

# **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

## FOTOGRAFIAS AÉREAS

### **META**

Apresentar as principais características das fotografias aéreas.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- Entender como são adquiridas as fotografias aéreas
- Reconhecer os tipos de fotografias aéreas
- Reconhecer em uma fotografia aérea os códigos impressos.

### **PRÉ-REQUISITOS**

Dominar o conteúdo da aula 1. Para desenvolver as atividades desta disciplina a partir desta aula, você deverá ter acesso à parte do material didático de Sensoriamento Remoto I, composto de fotografias aéreas analógicas e digitais, que deverá ser disponibilizados pelo Laboratório de seu pólo.

Recomendamos também que cada aluno adquira o seguinte o seguinte material pessoal:

- 5 folhas de papel transparente (manteiga, vegetal ou poliéster) recortadas no tamanho de 23 x 23 cm;
- lapiseira grafite 0,5 mm;
- régua de 30 cm
- caixa de lápis colorido de 24 ou 36 unidades
- fita adesiva do tipo crepe (para não danificar as fotos)

### INTRODUÇÃO

Olá! Esperamos que você tenha aproveitado bastante a primeira aula desta disciplina e esteja motivado para avançar nos estudos. Na primeira aula foram estudados os conceitos principais de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria, assim como a diferença entre estas ciências.

Nesta aula conheceremos com mais detalhes as fotografias aéreas ou aerofotos. Você verá que estas fotografias se baseiam nos princípios que regulam as fotografias comuns, diferenciando-se destas pelas várias modificações técnicas adaptadas as câmaras fotográficas acopladas às aeronaves.

A câmara aérea caracteriza-se pelo formato da película da foto (negativo), pela distância focal e pelo ângulo da objetiva no momento da aquisição da foto. Nas fotografias aéreas a dimensão mais comum do negativo é de 23 x 23 centímetros. A importância do tamanho do negativo reflete em vários fatores, como não acarretar distorções à fotografia, já que a mesma é apresentada em formato analógico com o mesmo tamanho do negativo. Dessa forma, as fotografias aéreas que iremos trabalhar são impressas ou reveladas em papel no tamanho de 23 x 23 centímetros.

Com o avanço da tecnologia, ocorre a substituição gradativa dos processos tradicionais por aerofotos digitais. O registro em película fotográfica é trocado por técnicas computacionais que registram as informações em meio digital. As novas técnicas, além de permitir maiores possibilidades para a impressão da fotografia em escalas diferentes, também permite que as mesmas sejam fotointerpretadas diretamente na tela do computador utilizando software específicos que permitem a visualização tridimensional.

### FOTOGRAFIAS AÉREAS

As fotografias aéreas, também denominadas aerofotos, podem ser classificadas quanto à orientação do eixo da câmara em três diferentes tipos:

- Fotografia aérea vertical
- Fotografia aérea oblíqua alta
- Fotografia aérea oblíqua baixa

As fotografias aéreas verticais são tomadas com eixo ótico coincidindo com a vertical do lugar fotografado. Nas aerofotos verticais o eixo ótico da câmara é mantido, o mais vertical possível. Em função da instabilidade do avião, a condição de verticalidade absoluta nem sempre é conseguida; dessa forma, mesmo quando a aerofoto apresenta uma pequena inclinação, da ordem de 2°, acarreta um erro que pode ser desconsiderado, sendo a foto considerada como vertical. As aerofotos verticais apresentam grande número de detalhes e fornecem uma visão da paisagem mais completa e uniforme.

As aerofotos oblíquas são adquiridas com eixo ótico orientado obliquamente. Os termos “alto” e “baixo” referem-se ao ângulo de inclinação

do eixo ótico da câmara em relação à vertical, não tendo nenhuma relação com a altura do avião. As aerofotos oblíquas altas possuem os mesmo aspectos de uma fotografia panorâmica adquirida do alto de uma elevação. O eixo ótico dessas fotografias é inclinado de modo a aparecer a linha do horizonte aparente ou visível. Na aerofoto oblíqua baixa o eixo ótico da câmara é menos inclinado em relação à vertical do que na aerofoto oblíqua alta, não sendo possível aparecer a linha do horizonte visível. As aerofotos oblíquas foram muito utilizadas durante a Primeira Guerra Mundial, quando a capacidade dos aviões e das câmaras fotográficas era bastante limitada, possibilitando o recobrimento de grandes áreas com poucas fotos.

A Figura 2.1 mostra a relação geométrica entre as aerofotos verticais e aerofotos oblíquas alta e oblíqua baixa.

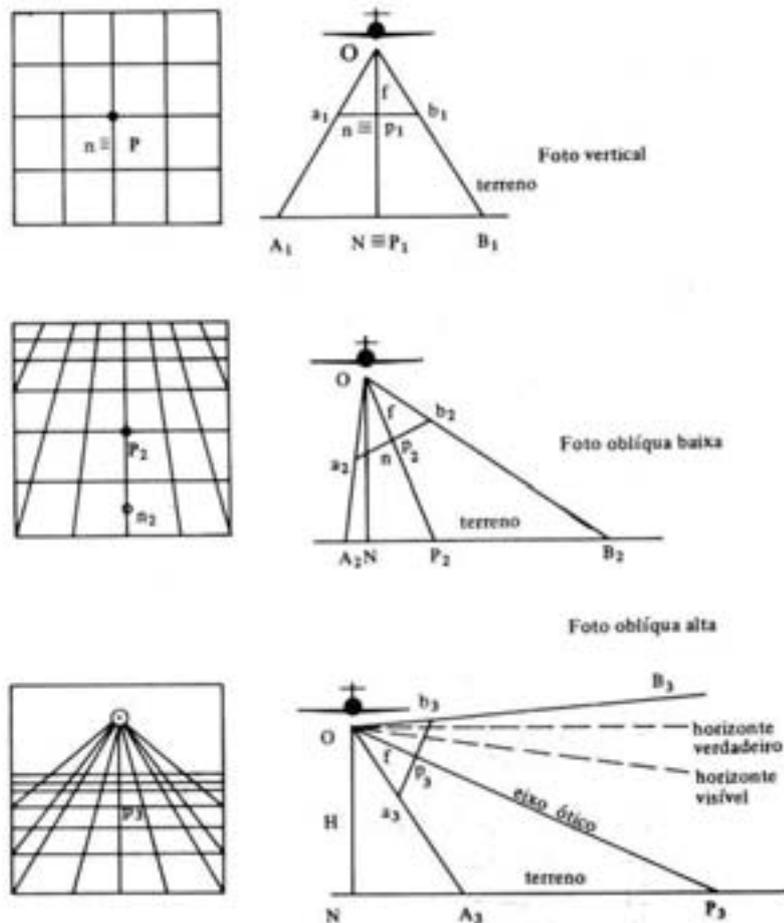


Figura 2.1 - Relações geométricas das fotografias aéreas vertical, oblíqua baixa e oblíqua alta.

Na fotografia aérea vertical de 23 x 23 cm observam-se quatro ou oito marcas fiduciais, também conhecidas como marcas de colimação. Essas marcas são localizadas em cada um dos quatro cantos ou nos centros de cada lado. A interseção das linhas que interligam duas as marcas fiduciais

opostas determina o centro ótico, denominado também ponto principal ou centro da foto que é o ponto exato no terreno para onde o eixo ótico da câmara estava apontando verticalmente durante o momento da tomada da foto (Figura 2.2).

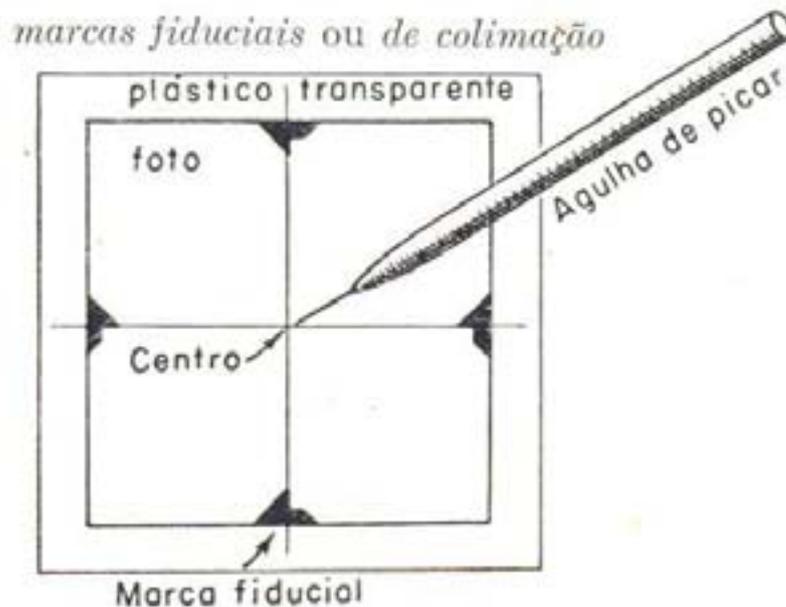


Figura 2.2 - Marcas fiduciais e centro da foto.

As fotografias aéreas podem ser em preto e branco, também denominadas pancromáticas, ou coloridas. Mais adiante você verá que mesmo em fotos que não são coloridas é possível realizar a fotointerpretação com bastante confiabilidade, sendo que a depender do elemento geográfico, a análise dos tons de cinza em uma foto pancromática torna-se até melhor do que uma colorida.

## VÔO FOTOGRAMÉTRICO

O planejamento da cobertura aerofotogramétrica vertical de uma área exige que seja inicialmente fixada a escala das aerofotos, local em que será executada a cobertura fotográfica, linha de vôo, condições atmosféricas, altitude de vôo e pontos de controle (latitude, longitude e altitude). A escala das fotos são determinadas em função da escala do mapeamento a ser executado, sendo em média 5 vezes menor para mapeamentos em escala grande e 3 vezes para os mapeamentos em escala média. Como exemplo: para um mapeamento na escala 1:1.000 o voo é executado na escala 1:5.000 geralmente. Já para a escala 1:10.000 executa-se o voo na escala 1:25.000 ou 1:30.000.

Visando obter áreas fotografadas de pontos de vista diferentes, condição necessária para a visão tridimensional (estereoscopia), o voo é planejado

de forma que as fotos tenham então áreas comuns. Esta área comum às fotos é denominada sobreposição, superposição ou recobrimento. Para duas fotos consecutivas de uma mesma faixa a área comum é denominada de sobreposição longitudinal, devendo apresentar um recobrimento de 60%. Outra condição que deve ser respeitada é o sobreposição lateral de 30% entre duas faixas contíguas. O recobrimento lateral tem com meta assegurar a conexão entre fotos adjacentes das duas faixas. A Figura 2.3 mostra esquematicamente as várias linhas de vôo seguidas pela aeronave para a cobertura completa de uma determinada área a ser fotografada.

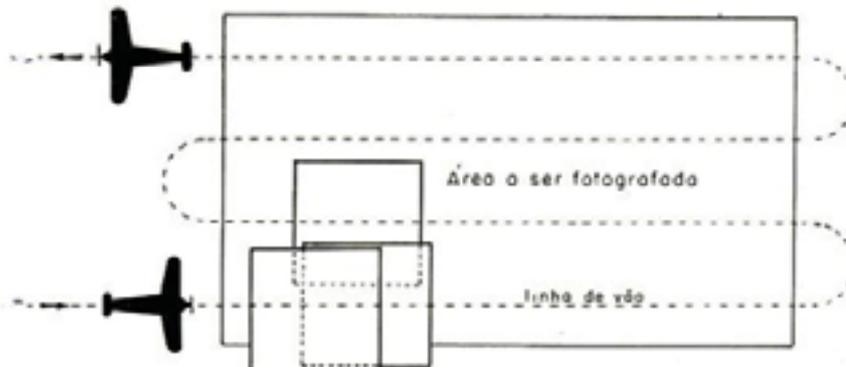


Figura 2.3 - Linhas de vôo seguidas pelo avião no recobrimento aerofotogramétrico de uma área.

As Figuras 2.4 e 2.5 mostram as relações geométricas existentes entre duas fotografias aéreas verticais consecutivas de uma mesma faixa e entre faixas. Essas relações podem ser observadas através da fotobase, aerobase, distância focal, altura de vôo, superposição longitudinal e superposição lateral, discriminados a seguir:

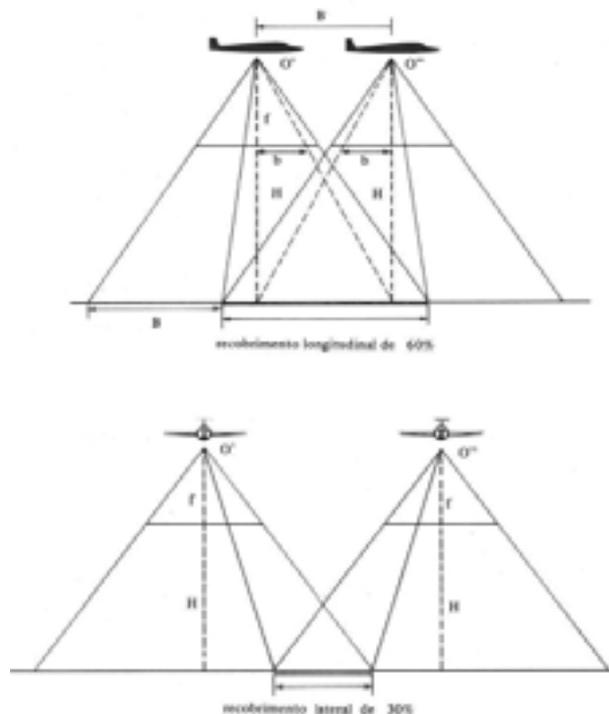


Figura 2.4 - Geometria e superposição de duas fotografias aéreas verticais.

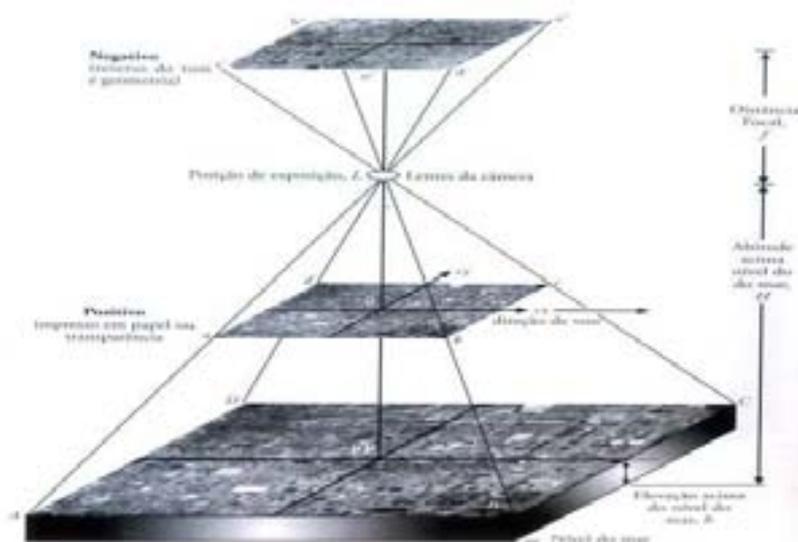


Figura 2.5 - Geometria de uma fotografia aérea vertical.

Fotobase (b): linha formada pela ligação dos pontos principais de duas fotos de uma mesma faixa. É uma distância relativa, considerada a redução devido à escala de vôo. É medida normalmente em milímetros.

Aerobase (B): distância absoluta e real entre estações de tomada ou de exposição de fotografias aéreas. É medida em metros ou quilômetros.

Distância Focal (f): 1) denominação geral da distância entre o centro, vértice, ou nodo anterior de uma lente (ou o vértice de um espelho) e o ponto em que a imagem de um objeto infinitamente distante entra em foco máximo; 2) distância entre o plano focal (filme ou negativo) e o centro ótico ou geométrico de uma câmara fotográfica.

Altura de Vôo (h): distância vertical acima de um determinado plano de referência (nível médio do terreno), de uma aeronave em vôo. Acrescendo a altitude do nível médio do terreno à altura de voo, temos a Altitude de Voo (H) que deve ser registrada no altímetro da aeronave. Quando o mapeamento é próximo ao nível do mar, a altura e a altitude são as mesmas.

Superposição Longitudinal: a parte coberta ou repetida (superposta) em cada fotografia aérea na linha ou direção de vôo.

Superposição Lateral: a parte coberta ou repetida (superposta) de uma fotografia aérea em relação à adjacente, mas de outra faixa de vôo.

## CÂMERAS AÉREAS E ESCALAS

As câmeras aéreas podem ser classificadas segundo as características da câmara, especialmente segundo a distância focal, a qual influi no ângulo da imagem recebida no negativo.

Quando as fotografias de tamanhos padronizados são tomadas a uma altura de vôo constante, mas com câmaras aéreas de distâncias focais dife-

rentes, as escalas das imagens também são diferentes. Considerando que o tamanho do filme é o mesmo (geralmente 23 x 23 cm), a escala aumenta ou diminui em relação à distância focal da câmara. Nestas últimas décadas, a câmara fotográfica mais usada tem sido a grande-angular, que tem uma distância focal de 6 polegadas, ou seja, 152 milímetros e um campo visual de 90 graus. A câmara super-grande-angular tem um campo visual de 120 graus e uma distância focal de 90 milímetros. A câmara normal possui um campo visual de 60 graus e uma distância focal de 210 milímetros.

Os valores anteriormente apresentados para as distâncias focais são teóricos. Cada câmara precisa ter sua distância focal calibrada para o momento da exposição. Por isso, é comum encontrarmos num mesmo vôo, distâncias focais diferentes para uma mesma escala. Estas diferenças são desprezíveis para o uso em Fotointerpretação.

## FOTOÍNDICE E MOSAICO

O Fotoíndice é uma espécie de mosaico, no qual o recobrimento longitudinal e o lateral das fotografias estão sobrepostos e o resultado é fotografado. As margens e os números das fotografias são visíveis, permitindo a identificação daquelas fotografias que recobrem a área de interesse (Figura 2.6).



Figura 2.6 -Fotoíndice indicando as faixas (FX) e os números das aerofotos.

O Mosaico (Figura 2.7) é um produto gerado a partir de imagens recortadas e montadas de maneira que o conjunto assemelhe-se a uma única imagem. O mosaico pode ser controlado ou não-controlado. No mosaico controlado a montagem é feita com controle por coordenadas geográficas sendo a escala mais próxima da real e no mosaico não controlado a montagem é simples de imagens sem indicação das coordenadas da área sendo o produto final mais distorcido.



Figura 2.7 - Mosaicos controlados.

## CONCLUSÃO

Com o emprego das Geotecnologias [Conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica.] cada vez mais presentes no dia a dia dos profissionais da Geografia, as fotografias aéreas e as imagens de satélites tornam-se indispensáveis para se compreender e mensurar os recursos naturais da Terra.

Nesse sentido, o entendimento da geometria e das características das fotografias aéreas utilizadas para o estudo da paisagem é determinante para que possamos aplicar adequadamente as técnicas de fotointerpretação na construção de mapas.

## RESUMO

Nesta aula aprendemos a identificar em uma fotografia aérea as suas principais características como marcas fiduciais e centro da foto. Aprendemos também, a importância do plano de voo para a aquisição das fotografias aéreas pelas aeronaves, as principais características geométricas e como identificar as fotografias utilizando o foto-índice.

## ATIVIDADES

1. Supondo que você pretende confeccionar o mapa temático de Uso da Terra do povoado Atalaia Nova. Ao chegar ao órgão responsável pelas fotografias aéreas, o técnico responsável pelas fotografias aéreas, demanda quais fotos você irá precisar. Com base no mapa-índice referente ao levantamento aerofotogramétrico realizado pelo Governo do Estado de Sergipe em 2003 (Figura 2.6), informe ao técnico responsável quais fotografias aéreas serão solicitadas.
2. Em um levantamento aerofotogramétrico vertical destinado à análise da paisagem, as fotos devem ser adquiridas com recobrimento lateral e longitudinal. Quais as porcentagens desses recobrimentos?
3. Com base nas marcas fiduciais ou de colimação determine o centro da foto da Figura 2.8 a seguir.

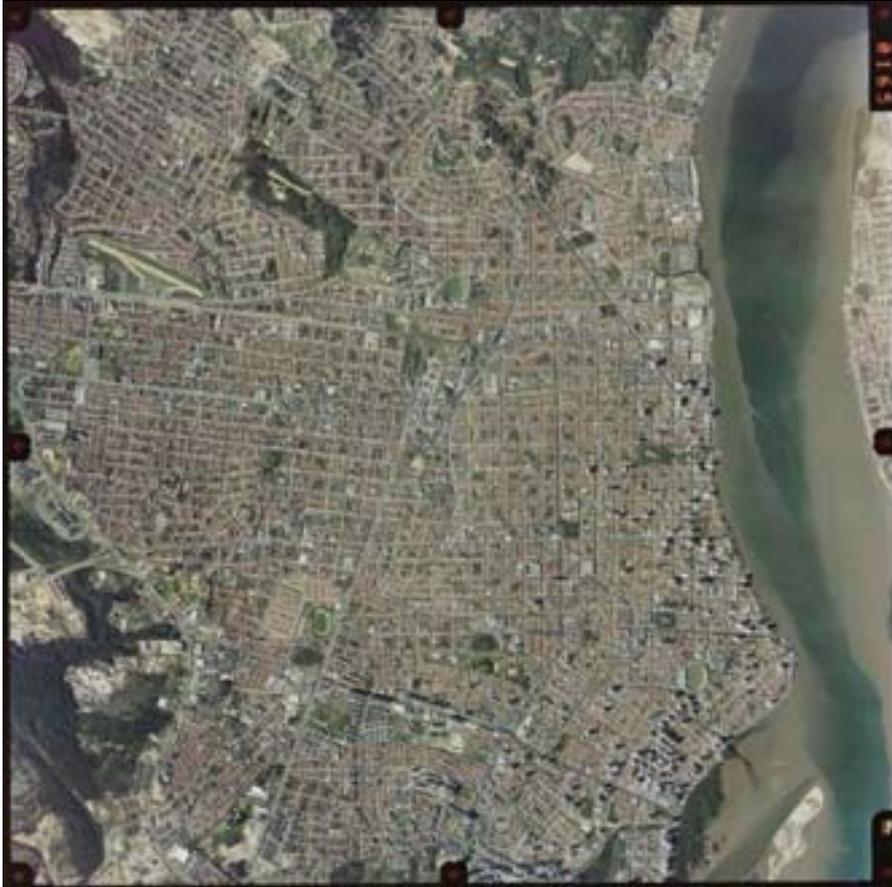


Figura 2.8 - Redução de uma fotografia originalmente na escala 1:25.000 de 2003 abrangendo parte do município de Aracaju e Barra dos Coqueiros – SE.

4. Supondo que a UFS tenha contratado um vôo fotogramétrico na escala 1 :25.000 do Estado de Sergipe, utilizando três tipos de câmaras indicados acima, calcular quais seriam as áreas abrangidas por cada fotografia com quadro 23 x 23 cm. Calcular segundo os dois métodos indicados em aula. Apresentar os resultados em km<sup>2</sup> e hectares.
5. Considerando as características do vôo fotogramétrico, calcular quais seriam as áreas de superposição longitudinal e lateral exigidas, em % e km<sup>2</sup>.
6. Comentar o que ocorre com a altura de vôo no exercício 1, inclusive com valores numéricos para cada tipo de câmara.

### COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Para o geógrafo o uso de fotografias aéreas é de extrema importância para dinâmica e análise de paisagem e para tanto, você deve saber como localizar as fotografias no fotoíndice. Também é fundamental que você verifique e entenda a importância dos recobrimentos lateral e longitudinal, além das escalas das fotos em função das câmeras e da altura de voo.



### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos aprender a visualizar fotos aéreas em 3 dimensões (3D) através de um par estereoscópico.



### AUTO-AVALIAÇÃO

- Entendi como são adquiridas as fotografias aéreas?
- Consegui reconhecer como os tipos de fotografias aéreas?
- Consegui reconhecer em uma fotografia aérea os códigos impressos como marcas fiduciais, número da foto, etc.?

### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, José Bittencourt. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998, 258p.
- CENTENO, J.A.S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Curitiba: Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2003
- CHUVIECO, E. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. Madrid: Rialp, S.A. 1990
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- KUX, H; BLASCHKE, T. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores e Métodos Inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005
- LOCH, Carlos, LAPOLLI, Édis Mafra. **Elementos Básicos da Fotogrametria e sua Utilização Prática**. Florianópolis: UFSC, 1998, 104p.
- LOCH, Carlos. **A interpretação de Imagens Aéreas – Noções Básicas e Algumas Aplicações nos Campos Profissionais**. Florianópolis: UFSC, 2001, 118p.
- MARCHETTI, Delmar Antonio Bandeira; GARCIA, Gilberto José. **Princípios de Fotogrametria e Fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, [s.d.].
- MENESES, P.R.; NETTO, J.S.M. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais**. Brasília: UNB, 2001
- PONZONI, F.G.; SHIMABUKURU, Y.E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007.
- ROCHA, César Henrique Barra. **Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar**, Cap.6. Petrópolis: SERMOGRAF, 2002, 220p.

SEPLANTEC/SE. Fotografias aéreas – escala 1:25.000, 2003

SOARES FILHO, Britaldo Silveira. **Interpretação de Imagens da Terra**. Belo Horizonte: Departamento de Cartografia – Centro de Sensoriamento Remoto, 2000, 17p.

TEIXEIRA Amando Luís de Almeida, CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Sistemas de Informação Geográfica – Dicionário Ilustrado**. São Paulo: HUCITEC, 1997, 244p.

## REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

Figura 2.1 – Fonte: MARCHETTI, [s.d.]

Figura 2.3 – Fonte: MARCHETTI, [s.d.]

Figura 2.4 – Fonte: MARCHETTI, [s.d.]

Figura 2.5 – Fonte: JENSEN, J. R., 2009.

Figura 2.6 – Fonte: SEPLANTEC, 2003.

Figura 2.8 – Fonte: SELANTEC, 2003.