

Sensoriamento Remoto I

**José Antonio Pacheco de Almeida
Paulo José de Oliveira**



**São Cristóvão/SE
2010**

Sensoriamento Remoto I

Elaboração de Conteúdo

José Antonio Pacheco de Almeida

Paulo José de Oliveira

Projeto Gráfico e Capa

Hermeson Alves de Menezes

Diagramação

Neverton Correia da Silva

Copyright © 2010, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Almeida, José Antonio Pacheco de.
A447 Sensoriamento remoto I / José Antonio Pacheco de
Almeida, Paulo José de Oliveira. -- São Cristóvão:
Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010.

1. Sensoriamento remoto. I. Oliveira, Paulo José de.
I Título.

CDU 528.8

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Chefe de Gabinete
Ednalva Freire Caetano

Ministro da Educação
Fernando Haddad

Coordenador Geral da UAB/UFS
Diretor do CESAD
Antônio Ponciano Bezerra

Secretário de Educação a Distância
Carlos Eduardo Bielschowsky

Vice-coordenador da UAB/UFS
Vice-diretor do CESAD
Fábio Alves dos Santos

Reitor
Josué Modesto dos Passos Subrinho

Vice-Reitor
Angelo Roberto Antonioli

Diretoria Pedagógica
Clotildes Farias de Sousa (Diretora)

Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais
Giselda Barros

Diretoria Administrativa e Financeira
Edélio Alves Costa Júnior (Diretor)
Sylvia Helena de Almeida Soares
Valter Siqueira Alves

Núcleo de Tecnologia da Informação
João Eduardo Batista de Deus Anselmo
Marcel da Conceição Souza
Raimundo Araujo de Almeida Júnior

Coordenação de Cursos
Djalma Andrade (Coordenadora)

Assessoria de Comunicação
Edvar Freire Caetano
Guilherme Borba Gouy

Núcleo de Formação Continuada
Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

Núcleo de Avaliação
Hérica dos Santos Matos (Coordenadora)
Carlos Alberto Vasconcelos

Coordenadores de Curso
Denis Menezes (Letras Português)
Eduardo Farias (Administração)
Haroldo Dorea (Química)
Hassan Sherafat (Matemática)
Hélio Mario Araújo (Geografia)
Lourival Santana (História)
Marcelo Macedo (Física)
Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

Coordenadores de Tutoria
Edvan dos Santos Sousa (Física)
Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)
Janaína Couvo T. M. de Aguiar (Administração)
Priscila Viana Cardozo (História)
Rafael de Jesus Santana (Química)
Ítala Santana Souza (Geografia)
Trícia C. P. de Sant'ana (Ciências Biológicas)
Vanessa Santos Góes (Letras Português)
Lívia Carvalho Santos (Presencial)

NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO

Hermeson Menezes (Coordenador)
Arthur Pinto R. S. Almeida
Lucas Barros Oliveira

Marcio Roberto de Oliveira Mendonça
Neverton Correia da Silva
Nicolás Menezes Melo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"
Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze
CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE
Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474

Sumário

AULA 1	
Fundamentos de fotogrametria	07
AULA 2	
Fotografias aéreas.....	15
AULA 3	
Estereoscopia.....	27
AULA 4	
Montagem de um par estereoscópico	37
AULA 5	
Princípios de fotointerpretação.....	45
AULA 6	
Sensoriamento remoto – princípios e conceitos	55
AULA 7	
Satélites – órbitas e sistemas sensores	63
AULA 8	
Satélites de observação da Terra	77
AULA 9	
Comportamento espectral dos objetos geográficos	91
AULA 10	
Tratamento digital de imagem de satélite.....	101

FUNDAMENTOS DE FOTOGRAMETRIA

META

Apresentar os principais fundamentos da Fotogrametria.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- Entender os principais fundamentos da Fotogrametria.
- Comparar Fotogrametria com Sensoriamento Remoto.
- Compreender a evolução histórica dos sensores remotos.

PRÉ-REQUISITOS

Para desenvolver as atividades da primeira aula desta disciplina, você deverá dominar o conteúdo das disciplinas de Cartografia Básica (Sistemática) e Cartografia Temática. Também, para um melhor aprendizado ao longo de toda a disciplina, será necessário que você tenha acesso a todas as figuras coloridas, disponibilizados na “plataforma”.

INTRODUÇÃO

Bem vindo à disciplina. Após você ter aprendido os conceitos da Cartografia Básica e da Temática, nesta disciplina de Sensoriamento Remoto você terá contato com as principais técnicas de obtenção de dados à distância, sejam fotografias aéreas ou imagens de satélite, essenciais para a elaboração e atualização de cartas topográficas temáticas, muito importantes para o geógrafo.

O conhecimento do espaço onde o homem vive e desenvolve suas atividades constitui a base para o aproveitamento dos recursos naturais e o desenvolvimento da sociedade. A busca contínua de conhecimento sobre o universo e a conseqüente conquista do espaço pelo homem possibilita o desenvolvimento de novas tecnologias espaciais que trouxeram a possibilidade de ampliar a capacidade do ser humano de enxergar o meio ambiente. Entre as mais significativas técnicas neste campo científico estão a fotografia, o desenvolvimento dos aviões e posteriormente os satélites artificiais.

O curso terá como foco o estudo das técnicas de geração e interpretação das imagens, sejam elas obtidas por câmaras aerofotogramétricas a bordo de aeronaves ou de sensores a bordo dos satélites, também muito úteis hoje para uso como material didático no ensino da Geografia.

SENSORIAMENTO REMOTO E FOTOGRAMETRIA

O Sensoriamento Remoto consiste em se detectar a natureza de um objeto sem tocá-lo, ou seja, à distância. Este termo é relativamente novo, mas formas rudimentares de sensores remotos existem há muito tempo.

Inventada em 1839, a câmara fotográfica foi o primeiro sensor remoto conhecido. Em 1849 já era utilizada por engenheiros militares americanos na obtenção de fotos que possibilitassem a elaboração de mapas topográficos. Já na Guerra Civil americana, a máquina fotográfica equipava balões para reconhecimento militar e na II Guerra Mundial, a bordo de aviões, câmaras aéreas munidas de filmes infravermelhos possibilitaram a identificação de camuflagens (MARCHETTI, s.d.).

O Sensoriamento Remoto é uma denominação atual que surgiu a partir do uso de sensores a bordo de satélites artificiais orbitando a Terra, mas historicamente o primeiro sensor remoto foi a câmara fotográfica.

Do ponto de vista científico a Fotogrametria e o Sensoriamento Remoto são bem distintos, apesar de ambos basearem-se em sensores.

Ao longo deste curso detalharemos as diferenças dividindo-o em duas partes, sendo a primeira a Fotogrametria e a segunda o Sensoriamento Remoto propriamente dito.

As imagens de satélite, ditas orbitais, adquiridas a partir de satélites artificiais que orbitam a Terra e as fotografias aéreas, ditas sub-orbitais, são

indispensáveis para o entendimento da superfície terrestre. Tanto as fotografias aéreas quanto as imagens de satélites são utilizadas como suporte para a construção de mapas a partir do registro dos objetos geográficos, tais como: drenagem, florestas, feições geológicas e geomorfológicas, uso do solo.

As intervenções da sociedade sobre o espaço, decorrentes das alterações da paisagem em períodos mais longos, a exemplo do crescimento urbano, ou fenômenos ambientais como enchentes e queimadas podem ser registrados nas fotografias aéreas e imagens de satélite. No entanto, cabe ao profissional analisar e entender as manifestações e alterações da paisagem resultantes das práticas econômicas, culturais e sociais.

Como exemplo, podemos citar uma fotografia aérea de uma determinada área de plantação de cana-de-açúcar convivendo lado a lado com a pastagem e resquícios de mata. Essa associação, fruto de ações socioeconômicas e culturais, induz o pesquisador a imaginar a hipótese de que toda a área era mata, que deu lugar à pastagem e parte desta foi substituída pela cana-de-açúcar. Essa hipótese deverá ser comprovada através de fotografias aéreas e imagens de satélites adquiridas anteriormente às mudanças ocorridas na paisagem. O próximo passo é entender como ocorreram essas mudanças, qual foi o contexto social, econômico e cultural que impulsionou a dinâmica espacial.

Atualmente, a possibilidade de registrar a dinâmica do crescimento urbano ao longo do tempo, faz com que as fotografias aéreas e as imagens de satélite sejam ferramentas indispensáveis e fundamentais para análise espacial. Os mapas temáticos a serem elaborados a partir dessas ferramentas irão facilitar as análises espaciais tão importantes no planejamento e gestão territorial.

FOTOGRAMETRIA

O significado etimológico da palavra Fotogrametria permite uma compreensão abrangente do tema, “photon - luz, graphos – escrita, metron – medições”, ou simplesmente, medições executadas através de fotografias.

Várias definições para o tema Fotogrametria foram objetos de discussões para sua compreensão, a exemplo da definição proposta pela Sociedade Americana de Fotogrametria (WOLF, 1974 in LOCK, 2001) que define como sendo a ciência e a tecnologia de se obter informações confiáveis de objetos e do meio ambiente, através de fotografias aéreas, por medidas e interpretações de imagens e objetos através da fotointerpretação.

De acordo com ANDRADE (1998) Fotogrametria é a ciência e tecnologia de obter informações confiáveis através de processos de registro, interpretação e mensuração de imagens (fotografias aéreas). A Fotogrametria encontra o seu maior número de aplicações na elaboração de mapas em

colaboração com outras ciências como a Geodésia e a Cartografia. Assim, as fotografias são utilizadas para o posicionamento de pontos na superfície terrestre e para mapear temas do objeto fotografado, como hidrografia, rede viária, localidades, tipos de solo, vegetação, etc.

A parte da Fotogrametria que trata das fotografias aéreas é conhecida como Aerofotogrametria que engloba o maior número de aplicações da área.

No nosso curso daremos ênfase à formação do geógrafo através do estudo de técnicas que permitam a visualização tridimensional (3D) com o uso do estereoscópio, aparelho que permite a visão em três dimensões, sendo o conhecimento da Fotogrametria, norteado para a construção de mapas temáticos. Devido à importância que as imagens digitais têm atualmente, estudaremos também as noções básicas de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria Digital.

Atualmente, a Fotogrametria encontra-se em transição, entre a técnica tradicional e a digital. Na tradicional são utilizadas fotografias aéreas analógicas registradas em películas de filmes fotográficos, onde as informações são registradas em tons cinza ou cores numa emulsão foto-sensível. Já na Fotogrametria Digital, desenvolvida concomitantemente com a evolução das técnicas computacionais, as informações são registradas de forma digital, substituindo, dessa forma, o filme fotográfico por mídias computacionais, como CHIP (microprocessador), CD-ROM (Compact Disk) e DVD (Digital Video Disk).

PRINCIPIO DA FOTOGRAMETRIA

Dois objetos vistos de posições diferentes guardam entre si uma determinada relação geométrica. Essa relação geométrica gerada por duas perspectivas de um mesmo objeto é que permite a análise tridimensional (estereoscopia) das fotografias aéreas (Figura 1.1).

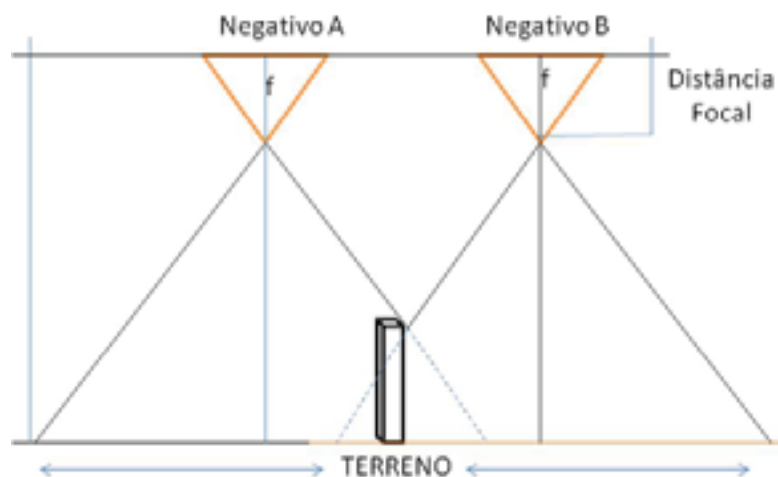


Figura 1.1 - Princípio da Fotogrametria para obtenção de visão tridimensional ou estereoscopia.

A luz do princípio da Fotogrametria podemos classificar a Fotogrametria em Fotogrametria Métrica e Fotogrametria Interpretativa.

A Fotogrametria Métrica ou Analítica é responsável pelas medições precisas e computacionais para determinar as dimensões e formas dos objetos. É utilizada na elaboração de mapas topográficos e planimétricos. A Fotogrametria Interpretativa ocupa-se com a identificação e reconhecimento dos objetos através do processo de Fotointerpretação.

FOTOGRAFIA AÉREA E IMAGEM DE SATÉLITE

No sentido restrito da palavra, a fotografia aérea também é uma imagem, mas como na evolução tecnológica a fotografia surgiu primeiro que a imagem obtida pelos satélites, o termo “fotografia aérea” somente é utilizado quando a captação for feita por uma câmara aérea e o termo “imagem” é mais comumente utilizado quando for obtida por sensor a bordo de satélite.

A imagem de satélite também é conhecida como imagem orbital, pois é obtida por um sensor a bordo de um satélite que está em órbita da Terra. Já a fotografia aérea é uma imagem sub-orbital, uma vez que é obtida por uma câmera aérea a bordo de uma aeronave (geralmente avião) que voa a uma determinada altitude em relação à Terra, mas não em órbita desta.

Você verá mais adiante a fundamentação teórica destes conceitos, pois com relação ao satélite, não existe uma câmera fotográfica para “fotografar” os elementos geográficos, mas sim uma captação de energia eletromagnética que posteriormente poderá ser transformada em “imagem” parecendo uma fotografia, mas que na prática não é.

Então, acostume-se a não utilizar o termo “fotografia de satélite”, pois é inadequado, para não dizer, incorreto.

INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS E FOTointerpretação

A Interpretação de Imagens consiste no método de pesquisa, análise e interpretação de fotografias aéreas, imagens de satélite ou de outros sensores, com o objetivo de reconhecer os objetos geográficos e determinar o seu significado físico, socioeconômico e cultural. Conseqüentemente, os objetos geográficos somente terão validade a partir do momento em que é associado um significado, uma relação espacial.

Quando a interpretação é realizada sobre fotografias aéreas denominados de Fotointerpretação e quando são utilizadas imagens de satélite, radar ou outros sensores, denominados Interpretação de Imagens de Satélite, Interpretação de Imagens de Radar, etc.

Durante o curso você verá que devido às características inerentes à

cada sensor, as técnicas de interpretação de imagens diferem muito das de fotointerpretação.

Considerando a fotografia aérea e imagem de satélite como o registro da paisagem em um determinado momento, elas são únicas, pois no segundo seguinte, a aquisição de outra imagem fotográfica, do mesmo local, estará condicionada as pequenas mudanças ambientais, normalmente não perceptíveis ao olho humano, como luminosidade que varia com a inclinação solar, as sobras das nuvens, etc.

BREVE HISTÓRICO DA FOTOGRAMETRIA E DO SENSORIAMENTO REMOTO

O advento das técnicas fotogramétricas veio amenizar de maneira significativa o árduo e lento trabalho de campo para a confecção de mapas. A construção de mapas demandava observações sistemáticas de campo para localizar e descrever os elementos da paisagem, como também, uma sequência de idas a campo que exigiam longos períodos e custos elevados.

O surgimento da fotografia, em meados do Século XVII, possibilitou registrar instantaneamente as feições da paisagem, e de maneira preliminar, a ser utilizada em levantamentos cartográficos. O uso definitivo para a aquisição de fotografias com o objetivo de conhecer e mapear o espaço geográfico vem obter sucesso com o surgimento do avião por Alberto Santos Dumont. O uso de aeronave na Fotogrametria se desenvolveu como técnica a partir da Primeira e Segunda Guerra Mundial. Após esse período intensificou-se o uso das aerofotografias nas áreas militares, civis e científicas.

No início dos anos 70 surgem os primeiros satélites de observação da Terra, a exemplo do sistema LANDSAT [*Earth Resources Technological Satellite*] desenvolvido pelos Estados Unidos. No início do anos 80 surge na Europa, com sede em Toulouse na França, o sistema SPOT [*Système Probatoire d'Observation de la Terre*]. No momento atual, a oferta de imagens está bastante diversificada com o surgimento de programas espaciais em vários países. No Brasil temos o Programa Sino-Brasileiro responsável pelo lançamento dos satélites CBERS [*Chinese Brazilian Earth Resources Satellite*]

No início dos anos 80 a imagem digital começou a oferecer possibilidades bem maiores que as fotografias analógicas. Aparecem os primeiros softwares [*programas de um sistema computacional*] para tratamento de dados-imagens. Como referência brasileira, surge o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) com a criação do SITIM, primeiro software brasileiro destinado a tratamento digital de imagem, o qual evoluiu para o SPRING [*Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas, software livre disponibilizado gratuitamente através do site www.inpe.br*.]

Atualmente, com a Fotogrametria Digital, os processos fotogramétricos, apoiados em equipamento mecânicos, passam a ser desenvolvidos por técnicas computacionais.

CONCLUSÃO

A Fotogrametria teve seu grande impulso na Segunda Guerra Mundial, tornando-se indispensável para a construção de mapas pela comunidade civil e militar. A crescente evolução e tecnológica viabilizou o uso das fotografias aéreas diminuindo significativamente os levantamentos de campo. Isto não significa que os trabalhos de campo sejam dispensáveis, pelo contrário, a interpretação dos objetos somente terá validade se forem realizadas visitas a campo para confirmação das deduções feitas em laboratório a partir das fotografias e imagens de satélites, sendo essa etapa de confirmação dos resultados denominada de reambulacão. Atualmente a Fotogrametria toma novo impulso com o surgimento da Fotogrametria Digital assistida por computador.

RESUMO

A Fotogrametria é uma ciência instrumental que utiliza fotografias aéreas para obter informações confiáveis dos objetos físicos e do meio ambiente, permitindo a construção de mapas topográficos com o rigor e a precisão científica exigida. As informações obtidas pelo processo de Fotointerpretação constituem-se nas bases temáticas para o planejamento, gestão dos recursos naturais, sistemas urbanos e dinâmica e caracterização da paisagem urbana e rural.



ATIVIDADES

1. Pesquisar na internet ou na bibliografia de apoio, os termos Fotogrametria, Fotogrametria analógica e Fotogrametria digital e Sensoriamento Remoto e comparar as definições obtidas.
2. Apresentar uma síntese dos conceitos obtidos.



COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

No desenvolvimento das atividades é importante que você pesquise o tema, buscando entender e selecionar os conceitos que melhor responda a sua pesquisa.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula nosso foco será as fotografias aéreas, quando então estudaremos as características das fotografias aéreas e como e como elas são adquiridas.



AUTO-AVALIAÇÃO

- Entendi os principais fundamentos da Fotogrametria?
- Comparei Fotogrametria com Sensoriamento Remoto identificando as semelhanças e diferenças?
- Compreendi a evolução histórica dos sensores remotos?

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, José Bittencourt de. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998.
- CENTENO, Jorge Antonio Silva. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens**. Curitiba: Ed. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade do Paraná, 2003.
- LOCH, Carlos; LAPOLLI, Édis Mafra. **Elementos básicos da Fotogrametria e sua utilização prática**. Florianópolis: UFSC, 1998.
- LOCH, Carlos. **A interpretação de imagens aéreas – noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis: UFSC, 2001.
- MARCHETTI, Delmar Antonio Bandeira; GARCIA, Gilberto José. **Princípios de Fotogrametria e Fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, [s.d.].
- ROCHA, César Henrique Barra. **Geoprocessamento – Tecnologia Transdisciplinar**. Petrópolis: SERMOGRAF, 2002.
- SOARES FILHO, Britaldo Silveira. **Interpretação de Imagens da Terra**. Belo Horizonte: Departamento de Cartografia – Centro de Sensoriamento Remoto, 2000.
- TEIXEIRA, Amando Luís de Almeida; CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Sistemas de Informação Geográfica – Dicionário Ilustrado**. São Paulo: HUCITEC, 1997.