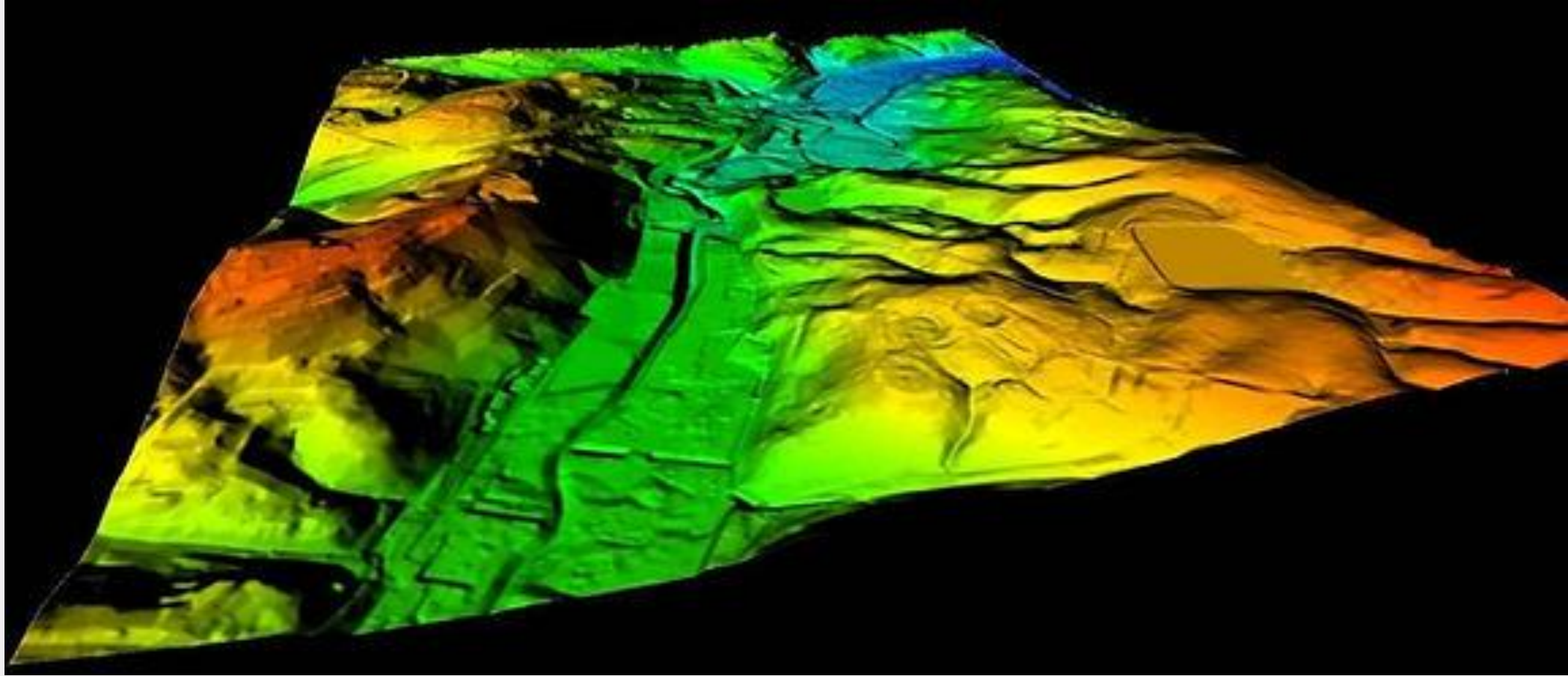
Um modelo digital de elevação é uma grade de varredura do solo regularmente espaçada referenciada a um ponto de referência vertical comum. Quando você filtra pontos fora do solo, como pontes e estradas, você fica com um modelo de elevação digital suave. Quando você anula a vegetação e estruturas feitas pelo homem de dados de elevação, você obtém um MDE.

Shuttle Radar Topography Mission

O propósito da missão **SRTM** foi atuar na produção de um banco de dados digitais para todo o planeta, necessários na elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais.

O **SRTM** é um exemplo de sensor ativo, fornecendo um **Modelo Digital de Elevação (MDE)** para diferentes áreas da Terra, bastante utilizado para análise do relevo e obtenção de parâmetros, como altitude e declividade.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO



REFERÊNCIAS

BLASCHKE, Thomas; KUX, Hermann. **Sensoriamento remoto e SIG avançados**: novos sistemas sensores, métodos inovadores. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 05 nov. 2024.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 05 nov. 2024.

GARG, P. K. **Remote Sensing: Theory and Applications**. Boston: Mercury Learning and Information, 2024. ISBN 978-1-68392-748-8.