

FOTOINTERPRETAÇÃO

programa de treinamento

projeto
sistema cartográfico metropolitano

emplasa

PROGRAMA DO CURSO DE FOTOINTERPRETAÇÃO

I - NOÇÕES BÁSICAS SOBRE FOTOS AÉREAS E SUA UTILIZAÇÃO

1. As câmaras aerofotográficas e suas características.
2. Fotografias aéreas - Tipos e Características.
 - 2.1. Tipos de fotos
 - 2.2. Fotos aéreas verticais e suas características técnicas
3. As películas fotográficas utilizadas nas aerofotos e as diferentes imagens resultantes da mudança de sensibilidade da emulsão.
 - 3.1. Películas pancromáticas
 - 3.2. Películas infravermelhas
 - 3.3. Películas coloridas
 - 3.4. Películas espectrozonais
 - 3.5. Películas de falsa cor
4. Os vôos fotogramétricos e suas características.
5. Os documentos aerofotográficos.
 - 5.1. As fotos aéreas verticais e suas propriedades métricas
 - 5.2. Os mosaicos fotográficos e seus tipos
 - 5.3. Mapa-Índice e Foto-Índice
6. A visão estereoscópica.
 - 6.1. O estereomodelo
 - 6.2. A visão binocular normal
 - 6.3. Reconstrução artificial das condições de percepção de profundidade
 - 6.4. Tipos de estereoscópios
 - 6.5. O "estereomodelo" e suas deformações
7. A montagem do "estereopar", do "triplet-estereo" e as noções básicas sobre a confecção dos documentos cartográficos -

cos planimétricos e altimétricos a partir de fotos verticais.

7.1. A montagem do estereopar e do triplet-estereo

7.2. A confecção de documentos planimétricos a partir das fotos aéreas verticais

7.3. A confecção de documentos altimétricos a partir das fotos aéreas

8. Os cuidados na manipulação e arquivamento dos documentos fotográficos.

II - FOTOINTERPRETAÇÃO: ELEMENTOS

1. As fases da fotointerpretação.

1.1. A foto análise

1.2. A comprovação de campo

1.3. A foto-leitura

1.4. A escolha do documento acrofotográfico adequado ao trabalho

2. A Fotointerpretação: Generalidades (conceituação e considerações sobre sua utilização).

3. Os elementos de interpretação das imagens: Os fatores e as chaves da interpretação.

3.1. Tom fotográfico e cor fotográfica

3.2. Textura

3.3. Tamanho

3.4. Relação com aspectos associados (ou correlação dos fenômenos fotografados)

3.5. Forma

3.6. Localização e distribuição espacial dos objetos fotografados

3.7. As chaves da identificação

4. A elaboração do "Overlay".
 - 4.1. A classificação dos fatos para a análise da imagem fotográfica: lineares, pontuais, e areolares.
 - 4.2. A seleção dos fatos a interpretar de acordo com o objetivo do trabalho
 - 4.3. A definição da legenda
5. A classificação dos tipos de uso do solo e a definição das legendas
 - 5.1. Classificação do Uso do Solo Urbano
 - 5.2. Classificação do Uso do Solo Agrário
 - 5.3. A elaboração da ficha de fotointerpretação
6. Os tipos de escala fotográfica e os recursos que oferecem à fotointerpretação.

I - NOÇÕES BÁSICAS SOBRE FOTOS AÉREAS E SUA UTILIZAÇÃO

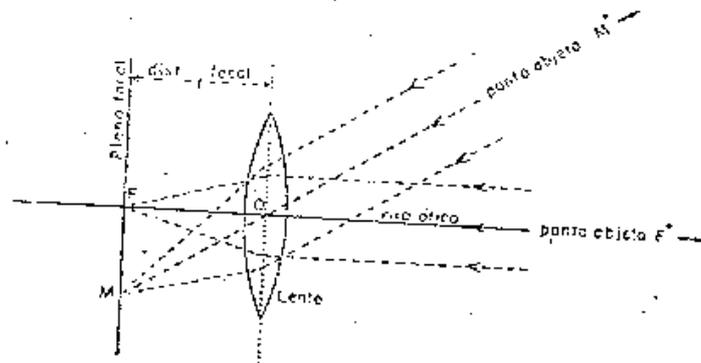
1 - CÂMARAS AEROFOTOGRAFÉTRICAS

O funcionamento dessas câmaras baseia-se nos mesmos princípios das câmaras comuns, mas distingue-se dessas por certas adaptações técnicas. Assim possuem maior capacidade de filme e o formato de cada foto é bem maior que o normal. Além disso essas câmaras são dotadas de muitos dispositivos adicionais, entre os quais temos um "mecanismo de suspensão" pelo qual a câmara é montada no avião e tem por função amortizar as vibrações do aparelho; é também, frequentemente, dotada de um movimento cardânico que junto a um nível de bolha, permite ao operador manter a orientação da câmara em uma posição relativamente correta. O "intervalômetro ou regulador de recobrimento", permite tirar automaticamente fotos sucessivas a intervalos pré-determinados. É dotado de um visor por meio do qual o operador pode observar a exata área coberta por cada fotografia e estabelecer assim o intervalo de tempo correto entre as sucessivas exposições, além de poder orientar corretamente a câmara em relação à linha de voo.

O "Estatoscôpio" é um altímetro diferencial que permite registrar pequenas variações de altura do voo do avião entre as diferentes posições de tomada das fotografias chamadas de estações. Finalmente "filtros coloridos" são colocados nas objetivas para evitar a influência dos raios azuis da atmosfera, e também para compensar a névoa sempre presente, em maior, ou menor densidade.

A objetiva fotográfica é a parte mais delicada de toda a máquina.

Se considerarmos um feixe de raios paralelos que incidem na lente paralelamente ao eixo ótico principal, estes depois de terem atravessado a lente, convergem todos em um mesmo ponto F do eixo principal que toma o nome de foco principal, enquanto o segmento OF chama-se distância focal ou comprimento focal da lente; enfim, o plano perpendicular ao eixo ótico que passa por F se diz



"PLANO FOCAL" e é o local de convergência dos feixes de raios paralelos que chegam até a lente. Essas câmaras são construídas para fotografar objetos a longas distâncias, podemos considerar que os raios de luz que provêm de cada ponto de um objeto, são praticamente paralelos.

Uma câmara fotográfica é caracterizada pela dimensão do quadro focal, pela distância focal de sua objetiva e pelo ÂNGULO DE CAMPO desta objetiva;

ÂNGULO DE CAMPO - é o ângulo com vértice no centro ótico da objetiva, cuja abertura envolve o campo quadrado (ou retangular) da fotografia ou do correspondente terreno fotografado.

Para as câmaras aerofotográficas as dimensões mais comuns dos negativos são: 23cm X 23cm (9 pol. X 9 pol.) e 18cm X 18cm (7 pol. X 7 pol.).

Com relação à abertura angular (ângulo de campo) temos câmaras de ângulo normal, (entre 50 e 75 graus), grande-angulares (75 a 100 graus) e super-grande-angulares (superior a 100 graus).

As distâncias focais evidentemente variam das câmaras de ângulo normal para as super-grande-angulares. Nas primeiras ficam por volta de 300mm (12 pol.) e nas super-grande-angulares em torno de 85mm.

As câmaras mais usadas atualmente em serviços aerofotogramétricos são as grande-angulares com distância focal por volta de 150mm.

As super-grande-angulares caracterizando-se por grande abertura do ângulo de campo, abrange maior área de terreno por foto (com relação à foto de mesma escala tirada com câmara grande-angular ou de ângulo normal), o que permite maior rendimento aos trabalhos. Para obtenção de fotos com menor índice de distorção (para mapas cadastrais p/exemplo), as câmaras de ângulo normal, com menor abertura de campo, são mais indicadas.

Como exemplo de câmara de ângulo normal podemos citar a Zeiss RMK A 21/23 com abertura angular de 75 graus, e objetiva Toparcom com distância focal de 210mm. Como grande-angular, temos a Zeiss RMK que opera com objetiva "Aviogon Universal", com distância focal de 152mm e abertura de campo de 90 graus. A super-grande-angular, Zeiss RC 10, é equipada com objetiva super Ovigon II, distância focal de 88,5mm e abertura de ângulo de 120 graus.

2 - TIPOS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

2.1 - TIPOS DE FOTOS AÉREAS

As fotografias aéreas podem ser classificadas em três diferentes tipos, de acordo com a inclinação em relação à vertical do eixo ótico da câmara com que elas foram tiradas. Os três tipos são:

- 1) Fotos Oblíquas Altas.
- 2) Fotos Oblíquas Baixas.
- 3) Fotos Verticais.

As fotos oblíquas altas e baixas são tomadas com o eixo ótico intencionalmente orientado obliquamente; os termos "altas" e "baixas" não se referem à elevação do avião sobre o terreno mas sim ao ângulo de inclinação do eixo ótico da câmara em relação à vertical. Nas fotos verticais, ao contrário, o eixo ótico, é perpendicular

verticalmente para baixo.

Nas fotos OBLÍQUAS ALTAS, o eixo ótico é inclinado de modo tal que nessas fotos aparece A LINHA DO HORIZONTE APARENTE OU VISÍVEL. Essa foto tem o mesmo aspecto de uma foto panorâmica tomada do alto de uma elevação. Essas fotos eram usadas durante a primeira Guerra Mundial, quando a capacidade dos aviões e das câmeras eram limitadas. Com um pequeno número dessas fotos é possível recobrir extensões muito grandes de terreno.

Nas fotos OBLÍQUAS BAIXAS, sendo o eixo ótico da câmara menos inclinado em relação à vertical do que oblíquas altas, a LINHA DO HORIZONTE VISÍVEL não aparece; quanto ao resto, apresentam as mesmas características destas. O terreno abrangido será menor, assim como as variações de escala.

Nas fotos verticais procura-se manter o eixo ótico da câmara dirigido, o mais possível na vertical. Devido à instabilidade do avião as condições de verticalidade dificilmente ocorrem. Portanto, mesmo quando existe pequena inclinação considera-se a foto vertical.

Em uma foto vertical, as definições das imagens são, geralmente, uniformes para a área interna e, se o terreno fotografado é mais ou menos plano, a escala se mantém praticamente constante em todos os pontos.

Essas fotos tem aspecto de um mapa ilustrado, apresentam grande número de detalhes e fornecem uma visão do terreno, a mais completa e uniforme possível. Entretanto, ela se apresenta numa perspectiva não familiar e de mais difícil compreensão do que as fotos oblíquas.

2.2 - FOTOS AÉREAS VERTICAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

DISTÂNCIA FOCAL, ALTURA RELATIVA DE VÔO E ESCALA FOTOGRÁFICA.

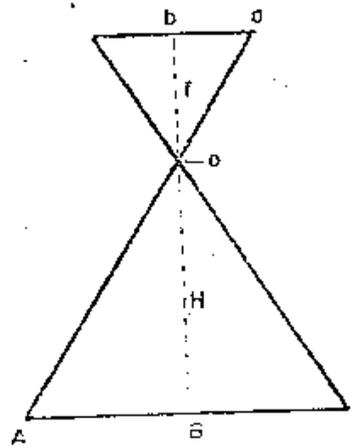
Consideremos uma foto aérea vertical tirada com câmara de distância focal (f) e de uma altura de vôo sobre o terreno (H) e vamos ponhamos que sejam verificadas as condições ideais:

- 1) Eixo ótico da câmara perfeitamente vertical.
- 2) Terreno fotografado perfeitamente plano e horizontal.

OBS.: H = Altura relativa de vôo. ($H=A - Q$ (onde A é a altitude, isto é, a altura do avião acima do nível do mar e Q é a altitude do terreno)).

Nesse caso observaremos o seguinte:

Tomando-se o segmento objeto AB no terreno fotografado e a imagem desse, (segmento ab na fotografia) e com H (altura de vôo), linha que vai do centro ótico (o) até o ponto do terreno, e, f (distância focal) que vai do centro ótico ao centro da chapa, pode-se traçar dois triângulos OAB e oab . Os mesmos são semelhantes, pois possuem os ângulos correspondentes iguais.



Essas relações permitem que consideremos:

$$\frac{ab}{AB} = \frac{f}{H}$$

Sendo $\frac{ab}{AB}$ a relação que define a escala da foto, da expressão acima conclui-se que $\frac{f}{H}$ também a representa. Ex: Com uma câmara com focal (f) igual a 150mm e na altura de vôo (H) de 3.000m teremos a escala (Sf) 1:20.000.

Assim:

$$\frac{f}{H} = \frac{1}{M} \quad \text{onde: } f = \text{distância focal.}$$

H = altura de vôo (altura média de vôo).
M = denominador da escala.

$$\frac{\frac{f}{H}}{\frac{f}{f}} = \frac{1}{M} \quad \dots \quad \frac{1}{H/f} = \frac{1}{M}$$

$$\frac{1}{\frac{3.000}{150 \times 10^{-3}}} = \frac{1}{M} \quad \dots \quad \frac{1}{\frac{3.000 \times 10^3}{150}} = \frac{1}{M}$$

$$\frac{1}{20 \times 10^3} = \frac{1}{M} \quad \dots \quad \frac{1}{20.000} = \frac{1}{M}$$

Assim conclui-se que ao aumentar a altura de vôo (H), isto é, se o avião voar mais alto, as fotos tiradas terão escala menor que as obtidas em vôo de menor altura, desde que seja mantida a mesma câmara, sendo constante a focal. Por outro lado para uma mesma altura de vôo (H), câmaras com lentes de longa distância focal tiram fotos com escalas maiores do que as obtidas em curtas distâncias focais.

Enquanto que a distância focal (f) das fotos pode ser conhecida com grande exatidão, sendo registrada automaticamente nas margens das fotos modernas na ocasião da exposição, a altura relativa de vôo (H) só pode ser conhecida de uma maneira aproximada por causa das imprecisões do altímetro de bordo, e da falta de conhecimento preciso da altitude do terreno fotografado. Assim, devido a isso a escala fotográfica obtida deverá sempre ser considerada APROXIMADA.

Quando o terreno é muito movimentado, a fórmula acima só poderá determinar uma altura média de vôo (H), ou seja, a altura sobre um plano horizontal (datum) cuja altitude é a altitude média do terreno fotografado.

Em quase todas as operações com fotos aéreas, inicialmente marca-se o centro das fotos. A fim de que ele possa ser fácil e exatamente localizado, todas as fotografias aéreas apresentam quatro marcas colocadas no centro de cada um dos lados; são as MARCAS FIDUCIAIS ou de COLIMAÇÃO. As marcas de colimação são registradas automaticamente no negativo no momento da exposição por meio de presilhas opacas que se ajustam ao se enquadrar o negativo no plano focal da câmara fotográfica.

Toda foto aérea traz registrado em sua margem superior, a escala e um número referente a sua posição na faixa de vôo. A posição desse número na fotografia não indica necessariamente a direção Norte da mesma, pois, isto depende do plano de vôo se é Norte-Sul ou Leste-Oeste.

As fotos atualmente costumam trazer o registro de altura de vôo e a data de tomada da mesma. As mais aperfeiçoadas podem conter a hora exata da tomada da foto (registrada automaticamente no negativo) e um nível de bolha que indica a posição do avião, inclinações da câmara no momento da tomada de vista.

3 - AS PELÍCULAS FOTOGRAFICAS UTILIZADAS NELS AEROFOTOS E AS DIFERENTES IMAGENS RESULTANTES DA MUDANÇA DE SENSIBILIDADE DE EMULSÃO.

3.1 - PELÍCULAS PANCRÔMÁTICAS:

São as que resultam em fotos pretas brancas e nos diferentes tons de cinza. São as mais usadas. São sensíveis a praticamente todas as radiações do espectro visível, isto é, entre 4.000 e 7.000 Å (Angstrom = 10^{-10} m).

Geralmente são usadas com filtro amarelo que tem a propriedade de absorver uma parte das radiações azuis. A névoa atmosférica é rica em radiações azuis. O uso de tal filtro (amarelo-laranja) é um meio de eliminar e obter imagens claras de paisagens distantes.

3.2 - PELÍCULAS INFRA-VERMELHAS:

Elas dão igualmente fotos pretas e brancas, onde as cores da paisagem não são traduzidas nos mesmos tons de cinza que nas Pancromáticas e certos detalhes insensíveis aos olhos podem ser revelados.

Com efeito elas são particularmente sensíveis às radiações azuis e aquelas que são compreendidas entre 7.000 e 9.000 Å, isto é, a região vizinha do vermelho visível: a imediata infra-vermelha. São utilizadas geralmente na eliminação de radiações azuis, isto é, intercalando-se um filtro amarelo opaco, que barra as radiações inferiores a 5.000 Å, ou mesmo um vermelho que barra a 6.000 Å.

Suas vantagens são as seguintes:

- O IR (*) elimina especialmente o efeito de partículas carregadas de água que constituem as brumas das regiões tropicais e inter-tropicais;

- O IR é sensível ao poder refletor da clorofila e de certos pigmentos vegetais. Pode-se distinguir uma pradaria com assimilação clorofiliana ativa, da erva ceifada, do feno, dos cogumelos e líquens que não a assimilam, além de galhos cortados para camuflagens na guerra, etc.;

- O IR é sensível às radiações infra-vermelhas pelos corpos aquecidos. Pode desvendar por exemplo, caminhões em baixo de árvores onde o motor está ainda quente ou os tanques.

(*) - IR = INFRA-RED

- O IR traduz a água por um negro intenso pois ele é absorvido pela água e por certos elementos finos. Podemos assim delimitar claramente a linha de contato entre a água de um rio e sua margem ou contorno de um alagadiço mesmo coberto de vegetação higrófila.

3.3 - PELÍCULAS PARA CORES COM TRÊS CAMADAS SENSÍVEIS

As emulsões de filmes coloridos são dispostas em três camadas superpostas concebidas para serem sensíveis às três cores primárias onde a combinação permite reconstruir todas as cores visíveis. Uma dessas camadas contém um corante que absorve os vermelhos, o Cienã; um outro corante que absorve os verdes, o Magenta e a terceira camada um corante que absorve os azuis.

Essas películas com três camadas têm o inconveniente de dar detalhes bem menos claros que a Pancromática comum.

3.4 - PELÍCULAS ESPECTROZONAIS (SN 2) :

Trata-se aqui de uma película adotada na URSS e onde elas são bastante usuais. Trata-se de filmes com duas camadas sensíveis somente, que atingem sua máxima sensibilidade nos vermelhos e amarelos não registrando azuis. Utilizam-nas sobretudo em casos de regiões onde o solo é coberto de uma vegetação que impede a observação: sob as folhagens das grandes árvores, o chão sob a mata aparece claramente contrastado. Esses filmes são indicados sobretudo para estudos de solos.

3.5 - PELÍCULAS "FALSA COR" :

Para atender às necessidades dos reconhecimentos militares, ou para outros fins específicos, podem ser utilizadas películas com uma camada sensível que registra uma só cor: o vermelho, o amarelo ou o azul; obtêm-se assim uma seleção cromática da pel-

sagem.

Todos os procedimentos que procuram selecionar certos elementos da paisagem e evitam dar uma imagem como aquela que o olho normal recebe, se denominam "sistema de falsa cor". Todos buscam aumentar os contrastes, fazer aparecer as maiores diferenciações possíveis.

Foi usado anteriormente para funções militares como por exemplo, acusar as camuflagens feitas com galhos cortados e objetos pintados de verde. Para esse fim surge em 1942 o filme "KODAK..... EKTACHROME AERO FILM-CAMUFLAGE DETECTION".

Atualmente esta película está melhorada. Ela é três vezes mais rápida do que a anterior e permite uma redução no tempo de exposição, o que dá como resultado imagens muito mais claras. Essa nova versão se chama "Kodak Ektachrome Infra-Red Aerofilm (Process B 1)". Ela oferece interessantes possibilidades de identificação de espécies vegetais em economia florestal e agrícola. Boas interpretações de utilização do solo podem ser obtidas a partir de fotos "em falsa cor".

4 - OS VÔOS FOTOGRAFICOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

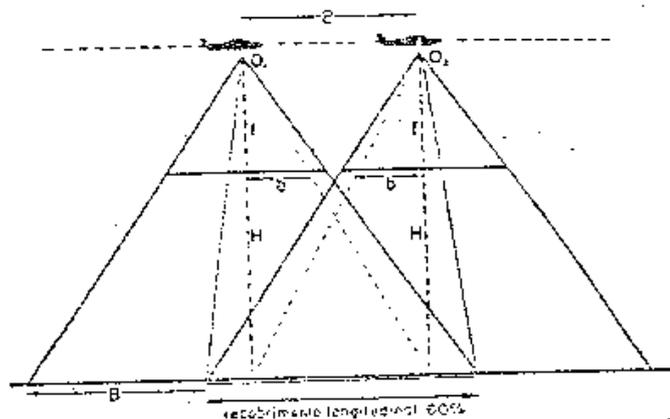
Quando se planeja a cobertura fotográfica de uma área, e de acordo com a finalidade do projeto, é necessário que se defina primeiramente a escala e as outras características das fotos. A partir disso, se fará a escolha do filme, filtros, câmaras e outros equipamentos acessórios.

Em função da área a ser voada, deve-se planejar o voo estabelecendo-se a linha de voo, a fim de efetuar cobertura mais completa e racional da citada área. Durante o voo fotográfico o avião segue em determinado sentido, voltando-se depois segundo linhas pré-determinadas (geralmente em direção E - W ou N - S) paralelas entre si e igualmente espaçadas. Essas linhas são denominadas faixas de fotos.

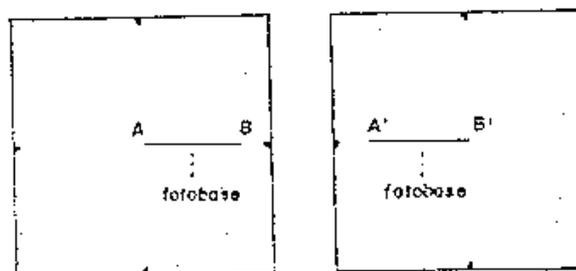
Para cada faixa, as fotos devem ser tomadas com uma frequência

tal que uma mesma porção de terreno apareça em duas fotos consecutivas; trata-se de condição imprescindível para a visão estereoscópica

A área de cobertura comum a duas fotos denomina-se área de RECOBRIMENTO LONGITUDINAL ou SUPERPOSIÇÃO LONGITUDINAL. Abrange normalmente 60% da foto.



A distância E percorrida pelo avião entre duas sucessivas estações de exposição é chamada AEROBASE e a correspondente distância (b), sobre cada uma das fotos, é chamada FOTOBASE. Esta é representada na foto com a imagem do centro da outra foto transportada para a primeira chamado centro transferido; realmente, devido ao recobrimento de 60%, o NADIR* das duas fotos está incluído em área de recobrimento e aparece portanto em ambas.



*NADIR - Ponto do terreno verticalmente abaixo do centro de perspectiva da câmara no momento da tomada da foto

Durante um voo fotográfico normal as faixas contíguas de fotos devem ter uma certa área de superposição a fim de assegurar, seja a completa cobertura do terreno, ou a conexão entre fotos adjacentes das duas faixas. Tal área comum se diz área de RECUBRIMENTO ou SUPERPOSIÇÃO LATERAL e normalmente é de cerca de 30%.

Na prática dificilmente se consegue manter a linha de voo perfeitamente retilínea. As causas do desvio dessas linhas predeterminadas são a atuação de vento contra o flanco do avião e a dificuldade de um perfeito controle do avião pelo piloto. Assim, as linhas que representam em uma foto as FOTOBASES, relativas à foto anterior, e à seguinte não são paralelas aos lados (das fotos) e nem estão dispostas em uma mesma reta.

5 - OS DOCUMENTOS AEROFOTOGRAFICOS

5.1 - AS FOTOS AÉREAS VERTICAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS.

As fotos aéreas qualitativamente podem ser consideradas análogas às cartas temáticas. Entretanto em termos quantitativos guardam uma diferença básica: uma carta é uma projeção cilíndrica da superfície do terreno a uma determinada escala na qual todo detalhe é representado como se fosse visto verticalmente. Por outro lado uma foto aérea vertical é uma projeção cônica, o centro ótico da objetiva fotográfica é o ponto de vista ou centro da perspectiva, o negativo fotográfico é o plano de projeção e o ponto central da foto é o centro da projeção.

É essencial que o fotointérprete saiba, que uma foto aérea é uma perspectiva e que não pode ser vista (em termos métricos) como uma carta.

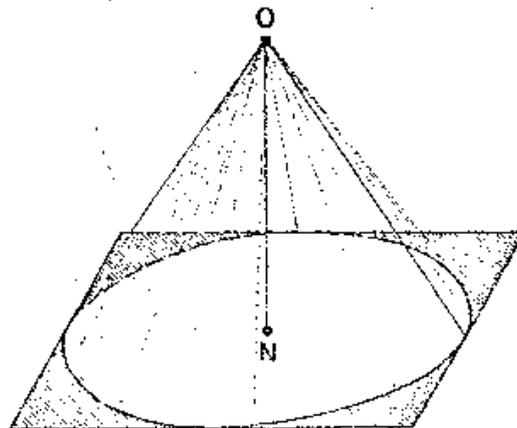
Uma perspectiva é um aspecto particular do campo de visão que se define pelo "ponto de vista" (a objetiva), o feixe de raios de luz e o ponto sobre o qual os mesmos se projetam. Completa-se a definição, situando o plano do filme anterior à objetiva (separado pela distância focal f), e o eixo da perspectiva como sendo um raio vertical que passa pela objetiva indo ao centro do negativo.

Uma foto aérea perfeitamente vertical corresponde assim, a uma perspectiva geométrica, onde o centro situado no nadir da objetiva é o "ponto de fuga" das verticais. Essa fuga das verticais em direção aos bordos da foto, se traduz por um deslocamento dos topos dos acidentes do terreno (em relação as suas bases) em direção ao exterior, tanto mais marcante quanto mais próximos às margens da foto.

Uma carta, ao contrário, é um documento de construção definido por uma escala constante e uma projeção ortogonal.

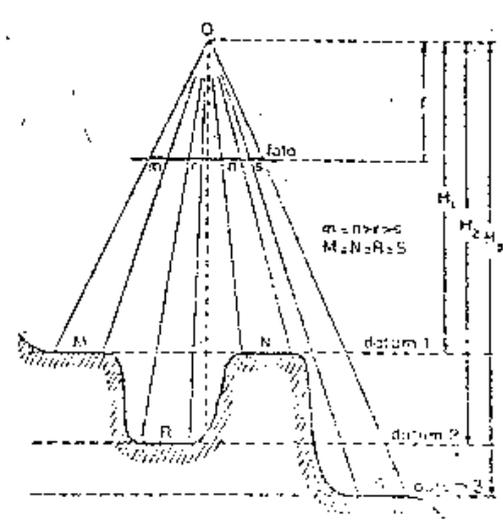
A correção de todas essas distorções, é objeto da "Fotogrametria", que se propõe a estabelecer documentos, a partir de fotos aéreas, sobre as quais seja possível se fazer medições precisas.

Devido à projeção cônica da foto aérea vertical, o único ponto de sua superfície que é "verdadeiro" (mantém a escala) é o (N), todos os outros são deslocados, sendo que o grau de distorção aumenta do centro para a periferia (a partir do "ponto de fuga" das verticais



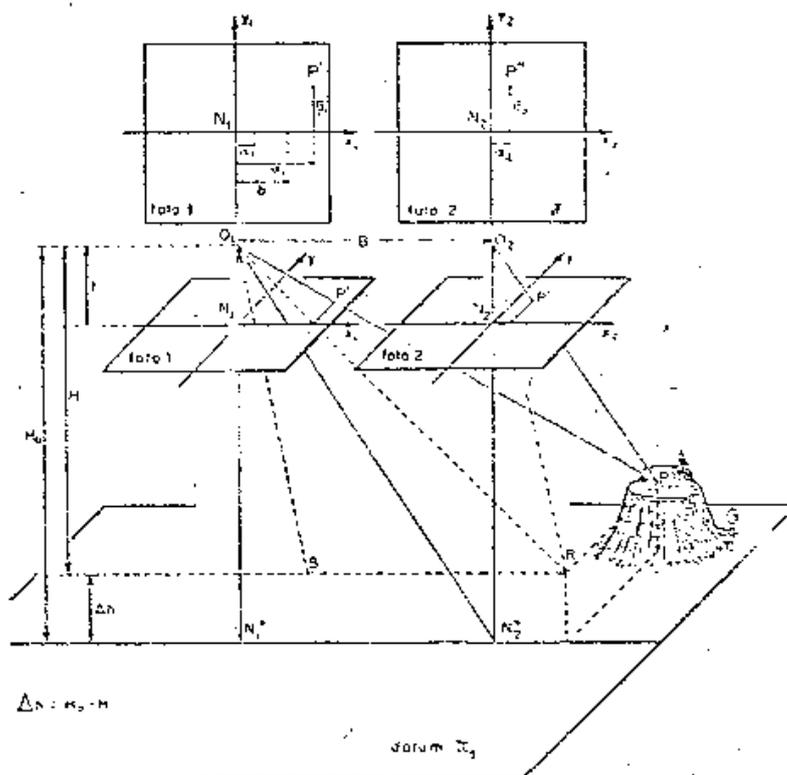
Além da característica da projeção da foto aérea que a torna um documento, com distorções de medida em relação ao terreno fotografado, outros fatos contribuem para a deficiência da foto vertical como documento quantitativo. Entre eles destacamos:

- 1 - ADERNAAMENTO : (inclinação do eixo ótico) - causado por dificuldade de controle do avião num plano de vôo pré-estabelecido. É muito importante levar em consideração o efeito da inclinação quando se devem tomar medidas de altura em fotos aéreas e para corrigir tal efeito tem sido projetados instrumentos de precisão cada vez maior. Uma vez conhecidos o valor e o sentido do ângulo de inclinação de uma foto, pode-se efetuar a correção.
- 2 - VARIAÇÕES DE ESCALA : Tratando-se de uma foto aérea vertical de uma área movimentada, haverá evidentemente, uma altura (H) diferente para determinados pontos de terreno fotografado. Isso resultará em variações de escala dentro da mesma foto. As escalas serão tanto maiores quanto maiores forem as elevações relativas ao terreno. Denominaremos "DATUM" a linha que passar por todos os pontos da mesma altitude no terreno. Assim cada cota de terreno terá seu "DATUM".



Assim as áreas correspondentes ao DATUM 1, estarão representadas na foto com maior escala do que as áreas relativas aos DATA 2 e 3. Na carta topográfica a escala se mantém constante independentemente das diferenças de altitude do terreno.

Essas distorções de escala que ocorrem na superfície das fotos e que se traduzem pela diferença de distância de dois pontos idênticos aos respectivos pontos principais referentes às duas fotos de um par estereoscópico, são denominadas "paralaxes horizontais" ou paralaxe "X". Em um par de fotografias perfeitamente verticais, tendo iguais distâncias principais e tomadas de igual altura ou, em um par de fotografias retificadas, o termo "paralaxe horizontal" denota a diferença algébrica (paralela à aerobase) das distâncias de dois pontos correspondentes aos respectivos pontos principais.



$$px = d_1 - d_2$$

px = (paralaxe "X" ou horizontal)

Chama-se paralaxe vertical a diferença entre as distâncias perpendiculares de duas imagens de um ponto em um par estereoscópico, a partir do plano vertical contendo a aerobase. A presença da paralaxe vertical é indicativa da existência de inclinação fotográfica nas fotos ou da diferença de altura de voo nas duas estações de tomada de fotografia. É também conhecida como paralaxe "Y".

$$py = B_1 - B_2 \text{ (figura na folha 15)}$$

py = (paralaxe y ou vertical)

Enquanto que os deslocamentos de paralaxe devidos ao relevo são radiais a partir do NADIR, os deslocamentos devidos à inclinação são radiais a partir do ISOCENTRO.

5.2 - OS MOSAICOS FOTOGRÁFICOS

Definição: Um foto-mosaico é uma montagem de fotografias aéreas, ajustadas umas às outras, sistematicamente, formando uma vista composta de uma área total coberta pelas fotografias. (The Manual of Photogrammetry).

Essa montagem decorre dos recobrimentos, longitudinal e lateral, graças aos quais há possibilidade de se superpor imagens idênticas e ajustar-lhes os detalhes comuns e obter-se um conjunto contínuo.

Tipos de foto-mosaicos:

5.2.1 NÃO CONTROLADOS : são os que apesar de montados com cuidado, com o apoio de cartas disponíveis não apresentam controle planimétrico. Devido ao fato, podem não apresentar direções e distâncias corretas.

5.2.2 -SEMI-CONTROLADOS: são mosaicos confeccionados com maior cuidado, o que lhes confere mais valor técnico. Apesar de apresentarem as mesmas faixas dos "não controlados", são montados de forma a oferecerem maior índice de precisão entre distâncias do que os primeiros. Na montagem desses mosaicos são utilizadas cartas de boa procedência para se fazer, por seu intermédio, o ajuste de escala para que as distâncias guardem a maior correspondência possível.

5.2.3 -MOSAICOS CONTROLADOS :

Para a montagem desses documentos são necessárias fotos aéreas retificadas, isto é com as distorções de escala e inclinação corrigidas. Para tanto se faz necessária uma completa rede de pontos de controle terrestre localizada na superfície de montagem.

Tratando-se a foto aérea de uma projeção cônica, portanto com distorções radiais, será aproveitada na montagem somente a "área-útil" de cada foto (a que representa a porção central com menores distorções radiais).

Na dependência dos objetivos, da área a ser abrangida e da escala, define-se o tamanho do mosaico.

Os mosaicos como documentos, podem ser, de certa forma, de utilidade semelhante à uma carta planimétrica. São muito mais ricos em detalhes que qualquer carta ou mapa de escala equivalente. Entretanto, para que seja bem aproveitado, requer conhecimento e experiência em leitura de imagens aerofotográficas.

Na prática, os mosaicos são importantes

quando se tem necessidade de visão de conjunto de fatos (o que uma só foto não pode oferecer), ou quando se necessita confeccionar rapidamente uma base planimétrica (sem grande precisão), e nos trabalhos de campo (que fazem parte da fotointerpretação), pela maior facilidade de localização de pontos, pela continuidade, da área.

5.3 - MAPA-ÍNDICE E FOTO-ÍNDICE

5.3.1 MAPA-ÍNDICE - Trata-se de um mapa de referência que contém a localização das fotos dentro do plano de voo, com a sua sucessiva numeração . Um mapa índice é geralmente apresentado em menor escala, do que a escala aproximada do voo fotográfico.

Para sua execução, as fotos do voo são dispostas sobre uma mesa segundo as linhas de voo e arranjadas de modo a reproduzirem o mais exatamente possível os seus recobrimentos laterais e longitudinais. A partir dessa montagem se fará o esboço da posição das fotos em papel de dimensão proporcional ao conjunto porém em escala bem reduzida. Para tanto tomamos como base um quadrado de papel que representa a foto em escala reduzida.

5.3.2 FOTO-ÍNDICE - O foto-índice é de confecção mais rápida e conveniente que o mapa-índice. Consiste na reprodução do conjunto de fotos em suas posições no plano de voo guardando os respectivos recobrimentos, através de uma fotografia única. Após isso reproduz-se a fotografia resultante em uma escala bastante reduzida, normalmente quatro vezes, a fim de possibilitar o fácil manuseio do documento.

6 - O FENÔMENO DA ESTEREOSCOPIA

6.1 - O ESTEREOMODELO

A visão estereoscópica, isto é, a habilidade de perceber a terceira dimensão, é decisiva para o fotointérprete, oferecendo maiores recursos para interpretação da imagem fotográfica. Em um par de fotos aéreas (duas fotos sucessivas de determinada faixa de voo) que possuam o convencional recobrimento longitudinal, a área que poderá ser observada em relevo com o auxílio do "estereoscópio", será comum a duas fotografias.

A imagem tridimensional resultante da observação, por meio do estereoscópio, das áreas comuns a esse par de fotos chama-se "estereomodelo".

O par estereoscópico depois de montado com a técnica correta para propiciar visão tridimensional, recebe a denominação de "Estereograma".

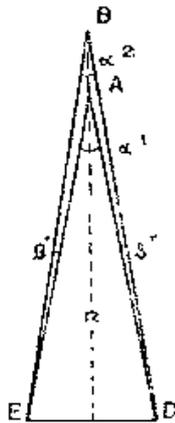
Caso haja recobrimento longitudinal de 50% em três fotos sucessivas (de uma mesma faixa) é possível a visão tridimensional de toda a área da foto central. A montagem das três fotos chama-se "Stereo-Triplet".

6.2. - A VISÃO BINOCULAR NORMAL

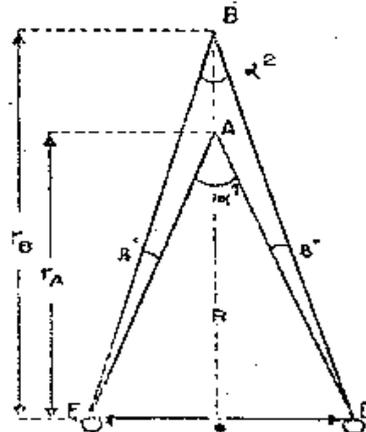
Quando observamos um objeto colocado a uma distância finita, os nossos olhos realizam duas ações: os eixos visuais dos dois olhos convergem sobre o ponto e os dois cristalinos sofrem uma acomodação, por meio da qual eles focalizam o mesmo ponto. Estas duas ações normalmente ocorrem simultaneamente e podem ser consideradas estreitamente associadas e instintivamente coordenadas no sentido de que um certo grau de acomodação produz estímulo para um correspondente grau de convergência e vice-versa.

Se em vez de um único ponto considerarmos dois pontos (A)

e (B) a diferentes distâncias do observador estes não poderão ser observados em um só tempo e distintamente. Para observar (A), os dois olhos (E) e (D) devem estar focalizados à distância (r_A) e os dois eixos visuais devem formar um ângulo α_1 ; para observar B os dois olhos devem, por outro lado, estar focalizados à distância r_B e os dois eixos visuais devem formar um ângulo α_2 ;



Não há possibilidade de percepção de profundidade.



Aumentando-se a distância interpupilar há possibilidade de percepção de profundidade.

O ângulo α_2 , será tanto menor em relação a α_1 quanto mais distante (A) se achar de (B); quando esses dois ângulos forem muito diferentes entre si, não será mais possível a fusão ao mesmo tempo dos dois pontos. A prova bastante clara desse fato nós temos se, ao mesmo tempo, observarmos um objeto distante, e um lápis a pequena distância dos olhos, o lápis será visto desfocado e em dupla imagem (fenômeno de diplopia). Os ângulos α_1 e α_2 são ditos de "convergência" ou "paraláxicos".

O valor de (β) depende, evidentemente, além das duas distâncias (r_A) e (r_B), também da distância (e), entre os dois olhos, dita "DISTÂNCIA INTERPUPILAR" ou "BASE OCULAR". Ela é variável de pessoa para pessoa entre 5,5cm e 7,5 cm.

Enquanto que a acomodação do cristalino dos olhos é um fenômeno pouco perceptível pelo cérebro, é, especialmente, a percepção da diferença dos ângulos de convergência dos eixos visuais, que

permite avaliar a distância relativa dos diferentes objetos; resumidamente, é desta maneira que se tem a sensação de profundidade.

A mínima diferença de profundidade, que pode ser percebida, depende da mínima diferença dos ângulos de convergência que a retina dos dois olhos podem perceber. Assim não será possível a percepção da diferença de profundidade entre objetos se a diferença dos ângulos de convergência for menor do que 20 segundos de arco.

Assim para um indivíduo com distância interpupilar de 6,6cm a distância (R) que permite que um objeto apareça em relevo é de cerca de 670m. Essa distância (R), denomina-se RAIO DE PERCEPÇÃO ESTEREOSCÓPICA.

6.3 - RECONSTRUÇÃO ARTIFICIAL DAS CONDIÇÕES DE PERCEPÇÃO DE PROFUNDIDADE

Visto que o raio (R) depende, não só da diferença dos ângulos de convergência, como também da distância interpupilar, uma pessoa colocada em um avião, que voe acima de certa altitude e observe o terreno adjacente, não terá a impressão clara do relevo topográfico mesmo que esse seja forte. Apenas terá indícios monoculares.

Para que uma pessoa voando a 3.800m e usando uma câmara com focal de 153mm (fotos em 1:25.000) pudesse ter percepções de profundidade, necessitaria de distância interpupilar muito maior que a normal.

Em um par de fotos aéreas, as áreas de recobrimento podem ser interpretadas como as duas imagens que chegariam aos nossos olhos se tivéssemos distância interpupilar semelhante à distância entre as duas estações aéreas (aerobase) que numa foto 1:25.000 (23 x 23cm) com recobrimento de 60% equivale a 2.300 metros.

Tomando-se um par fotográfico e montando-se as fotos com uma distância entre si correspondente à distância interpupilar normal e observando-se com o olho direito as imagens da foto direita e com o olho esquerdo as mesmas imagens na foto esquerda, reconstituiremos artificialmente a nossa percepção de profundidade. Isso é impossível quando observamos simplesmente a imagem da foto tirada a 3.800m de altura.

O estereoscópio é um instrumento ótico que elimina a dificuldade de focalizar os olhos à distância finita com os eixos visuais quase paralelos entre si.

As duas fotografias do par estereoscópico a ser examinado são colocados no plano focal de duas lentes; através destas lentes as fotografias são vistas separadamente pelos dois olhos, que ficam nas mesmas condições de quando, na visão normal, observamos um objeto distante, isto é, com os cristalinos acomodados ao infinito e com os eixos visuais praticamente paralelos entre si. Assim, a função essencial do estereoscópio é, portanto, a de permitir ao observador manter os eixos visuais paralelos entre si sem maior esforço.

6.4 - TIPOS DE ESTEREOSCÓPIOS.

Existem dois tipos básicos: o estereoscópio, de "REFRAÇÃO" ou "DE BOLSO" e o de "REFLEXÃO" ou "DE ESPELHOS".

O "ESTEREOSCÓPIO DE REFRAÇÃO" é constituído por duas lentes montadas sobre uma armação de modo que elas permaneçam a uma distância do plano de apoio igual à distância focal das mesmas. O poder de ampliação das lentes de estereoscópios desse tipo varia de 1,25 a 4 vezes.

É recomendável que sejam utilizados os que apresentem lentes de ótima qualidade para que as distorções sejam as mínimas possíveis.

O "ESTEREOSCÓPIO DE REFLEXÃO" consiste basicamente de dois espelhos inclinados 45 graus em relação ao plano horizontal das

fotografias, dois prismas de 45 graus ou dois espelhos menores e de duas lentes para acomodar a vista ao infinito.

O campo de visão para o estereoscópio de espelho é bastante ampliado em relação ao tipo de bolso. Enquanto que com estereoscópio de bolso a distância entre as imagens correspondentes ao recobrimento do par estereoscópico, dita AEROBASE, deve ser semelhante à distância interpupilar de quem observa, no estereoscópio de espelhos, devido ao jogo de espelhos, a distância passa a ser superior a 20cm, ampliando bastante o campo de observação.

6.5 - O ESTEREOMODELO E SUAS DEFORMAÇÕES O EXAGERO VERTICAL DO ESTEREOMODELO

A imagem tridimensional que chega a nós pela visão estereoscópica não constitui a imagem fiel do relevo. Na realidade é bastante exagerada, assim, a escala vertical é proporcionalmente maior que a horizontal da foto. Os fatores que em diferentes graus interferem na escala vertical do estereomodelo, proporcionando exagero no relevo são: a aerobase (B), a altura relativa do voo (H), a distância do observador (R), a focal da câmara (f), a base ocular (o) e a separação (s) entre as duas fotos montadas para a observação estereoscópica.

6.5.1 - DISTORÇÕES DO ESTEREOMODELO

O termo "distorção" é geralmente usado para indicar mudança de forma do estereomodelo em relação à forma real do terreno fotografado.

Suas causas são de duas espécies: Estereoscópicas -

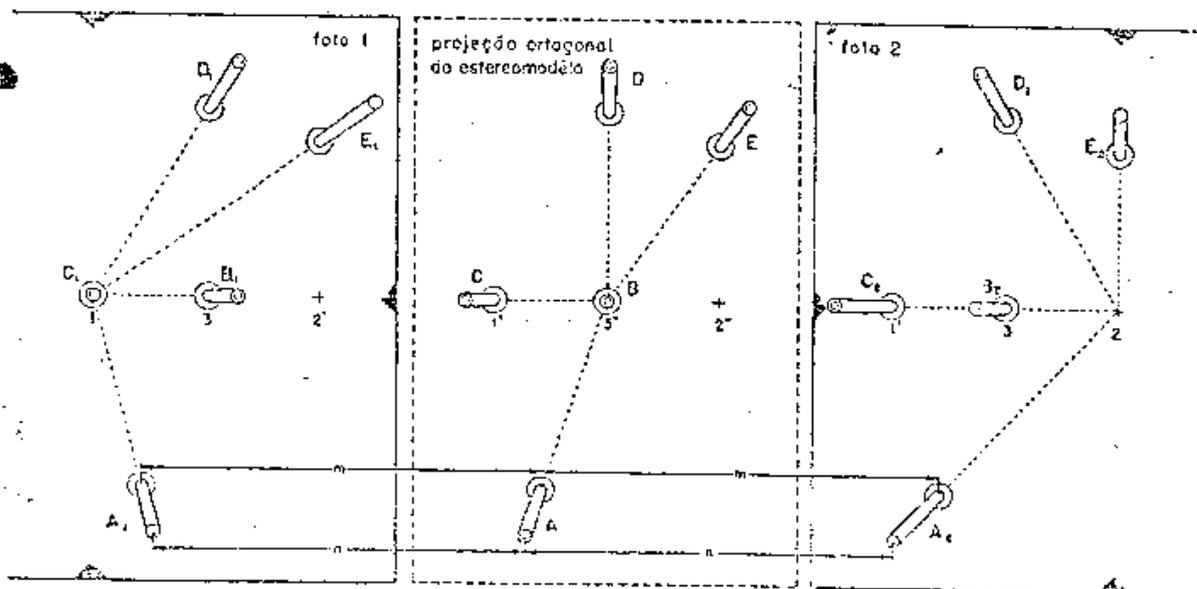
- 1 - Montagem incorreta do par estereoscópico.
- 2 - Posição de observação: Quando o observador coloca-se obliquamente ao plano da foto o objeto torna-se inclinado.

Fotográficas -

1 - Inclinação da fotografia: quando uma ou duas fotos apresentam defeito de inclinação (Tilt) em relação à linha de vôo, um plano horizontal do terreno aparece na imagem estereoscópica de maneira deformada. Por exemplo, quando o terreno fotografado contém rios meândricos, pântanos, apesar de estarem no nível da planície a parecem inclinados. Cursos d'água de fraca declividade podem aparecer correndo no sentido contrário, em direção às elevações.

6.5.2 - POSIÇÃO E ORIENTAÇÃO DAS IMAGENS FOTográfICAS

As imagens de um estereomodelo por causa das distorções de paralaxe das fotos do par, aparecerão distorcidas para fora, radialmente a partir do centro de projeção (ponto geométrico das fotos). Assim, as únicas imagens não distorcidas serão as localizadas no setor central da projeção.



7 - A MONTAGEM DO ESTEREOPAR E DO TRIPLET-ESTEREO E NOÇÕES BÁSICAS SOBRE A CONFECCÃO DOS DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS, PLANIMÉTRICOS A PARTIR DE FOTOS VERTICAIS

Para se operar com as fotos aéreas verticais e utilizando do recurso da estereoscopia é preciso que se observe certos cuidados na sua montagem. É possível a visão estereoscópica com a simples adaptação das fotos à distância interpupilar do observador, de modo prático. Na realidade, uma montagem mais precisa, condiciona um estereomodelo com menores distorções e possibilita avaliações mais corretas em condições de desnível, por exemplo.

- 1 - Primeiramente deve-se demarcar o centro da foto aérea por meio das marcas fiduciais e assinalar esse centro picando-o com uma agulha fina, em torno dessa marca colocar um pequeno círculo com nanquim.
- 2 - Devemos a partir disso transferir esses pontos (que são os chamados pontos geométricos) localizações em cada uma das fotos, para a outra foto com o auxílio do estereoscópio, pois nem sempre o referido ponto coincide com um objeto bastante visível na foto. Esse ponto transferido é chamado "ponto homólogo". Os pontos depois de transferidos e assinalados devem receber um círculo a nanquim.
- 3 - Depois de marcados os pontos geométricos e homólogos, traça-se uma linha reta e fina passando pelo centro geométrico e transferido (homólogo), em cada uma das fotos. Essa operação deve ser feita com lápis dermatográfico.
- 4 - Depois de traçadas as linhas nas fotos, montam-se as fotografias sobre uma prancha e estas devem ser fixadas de modo que os pontos estejam, o mais exatamente possível, sobre a mesma reta, lançando mão de uma régua ou baseando-se em uma reta anteriormente traçada sobre o cartão. A distância entre as duas fotografias deverá diferir de acordo com o tipo de estereoscópio usado, se "de refração" ou "espelhos". Na montagem do estereopar, para ser observado sob estereoscó -

plq de refração (bolso), a distância entre dois pontos (A e A') deverá corresponder à distância interpupilar do observador.

Para se fazer a montagem do Triplet-estereo, que constitui a montagem de três fotos sucessivas para possibilitar a visão estereoscópica de toda a área da foto central, devemos proceder:

- 1 - Fazendo para as três fotos a mesma operação de marcação de pontos já referida no caso acima.
- 2 - Devemos fazer o traçado entre os pontos e com a ajuda de uma régua fazer o alinhamento das três fotos pelas linhas de vôo e guardar a distância da "estereobase", isto é, uns 20cm, o que corresponde à distância entre as imagens do recobrimento do par estereoscópico, com estereoscópio de espelho.

Tanto no caso do "estereopar" como do "Triplet-Estereo", depois da montagem, deve-se fixar as fotos com "fita crepe" sobre uma prancha. O estereoscópio deve ser disposto sempre o mais paralelo possível à linha de vôo.

7.2 - A CONFECÇÃO DE DOCUMENTOS PLANIMÉTRICOS A PARTIR DAS FOTOS VERTICAIS

Os elementos mais importantes que são originários das fotos aéreas são as cartas e os trabalhos de fotointerpretação vinculados a campos de investigação específicos, como a geologia, a agronomia e demais setores da engenharia, como o urbanismo, sem falar em inúmeros outros campos de trabalho.

A confecção de cartas a partir de fotos aéreas é missão que envolve toda uma infra-estrutura técnica que só é própria das empresas de aerolevanteamento. O fotointérprete envolvido em determinados projetos geralmente necessita de cartas topográficas para apoiar seu trabalho de fotointerpretação; é um caso típico o do geógrafo, que está fazendo um estudo geomorfológico, ou do urbanista e do agrônomo que pretendem elaborar uma carta de uso do solo.

É bastante comum os estudos baseados em fotointerpretação se encontrarem prejudicados pela falta de base cartográfica, planimétrica ou altimétrica. A infra-estrutura cartográfica em geral tem sua presença mais certa em áreas mais desenvolvidas e onde há maior solicitação de embasamento para os trabalhos técnicos. Em áreas mais novas, ou naquelas onde o trabalho do técnico será pioneiro, em geral, inexistente a base cartográfica indispensável. Assim o fotointerprete vê-se na contingência de tomar a iniciativa de construir ele mesmo por processo mais artesanal (e de menor precisão) o apoio cartográfico necessário.

7.2.1 - A CONSTRUÇÃO DE MAPAS PLANIMÉTRICOS

Tendo à disposição um vôo fotográfico constituído de uma ou mais faixas, com recobrimentos longitudinais e laterais regulares, as operações que serão necessárias para confeccionar, a partir destas faixas, uma carta planimétrica, serão as seguintes:

- 1 - A eliminação dos deslocamentos de imagens devidos ao relevo, presentes nas fotos;
- 2 - A compensação das distorções de escala de cada foto. A escala do mapa será, em geral, não muito diversa da escala aproximada das fotos;
- 3 - As correções de deslocamentos de imagem devidos à inclinação;
- 4 - A determinação da orientação real das várias imagens de cada foto em relação às imagens das outras fotos e de todo o conjunto em relação ao Norte;
- 5 - A eventual ligação da área do mapa ao sistema de coordenadas geográficas quando exigido.

O processo de correção das posições das imagens fotográficas em um mapa, executando as operações necessárias à correção de todos os itens acima denomina-se RESTITUIÇÃO.

Constituem elementos básicos a tal operação, PONTOS DE APOIO PLANIMÉTRICOS, isto é, de pontos facilmente identificáveis nas fotos e convenientemente dispostos dos quais se conheçam a correta posição no terreno.

Seria bastante difícil e custoso definir-se esses pontos no terreno pelos processos topográficos normais; existe um método pelo qual, com um número limitado de pontos de apoio obtidos no terreno, é possível se estabelecer um número grande de pontos suplementares de controle. Chama-se este processo TRIANGULAÇÃO RADIAL.

Os pontos de controle no terreno em geral já se encontram definidos em rede mais ou menos densa pelas entidades ou empresas que tratam do mapeamento da área. Os pontos devem ser localizados nas fotos (por referências que são descritas) ou já existirem nelas se o apoio for materializado no terreno antes do voo. Esses pontos depois de localizados nas fotos devem ser passados para a "folha base" na escala escolhida, por meio de suas coordenadas.

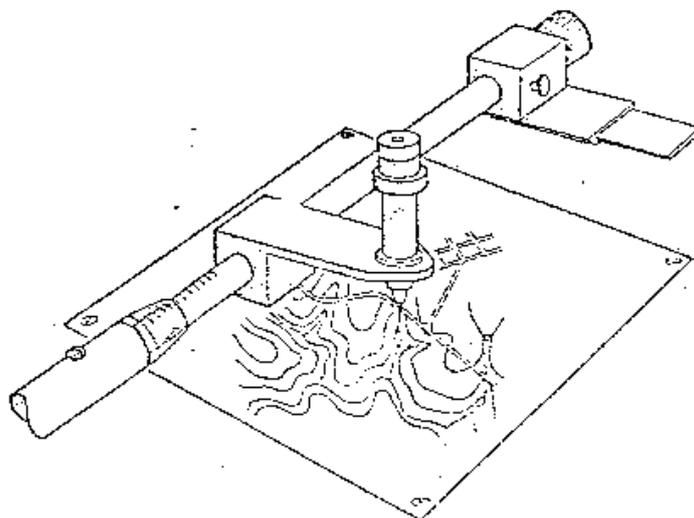
7.3 - A CONSTRUÇÃO DOS DOCUMENTOS ALTIMÉTRICOS A PARTIR DAS FOTOS AÉREAS

7.3.1 - CURVAS DE FORMA.

Quando não existe a possibilidade de se executar uma carta altimétrica por meio de aparelhos restituidores de maior precisão, pode-se construir uma representação gráfica do relevo por meio de Curvas de Forma. Assemelham-se às "curvas de Nível" mas não tem precisão altimétrica em relação à cota de cada curva, e, a equidistância entre as mesmas não é constante.

Para o traçado das curvas de forma será necessário ter como referência certo número de pontos de controle altimétrico dentro da área de recobrimento. Esses pontos poderão ser obtidos no campo por meio de nivelamento barométrico; os pontos auxiliares podem ser obtidos com a barra de paralaxe tendo como referência pontos determinados no campo. O traçado dessas curvas é uma questão de interpolação entre pares de pontos cotados. A operação de traçado dessas curvas pode tornar clara a existência de inclinações nas fotos que resulta na não horizontalidade do estereomodelo.

Utilizando-se uma barra de paralaxe com dispositivo escrevente que serve para registrar os movimentos da mesma podemos traçar essas curvas com maior precisão.



As curvas serão traçadas sobre uma folha de desenho disposta sobre a foto. Movendo-se a barra de paralaxe sobre a foto sob estereoscopia, deve-se proceder de forma que a marca flutuante se conserve em contato com a superfície do terreno. Isto é, a marca flutuante nunca deve aparecer a um nível mais baixo ou mais alto do que o ponto do terreno com o qual coincide planimetricamente.

8 - CUIDADOS NA MANIPULAÇÃO E ARQUIVAMENTO DOS DOCUMENTOS AEROFOTOGRAFICOS

8.1 - A MANIPULAÇÃO DOS DOCUMENTOS FOTOGRAFICOS

Quando os documentos fotográficos são utilizados em qualquer tipo de trabalho, mapeamento, restituição ou simples observação direta para interpretação de fatos, o operador deve observar certos cuidados visando a integridade da imagem e

conservação total do documento.

- Não se deve aplicar fita adesiva de qualquer tipo sobre a imagem fotográfica.
- Não se deve traçar sobre a foto com qualquer material como o nanquim, ou lápis de outro tipo, que não o "Dermatográfico".
- Em caso de marcação de pontos sobre as fotos, deve ser utilizada uma agulha (de costura) muito fina para picar, assinalando assim o ponto. A demarcação de pontos com tinta nanquim só é indicada em casos especiais, quando existem fotos para consumo em determinado trabalho.
- A limpeza das fotos quando assinaladas com lápis dermatográfico deve ser feita com algodão embebido em álcool, ou solvente orgânico ou mesmo com uma borracha mole.

8.1.1 - FOTOS AÉREAS

O sistema de manipulação das fotos aéreas quando se está elaborando um "Overlay", segue o seguinte esquema que objetiva a total proteção desse documento:

Contando-se com uma prancheta de aço de dimensionamento próprio à montagem de três fotos, (60 x 30cm) e com alguns ímãs fixadores pode-se trabalhar de maneira adequada. Faz-se inicialmente a montagem do estereopar ou do triplet-estereo sobre a prancha e ajusta-se o papel transparente (overlay) na foto através do registro das marcas fiduciais no overlay.

A fixação do conjunto é feito sobre a prancheta de aço por intermédio dos ímãs.

Caso não se disponha desse material adequado deve-se tomar especiais cuidados na montagem das fotos. Nesse caso podemos usar como base uma prancheta de duratex (0,3cm), onde será fixado o conjunto. A fita adesiva deve ser aplicada somente sobre o overlay, e, eventualmente sobre o verso da foto, em caso de necessidade de se fixar o papel transparente à foto. Nesse caso deve-se empregar uma pequena tira de fita adesiva tipo "crepe".

Finalmente deve-se observar cuidados no manuseio das fo -

tos visando não deforma-las, pela dobra de suas extremidades.

8.1.2 -- MOSAICO E FOTO-ÍNDICE

Quando forem utilizados mosaicos fotográficos nos trabalhos deve-se observar os mesmos tipos de cuidados que objetivam a proteção da imagem da foto.

Como se trata de um documento de maior dimensão e menos viável o trabalho no sistema de prancheta de aço.

Em geral o papel transparente no qual serão registradas as informações que interessam ao trabalho, é fixado cuidadosamente por meio de pequenas tiras de fita crepe no verso do mosaico. O mosaico fotográfico é um documento muito útil em operações de campo com fotos aéreas, caso não exista a carta correspondente à área do trabalho de fotointerpretação. Ele tem a vantagem de facilitar a localização das fotos no terreno. Nesse caso deve-se tomar especial cuidado para que o documento não receba manchas ou se deforme. É indicada a colocação de uma capa de plástico com boa transparência sobre o mesmo.

O Foto-Índice é um documento especificamente de consulta e portanto em geral é utilizado por muitas pessoas. Portanto deve-se estabelecer certas normas para seu manuseio. Por exemplo, deve ser sempre lembrado, que somente o lápis dermatográfico pode ser aplicado sobre a imagem, e que o mesmo quando retirado do arquivo deve ser disposto sobre a mesa, de dimensões adequadas, evitando-se que seja deformado pelo manuseio. É conveniente a limpeza com um solvente apropriado para retirar os sinais deixados pelo uso constante.

8.1.3 - CUIDADOS QUE DEVEM SER DISPENSADOS AOS ESTEREOSCÓPIOS

Os estereoscópios tipo "de bolso" e de "espelhos" requerem certos cuidados.

No primeiro caso, o cuidado especial é apenas com as len

tes que devem ser limpas com álcool, ou outro produto especial, que as mantenham em perfeita transparência. Devem ser conservados nos seus estojos próprios.

Os estereoscópios "de espelhos" devem ser tratados com cuidados especiais. Isto principalmente é devido ao fato da superfície dos seus espelhos ser elaborada com material muito sensível (cristal e sais de prata) e que não deve ser tocada com os dedos. Cada espelho vem equipado com dispositivo de proteção que impede todo contato acidental com a superfície prateada. Assim os espelhos devem, rigorosamente, permanecer protegidos quando não se estiver trabalhando com o estereoscópio.

Por outro lado, devem permanecer sempre livres de poeira e marcas digitais. As superfícies do instrumento devem ser limpas com pincel macio e as lentes com algodão embebido em álcool. Os espelhos não podem ser tocados, portanto em geral não apresentam manchas.

Caso necessário podem ser cuidadosamente limpos com mecha de algodão seco. Finalmente, tais instrumentos só devem ser retirados de seus estojos próprios no momento da sua utilização.

8.2 - SISTEMA DE ARQUIVAMENTO DOS DOCUMENTOS

8.2.1 - ARQUIVAMENTO DE FOTOS AÉREAS

O arquivamento de fotos aéreas geralmente observa a seguinte sistematização:

- Vão: Ex.: vão GEGRAN
- Escala: Ex.: 1:4.000
- Faixa de vôo.
- Nº de ordem das fotos na faixa: Ex.: 343 a 359.

Supondo-se que a entidade tenha que arquivar mais de um recobrimento, a sistematização tem início em um

determinado vôo. Em seguida deve ser observada uma subdivisão por escalas de vôo. caso o vôo compreenda mais de uma escala.

As fotos são arquivadas por faixas, e esse processo obedece à ordem numérica crescente. Nesse caso quando ocorre alguma faixa intermediária resultante de revôo, é arquivada pelo critério simples de ordem numérica.

8.2.2 - ARQUIVAMENTO DE MOSAICOS

No caso do vôo GEGRAM, os mosaicos estão enquadrados no Sistema Cartográfico Metropolitano. Seu arquivamento obedece ao índice de nomenclatura. O mosaico deve ser situado pela sua articulação e localizado no arquivo por seu índice de nomenclatura. No caso de fotoíndice o procedimento é o mesmo, e ele em geral recebe um número correspondente a sua articulação.

8.3 - TIPOS DE ARQUIVO

O material fotográfico deve ser depositado em arquivos de aço cujas dimensões devem corresponder ao formato dos documentos e a posição ideal na qual os mesmos devem permanecer.

Para que os documentos fotográficos se conservem em bom estado, devem ser observados alguns critérios relativos à sua disposição nos arquivos.

8.3.1 - ARQUIVOS DE FOTO AÉREAS

O tipo de arquivo adequado para se organizar uma fototeca é aquele cujo corpo é constituído por gaveteiros. Sua dimensão deve possibilitar a disposição das fotos em posição vertical.

As fotos dispostas em posição vertical nas gavetas conservam-se melhor do que quando empilhadas. As fotos não devem receber pressão pois devido ao material gelatinoso, podem aderir-se umas às outras

cada série de fotos que constituem uma faixa de vôo deve ser separada na gaveta através de uma placa de "duratex" (com espessura de 1 mm) largura aproximada da gaveta (entre 25 a 30 cm) e a altura de 25 cm. As placas devem receber na parte superior o registro da escala de vôo e os números limites da faixa.

8.3.1.1 - Dimensões do Arquivo:

O arquivo para a fototeca deve ter aproximadamente 1,30 m de altura, e conter quatro (4) gavetas com aproximadamente 25 x 25 cm cada uma medida adequada para acomodar as fotos 23 x 23 cm.

8.3.2 - ARQUIVOS PARA MOSAICOS E FOTOÍNDICES

Os mosaicos devem ser conservados em arquivos de tipo "mapoteca", dispostos em posição horizontal. A correta posição para o arquivamento é a horizontal e com empilhamento de poucas unidades por gaveta, evitando o pressionamento do material. A disposição desses documentos em arquivos verticais, nos quais o material é suspenso em barras transversais, não é recomendada pois facilita a deformação das extremidades. As mapotecas adequadas a esse fim tem gavetas de 1,10 m de largura x 80 cm de profundidade e 7 cm de altura.

Podem ter um máximo de 1,30 m de altura.

Os arquivos de material fotográfico devem ser localizados preferencialmente em ambientes livres de excessiva umidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coelho, Arnaldo Guido de Souza

1 972 - OBTENÇÃO DE DADOS QUANTITATIVOS COM O EMPREGO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS

I - Medições lineares e de superfícies

in Aerofotogeografia - nº 8, USP - Instituto de Geografia - 1 972 SÃO PAULO

Coelho, Arnaldo Guido de Souza

1 973 - AEROFOTOMOSAICOS: TIPOS, MONTAGENS E UTILIZAÇÕES

in Aerofotogeografia - nº 17, USP - Instituto de Geografia - 1 973 SÃO PAULO

Coelho, Arnaldo Guido de Souza

1 973 - OBTENÇÃO DE DADOS QUANTITATIVOS COM O EMPREGO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS

II - Metodologia para levantamentos plani-altimétricos

in Aerofotogeografia nº 19, USP - Instituto de Geografia - 1 973 SÃO PAULO

Compasso, H. R.

1 973 - DISPOSITIVO PARA OBSERVAÇÃO ESTEREOSCÓPICA À VISTA DESARMADA

Universidade Federal de Pernambuco - Instituto de Geociências - Departamento de Cartografia - REIFE - 1 973

Hurault, Jean

- 1 956 - "MANUEL DE PHOTOGRAMMETRIE"
Tome I, Institut Geographique National-Paris

Nosseir, Mostafã K.

- 1 973 - OS MESES ADEQUADOS PARA OPERAÇÕES DE FOTOGRAFIA AÉREA NO
BRASIL
in Aerofotogeografia - nº 16, USP - Instituto de Geogra-
fia - 1 973 SÃO PAULO

Ray, Richard G.

- 1 963 - FATORES DE INTERPRETAÇÃO
in "Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento Geo-
lógico".
Igg - Secretaria da Agricultura. ESP - 1963 - São Paulo.

Tricart, J., Rimbart, S., Lutz, G.

- 1 970 - "INTRODUCTION A L'UTILIZATION DES PHOTOGRAPHIES AERIEN -
NES"
Tome I - Sedes, Paris

II - FOTOINTERPRETAÇÃO: ELEMENTOS

1 - AS FASES DA FOTOINTERPRETAÇÃO

1.1 - A FOTO-ANÁLISE

A foto-análise constitui a primeira etapa da fotointerpretação quando o intérprete observa a foto aérea em interesse, e tendo objetivos de interpretação já definidos, tenta extrair da imagem um conjunto de informações sobre o fato a analisar.

O intérprete analisa a foto quanto às características formais do fato a identificar ou interpretativas como a textura fotográfica, tom fotográfico, localização espacial e faz as primeiras inferências que o levarão à interpretação final.

- ÁULA PRÁTICA -

1.2 - A COMPROVAÇÃO DE CAMPO

Correlação da imagem fotográfica com o fato no campo ou através de "Slides" da área em foco.

- ÁULA PRÁTICA -

1.3 - A FOTO-LEITURA

Depois da foto-análise e comprovação de campo, passa-se a simples leitura da imagem fotográfica, ou seja, elaboração de "overlay", através da correlação dos fatos analisados e interpretados com outros idênticos na imagem.

- ÁULA PRÁTICA -

1.4 - A escolha do documento aerofotográfico adequado ao trabalho.

- ÁULA PRÁTICA -

2.A FOTOINTERPRETAÇÃO

GENERALIDADES, CONCEITUAÇÃO, CONSIDERAÇÕES SOBRE SEU EMPREGO

Pode-se definir fotografia aérea como "um combinado de imagens fotográficas, que reúnem os elementos de reconhecimento usuais para a interpretação" (Ray, 1963).

"Interpretação" em sentido amplo, foi definida por Summerson (1954), como a inferência do que não pode ser visto realmente. Colwell (1952), definiu interpretação como "O ato de examinar imagens fotográficas de objetos, com o propósito de identificá-los e deduzir a sua significação". Contudo, num tempo onde a imagem é muito empregada, sobretudo com vistas à propaganda, a foto aérea nos apresenta uma informação sem par e um pouco abstrata. Ela nos leva a considerar o sentido das formas.

A foto aérea é enciclopédica por seu conteúdo. Ela nos apresenta a um só tempo tudo o que se encontra na superfície da terra; é difícil de se compreender um detalhe isolado se ignoramos todo o resto. Assim, a interpretação de fotos aéreas, exige conhecimentos técnicos particularmente orientados através da compreensão das ligações entre as formas terrestres e suas correspondentes realidades.

A fotointerpretação não é bastante válida se não combinada com outros métodos de pesquisa. Ela não constitui nem um fim em si nem uma técnica independente. Como a análise da paisagem ela se integra numa formação geográfica. Sua característica é colocar problemas e oferecer uma fonte de observações complementares.

A fotointerpretação pode ser o resultado da combinação do raciocínio dedutivo e indutivo, baseada no princípio de causa e efeito. Por exemplo, certos aspectos identificados nas fotos aéreas, como edificações de maior porte laçadas por grupos de pequenas edificações em áreas florestadas, podem conduzir-nos à idéia de que

tal conjunto constitui uma serraria. Por sua vez, essa conclusão pode nos levar por ra iocínio dedutivo, à identificação específica de aspectos pouco reconhecíveis na imagem como um depósito de tábuas (empilhadas) ao lado do conjunto de edificações. Indo mais longe, a partir dessas constatações e observadas as devidas precauções, deduzimos o tipo de atividade econômica marcante na região.

Geralmente a interpretação de fotos aéreas pode ser considerada um processo com dois estágios. O primeiro inclui observações, coleta de fatos, medição e identificação de aspectos nas fotografias. O segundo estágio envolve processamento mental dedutivo ou indutivo desses dados em termos de sua significação (dentro da categoria de interpretação que se objetiva, ex.: uso do solo, geologia). Stone (1951) observa que deve-se ter uma atitude metódica na interpretação pois a definição de um caminho conduz à análises ordenadas e completas de assuntos complexos.

O processo da fotointerpretação pode estar enquadrado dentro de um objetivo de interpretação de fenômenos específicos a um campo de trabalho; nesse caso pode não haver preocupação de mapeamento desses fenômenos. No entanto as fotos aéreas é a fotointerpretação tem constante aplicabilidade em mapeamentos.

Tratando-se de mapeamento o processo compreende duas fases. A primeira é a FOTO-ANÁLISE; esta refere-se à "interpretação" propriamente dita, com suas etapas já referidas. A segunda fase refere-se a FOTO-LEITURA. A mesma caracteriza-se pela comparação das imagens da foto em estudo com imagens já interpretadas que servem como referência. Esse processo é mais mecânico do que perceptivo e deve-se tomar extremo cuidado para que a analogia seja verdadeira. Os fatos representados na imagem nem sempre têm a simplicidade e uniformidade de condições que possam permitir a aplicação do método comparativo com constante sucesso.

Para que hajam melhores resultados no processo de foto-leitura,

quando da foto-análise devem ser estabelecidos critérios de interpretação e padrões observados nos elementos pesquisados na imagem. Assim, por exemplo, pode-se fazer a leitura das imagens de uma foto de uma área de floresta, após a determinação por foto-análise dos padrões de área semelhante:

Floresta Natural -

textura: grossa, desuniforme;
tonalidade: escura intensa;
porte da vegetação: alto, regular.

A constatação de um fenômeno dado numa foto aérea muitas vezes requer, além da observação, da identificação e da medição de elementos e da correta interpretação dos mesmos, um conhecimento mais amplo de fatos afins a tal fenômeno. O uso combinado da vegetação, solos e aspectos (formas) geológicos para interpretar a geologia, é um exemplo do que Colwell (1952) chama de "convergência de evidências".

Quando o objetivo da interpretação fotográfica é o estudo do "uso do solo", um conhecimento mais amplo sobre os fatos vinculados à utilização dos solos não somente contribuirá para uma interpretação mais objetiva e menos empírica, como proporcionará uma melhor análise dos fatos. Tomando uma foto (*) da área de Itaquaquecetuba, SP, podemos exemplificar mais objetivamente o que foi dito.

EX

Uma pessoa sem conhecimentos específicos observa a foto em estereoscopia e nota que os solos da várzea do Tietê se encontram parcialmente recobertos por um conjunto de pequenas parcelas de vegetação, apresentando-se como um quadriculado com os mais diversos tons de cinza. Sem buscar maiores informações no campo, esse intérprete provavelmente irá concluir apenas, que, pela simetria do conjunto, trata-se da área cultivada. Um técnico, com conhecimento de ecologia vegetal ou dos sistemas de cultivo fará uma real interpretação do fato. Conhecendo as características do solo de várzea, esse intérprete poderá inferir sobre espécies vegetais comerciáveis (tratando-se de área que produz para a metrópole) que neles encontrem ambiente para desenvolvimento. Seguindo tal raciocínio, poderá pensar na

(*) Foto 2544 - Vôo GEGRAM, 1973, Esc. 1:8.000.

cultura do arroz ou na horticultura.

A identificação será possível pela variedade de tons cinza que caracteriza o conjunto; os diferentes tons falam da presença de variadas espécies, característica comum à horticultura.

Tratando-se de técnica com a singular característica de trazer o campo ao laboratório, a fotointerpretação oferece amplas possibilidades a estudos de fatos de natureza física ou antrópica possíveis de serem observados sobre a superfície. Assim, a fotointerpretação é técnica básica de trabalho nos estudos de Geologia e Geomorfologia, Agronomia, Hidrologia e Oceanologia, diversos ramos da engenharia e da Arquitetura, na geografia física e humana. Na área da Cartografia as fotos aéreas constituem o instrumento básico da fotogrametria dando origem aos mapas e cartas. Entretanto a fotointerpretação tem no campo da Cartografia, função limitada às cartas temáticas, como as cartas geológicas, de solos, de vegetação; tais documentos são resultados da cartografia de dados obtidos por fotointerpretes especializados, os agrônomos, geógrafos, geólogos, entre outros.

A fotointerpretação constitui um excelente recurso técnico nos projetos referentes a obras públicas e planejamento regional ou urbano.

Os departamentos de obras públicas das administrações municipais e as entidades oficiais ou particulares, vinculadas a planejamento, que tenham possibilidade de utilizar documentos aerofotográficos de áreas referentes a seus projetos, poderão, de acordo com a natureza dos mesmos encontrar na fotointerpretação solução prática e eficiente a diversos problemas.

A utilização de fotos aéreas e fotointerpretação nesse campo de trabalho tem duas finalidades principais: estudos de topografia e estudos de uso do solo urbano e agrário.

A - ESTUDOS DE TOPOGRAFIA

Quando o técnico não puder contar com carta topográfica de escala

adequada ao seu trabalho, poderá analisar através do par estereoscópico o padrão topográfico da área. Evidentemente que em termos métricos a carta topográfica constitui elemento mais preciso, uma vez que em trabalhos normais de fotointerpretação (*) só são possíveis algumas medições altimétricas além de medidas lineares simples. Nestes estudos, as fotos aéreas têm aplicabilidade prática:

- estudos de viabilidade topográfica para urbanização;
- estudos de viabilidade topográfica para exploração agrícola de áreas;
- estudos topográficos para traçado de estradas;
- estudo topográfico para localização de linhas de transmissão de energia;
- estudo topográfico para retificação de drenagem ou localização de represas e açudes;
- estudo de topografia com objetivos de implantação de sistema de proteção contra erosão;
- estudo do modelado topográfico do sítio urbano visando "paisagismo"

B - ESTUDOS DE USO DO SOLO

Ainda mais eficientemente que nos estudos de topografia, a fotointerpretação pode ser empregada como técnica em estudos de Uso do Solo. Qualquer tipo de levantamento de uso do solo tem na fotointerpretação, quando tecnicamente explorada, o seu método mais próprio de estudo. De acordo com a data do vôo, as fotos podem ter maior ou menor validade para análises do "Uso do Solo Atual", como o cadastramento urbano ou rural, por exemplo. Fotos com datas menos atualizadas, têm grande importância em estudos evolutivos de uso do solo, ou na constatação de fatos de ocupação do espaço urbano ou rural referentes a épocas anteriores. A análise de uso do solo pode situar-se no espaço urbano ou rural. Tratando-se do primeiro caso, a fotointerpretação vem sendo empregada nos estudos de:

(*) Trabalhos de fotointerpretação executados com o auxílio de estereoscópios, sem instrumentos restituidores.

- mapeamento de uso do solo atual;
- cadastramento urbano (domicílios, indústrias etc.);
- levantamento de áreas industriais;
- levantamento de áreas verdes e áreas desocupadas;
- localização de núcleos populares e favelas;
- delimitação de área urbanizada dentro do município;
- estudo de sistema de circulação urbana.

Tratando-se do espaço rural as análises de uso do solo para fotoir-
terpretação mais usuais seriam:

- uso atual do solo;
- levantamento de áreas em mata, terrenos de várzea, reflorestamen-
to, áreas cultivadas, etc;
- localização e estudo de processos erosivos;
- inventário florestal e de culturas perenes;
- estudos do sistema de circulação na área rural;
- estudos de localização e distribuição de habitações rurais;
- estudos referentes a indústria extrativa vegetal e mineral na á-
rea rural.

oo00oo

011/tcs...

3. OS ELEMENTOS DE INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS: OS FATORES E AS CHAVES DE INTERPRETAÇÃO.

A interpretação de uma imagem aerofotográfica é feita através de determinados elementos de reconhecimento. Pode-se chegar à interpretação dos aspectos de uma foto aérea utilizando fatores como, o tom fotográfico, a textura, o arranjo espacial, a forma e o tamanho. Estudados esses fatores de interpretação podemos agrupá-los para chegar as "chaves de identificação" de uma determinada foto. Uma "chave de identificação" nada mais é senão a descrição da imagem de um dado objeto na foto, quanto à sua textura, tom, forma, arranjo espacial e tamanho.

3.1. - TOM FOTOGRAFICO E COR FOTOGRAFICA.

O tom fotográfico é um fator essencial em fotointerpretação especialmente tratando-se de fotos pancromáticas ou infra-vermelhas preto e branco. Nesses tipos de fotos os tons constituem gradações do cinza, do branco e preto. A maior ou menor variedade de tons numa foto está em função da gama de densidades dessa fotografia. Uma foto caracterizada por uma maior gama de densidades apresentará contraste mais intenso; isso condiciona uma maior variedade tonal oferecendo maiores possibilidades à fotointerpretação. Evidentemente que a maior gradação de tons na imagem depende não apenas das características da emulsão e do processamento fotográfico, mas da natureza dos objetos fotografados. A tonalidade resulta da cor e da dimensão da superfície refletora do objeto fotografado; cada objeto com sua cor e superfície características têm um padrão de refletância definido.

O tom fotográfico é uma medida da quantidade relativa de luz refletida por um objeto e realmente registrada numa fotografia em preto e branco. Ele está sujeito a ampla variação pois muitas variáveis interferem na sua definição, portanto sua utilização como elemento de interpretação fotográfica deve ser encarado com certo critério. O tom fotográfico depende da luz, que por sua vez, depende da situação de um objeto em relação ao sol; assim, a hora do dia e o mês do ano são variáveis que nele interferem, e ainda a latitude local.

tam em configurações mal definidas para os terrenos cultivados e o aspecto das culturas causando grandes modificações no tom fotográfico. Assim, um mesmo tipo de cultivo poderia aparecer nas fotos com diferentes tonalidades.

O tom em fotointerpretação deve ser encarado mais como um fator de diferenciação relativa do que um meio de identificação, e por outro lado, seu emprego sempre terá mais sucesso quando combinado a outros elementos como a textura e as formas.

COR FOTOGRÁFICA:- As imagens aéreas coloridas oferecem maiores condições à interpretação, uma vez que o olho humano é capaz de diferenciar com muito maior número de combinações das cores primárias e suas gradações, do que gradações de tons entre o branco e o preto. Entretanto as fotos coloridas perdem em nitidez de detalhes para as preto e branco; além disso as películas coloridas dependendo da natureza de suas emulsões se caracterizam por falsear as cores naturais.

O uso de filmes a cores em fotos aéreas não é difundido no Brasil a não ser em operações de sensoriamento remoto. As imagens coloridas obtidas por sensores remotos se caracterizam por filmes do tipo Ektachrome (colorido normal) em Ektachrome infra-red (infra-vermelho colorido). Em termos de interpretação dessas imagens vêm-se pesquisando técnicas específicas baseadas no estabelecimento de padrões cromáticos para cada elemento representado na foto. Isso permite bons níveis de discriminação entre fenômenos fotografados, e chega-se a particularidades na interpretação, como por exemplo, diferenças de aspecto numa cultura devido a doenças ou tratamentos culturais. O método que vem sendo utilizado baseia-se no estudo das características de refletância dos corpos fotografados. É um método experimental onde se leva em consideração as características espectrais dos elementos em interesse e a resposta cromática observada na imagem fotográfica.

3.2. - TEXTURA

A textura em fotografia aérea é um elemento que caracteriza tanto as pancromáticas como as Ektachrome; por outro lado é um fator de fotointerpretação que é sensível tanto em visão monocular da foto como em visão estereoscópica. A textura, como o tom e a cor está em função das características de reflexão dos objetos fotografados. Textura foi definida por COLWELL, 1952, como "a frequência de mudança de tom dentro da imagem".

A textura está relacionada a agregados de detalhes fotográficos de dimensão muito reduzida, por isso sua significação como fator de fotointerpretação está em função da boa qualidade da foto e especialmente da escala fotográfica. Sua tendência é ter maior importância em escalas grandes cedendo lugar ao tom fotográfico em escalas menores. Uma praia, por exemplo, devido a sua composição em grãos de areia resulta numa textura uniforme, perceptível em fotos de escalas maiores que 1:25 000. Nessas imagens o fotointerprete pode perceber uma trama homogênea na fotografia, texturizada resultante da frequência uniforme de grãos de areia com iguais superfícies refletoras e características espectrais semelhantes.

Em fotos de escala menor, uma praia não se apresenta com textura perceptível, o tom será o fator mais importante para sua identificação. Numa foto na escala de 1:60 000 pode-se observar uma mancha que apresenta uma textura em linhas finas; essa mesma mancha numa foto na escala de 1:10 000 poderá ser identificada como um depósito de tijolos bem organizado. Assim deve-se ter em mente que a textura é um fator relativo em fotointerpretação e que deve ser sempre analisado em função da escala.

O fator "textura" em fotointerpretação tem particular importância na identificação de fatos que ocorrem sobre a superfície do solo, e que se caracterizam por sua natureza areolar^(*). Os fenômenos que ocorrem em área, como as

(*) Areolar - fenômenos que tem ocorrência difusa em área da superfície. Oposto a ocorrência linear e pontual.

formações vegetais, os cultivos, tem na textura um importante fator para sua interpretação em fotos aéreas.

A classificação dos tipos de textura referentes a fenômenos representados na imagem muitas vezes é pouco objetiva e mesmo imprecisa. Deste modo é mais recomendável que o fotointérprete defina pela foto-análise tipos de textura específicos a cada elemento a identificar, dando base para a foto-leitura. Os tipos de textura mais difundidos são: textura grosseira, áspera, aveludada, fina, fôfa, crocante. A textura de mata por exemplo é grosseira e dependendo do tipo da vegetação pode ser crocante (quando apresenta destaque de copas de árvores mais altas na imagem). Um canal apresenta-se na imagem com textura aveludada; isto se deve a uniformidade da altura das plantas e da folhagem do cana-de-açúcar. As pastagens geralmente aparecem na foto com textura fina; certos cultivos como o algodão e a mandioca tem textura áspera.

Nas fotos da área de Itaquaquecetuba (nº 2544) pode-se observar diferentes tipos de textura: textura "grosseira" da mata (A) e a "crocante" da mata de espécies arbóreas mais desenvolvidas (B); a "fina" das áreas de pastagens (C); a textura "pontual" da fruticultura arbórea (D); a textura "em linhas" da cultura hortícola (E).

3.3. - TAMANHO

O tamanho das imagens fotográficas dos objetos que se pretende identificar constitui um fator de grande alcance na fotointerpretação. Trata-se evidentemente de um elemento relativo que só é válido uma vez que se observa devidamente a escala da foto. Na prática a avaliação do tamanho dos objetos é feita através da comparação com objetos de fácil identificação cujas dimensões sejam mais familiares, isso sempre tendo em mente a escala da foto.

Esse fator pode ser útil em fotointerpretação tanto em v

são monocular como estereoscópica, dependendo da dimensão na qual se propõe analisar o tamanho de determinado objeto. Assim, quando se pretende distinguir uma parcela de cultura hortícola, de uma parcela de cultura anual, por seus tamanhos, basta a visão monocular da foto. Quando se utiliza desse mesmo fator para identificar diferentes tipos de edificações urbanas, a visão estereoscópica é importante.

3.4. - RELAÇÃO COM ASPECTOS ASSOCIADOS (ou correlação com fenômenos fotografados).

A correlação dos aspectos associados ou de fenômenos numa imagem fotográfica, talvez seja um dos métodos de maior alcance interpretativo e mais difundido entre os diferentes ramos da fotointerpretação. A identificação ou interpretação pode ser resultante das seguintes correlações:

- correlação com objetos idênticos: - é a forma mais simples e que exige pouca interpretação; uma vez identificado na imagem um determinado tipo de edificação é fácil localizar outros por correlação das suas formas.
- correlação funcional: - reconhecida uma área de exploração de argila é fácil de se interpretar que as edificações e depósitos próximos tratam-se de olarias. A foto de Itaquaquecetuba nº 2544 (ref. 1) exemplifica o fato.
- correlação de fenômenos físicos e naturais: - esse tipo de correlação é utilizada por fotointerpretes ligados às ciências naturais e geociências. Um tipo de vegetação pode ser bom índice do tipo de solo e rocha subjacente. Assim, uma formação vegetal higrófila, representa solo hidromórfico e rocha subjacente impermeável. Um alinhamento de vegetação mais exuberante se destacando numa área com cobertura vegetal menos densa, é sinal de solo mais úmido. Isso pode significar presença de drenagem ou falha geológica.

Na área de Itaquaquecetuba (foto 2544) a várzea do Tietê tem seus solos ocupados por cultivos. É fácil concluir que

exploração é hortícola devido à presença dos solos e várzea.

3.5. - FORMA

A forma dos objetos fotografados constitui fator bastante objetivo na fotointerpretação. Reconhecer na imagem a forma dos objetos ou fenômenos é essencial. Isso geralmente prescinde da visão estereoscópica. A forma é fator importante nos trabalhos de interpretação vinculados a fenômenos urbanos, geomorfológicos e outros. Em trabalhos de uso do solo urbano, cadastramento e outros estudos específicos sobre edificações ou sistema viário, o reconhecimento através da forma constitui recurso bastante prático. Em Geomorfologia é essencial o bom conhecimento dos fenômenos morfológicos no campo, para seu reconhecimento na foto.

A forma é fator de fotointerpretação que está em função da escala. Sua maior ou menor significação como elemento de identificação está na dependência de uma dimensão de escala que permita a visualização das características morfológicas do fenômeno na foto. A forma pode ser importante fator para a identificação de um fenômeno urbano em escalas de até 1:10 000. Em fotos desse tipo pode-se simplesmente pela visualização clara da forma fazer a diferenciação entre diferentes edificações. Passando a escalas menores, vai se tornando menos nítida a forma dos objetos, e faz-se necessária a correlação com outros fatores para se chegar à identificação do fenômeno.

3.6. - LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS OBJETOS FOTOGRAFADOS.

A localização espacial dos objetos fotografados é elemento de fotointerpretação que pode ser mais ou menos útil, conforme o fato a ser analisado.

Em interpretação de solos a localização topográfica é indicativa de tipologia da mesma forma na interpretação de tipos de vegetação. A localização de determinado objeto numa área urbanizada também pode ser indício de significação.

3.7 - AS CHAVES DE INTERPRETAÇÃO

Uma chave de interpretação é definida pela interação dos vários elementos que levam à interpretação de um dado fato presente na imagem em análise. As "chaves" se constituem da descrição das imagens em termos de tom, tamanho, forma, arranjo espacial, textura ou outro elemento que dê uma característica à mesma.

CHAVES DE INTERPRETAÇÃO DE ALGUNS FATOS DE USO DO SOLO - ESCALA DE 1:8 000.

REDE VIÁRIA:

ESTRADAS PRINCIPAIS:

Tom: branco

Tamanho: espessura da linha por volta de 2 mm

Forma: linhas retas, em geral com pouca sinuosidade

ESTRADAS SECUNDÁRIAS:

Tonalidade: branca

Textura: uniforme

Tamanho: por volta de 1,5 mm

Forma: menos retilíneas com mais sinuosidade

CAMINHOS:

Tonalidade: branca a cinza clara

Textura: uniforme

Tamanho: espessura menor que 1 mm

Forma: variável, raramente em linha reta, sempre sinuosos.

VIAS FERREAS:

Tonalidade: cinza claro, com faixa cinza escuro no centro

Tamanho: entre 1 e 1,5 mm

Forma: linhas retilíneas com amplas curvas

Características especiais: próximo aos centros urbanos aparecem patios de manobra.

REDE DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA EM ÁREAS FLORESTADAS:

Cortes lineares e contínuos na mata apresentando direção orientada e largura por volta de 5 mm (escala 1:8 000).

REDE DE DRENAGEM:

Tom: do cinza escuro ao preto

OBS.: em caso de reflexos solares devido ao ângulo da tomada da foto, apresentam-se em tons de cinza claro.

Forma: em curvas suaves ou em meandros

Textura: lisa

Correlação com aspectos associados: dependendo da dimensão do rio só poderá ser identificado por associação:

Associação com vegetação:

- linhas de vegetação mais densa;
- vegetação de várzea;
- ocorrência de sulcos lineares em meio a vegetação de mata.

Associação com topografia:

- em estereoscopia podemos identificar cursos d'água associando sua presença à fundos de vale, ravinas encaixadas nas encostas.

CANAIS ARTIFICIAIS DE DRENAGEM:

Tom: cinza escuro

Textura: lisa

Forma: linear podendo aparecer com rede de canais (em culturas de várzea)

Localização espacial: próximos à áreas urbanas, sempre associados a uma drenagem natural; em áreas de cultivo de várzea.

U S O U R B A N O

LOTEAMENTOS URBANOS DESOCUPADOS:

Arranjo espacial: geralmente afastado do núcleo urbanizado ou na sua periferia; conjunto caracterizado por um arruamento geométrico ou irregular sobre solo com ou sem cobertura vegetal rasteira.

Tom: arruamento cinza claro ou com manchas escuras, devido a presença de restos de cobertura vegetal rasteira.

VIAS PAVIMENTADAS:

Tom: cinza claro na faixa pavimentada e acostamento se destacando em tons mais claros.

Forma: bem delimitada e retilínea

VIAS NÃO PAVIMENTADAS:

Tom: variável segundo o grau de conservação, em geral mais claro que as pavimentadas.

Forma: traçado irregular nas bordas.

COBERTURA VEGETAL

MATA:

Tom: cinza claro a negro

Textura: grosseira ou crocante de acordo com a composição da mata.

Tamanho: a mata geralmente ocorre em grandes parcelas; quanto a altura pode ser observada em estereoscopia e é sempre superior aos outros tipos de cobertura vegetal.

Forma: as parcelas de mata apresentam forma irregular não geométricas.

CAPOEIRA (vegetação secundária):

Tom: tom cinza escuro a médio (sempre mais claro que a mata)

Textura: grosseira e desuniforme

Tamanho: a altura é inferior a mata e grande variedade de tamanho nas espécies vegetais.

Forma: as parcelas são de formas muito variadas; as espécies são geralmente bastante espaçadas.

VEGETAÇÃO RASTEIRA:

Na Grande São Paulo a vegetação rasteira não é natural, ocorrendo em

função da retirada da mata. Pode ser uma cobertura herbácea espontânea ou uma área de pastagem cultivada.

Tom: cinza médio a cinza bem claro

Textura: fina, podendo apresentar em alguns pontos tufo de vegetação mais densa provocando textura grosseira.

OBS.: Esse tipo de cobertura de solo pode aparecer em terras agrícolas que não estão sendo utilizadas; nesse caso notam-se sinais de antigos cultivos sob a vegetação rasteira.

VEGETAÇÃO DE VÁRZEA:

Tom: cinza médio escuro

Textura: desuniforme

Localização espacial: fundos de vale, áreas de baixada, depressões fechadas.

REFLORESTAMENTO:

Tom: cinza escuro

Textura: grosseira uniforme

Forma: copa das árvores formando conjunto heterogêneo pela unidade das espécies.

Arranjo: limite dos conjuntos bem delineados.

USO DO SOLO AGRÍCOLA

CULTURAS PERENES:

São as culturas arbóreas, como a fruticultura.

Tom: do cinza médio ao cinza escuro e negro

Textura: pontual com maior ou menor densidade variando esta de acordo com a espécie, espaçamento e idade das árvores,

Arranjo espacial: as árvores são dispostas simetricamente e as parcelas tem forma geométrica. Podem também estar dispostas em curva de nível.

CITRICULTURA (adulta):

Tom: cinza escuro

Textura: pontual

Tamanho: parcelas de tamanho variado porém sempre significativo.

Forma: copas das árvores bem redondas; forma das parcelas: geométrica

Arranjo espacial: cultivo linear ou em curva de nível com espaçamento contínuo

Localização espacial: encostas e superfícies planas de espigão.

CITRICULTURA (em formação)

Características gerais da cultura adulta, apresentando-se com conjuntos de pequenos pontos cinza escuro com maior espaçamento entre unidades.

CULTURA DE PÊSSEGOS:

Tom: cinza médio claro

Textura: pontual no conjunto da parcela; áspera quando ocorrer pequeno espaçamento entre as árvores.

Forma: copas das árvores bem abertas apresentando forma achatada, em estereoscopia, com aspecto estelar.

Arranjo espacial: parcelas geométricas com árvores em disposição linear ou curva de nível.

CULTURA DE NÊSPERAS (ameixas):

Tom: cinza bem escuro

Textura: pontual

Forma: as copas das árvores são circulares com ponto claro no centro e forma achatada em estereoscopia.

Arranjo espacial: parcelas de forma geométricas separadas por caminhos lineares.

CULTURA DE CAQUI:

Tom: cinza médio

Textura: pontual

Forma: copas das árvores são arredondadas

Arranjo espacial: árvores em disposição geométrica e parcelas de forma geométrica.

PARREIRAL:

Tom: cinza claro

Textura: linear

Arranjo espacial: parcelas geométricas; em estereoscopia pode-se notar faixas paralelas em relevo de pequena altura.

CULTURAS ANUAIS:

Tom: variável do cinza claro ao escuro

Textura: fina, aveludada, áspera, linear, segundo o tipo de cultivo.

Tamanho: quanto a altura apresenta relevo estereoscópico sempre inferior às culturas arbóreas. O tamanho das parcelas é muito variável.

Localização espacial: em encostas e superfícies planas de espigão.

MACIÇA:

Tom: cinza escuro

Textura: fina nas culturas formadas, e linear em culturas jovens.

Arranjo espacial: grandes parcelas geométricas dispostas nas encostas, divididas por caminhos lineares mal definidos na imagem.

MANDIOCA:

Tom: cinza escuro

Textura: áspera (em estereoscopia)

Arranjo espacial: as parcelas cultivadas com mandioca podem aparecer ao lado de outras com mandios já colhida, sendo que esta é identificada pelos restos de cultura sob a forma de pontos brancos.

MILHO:

Tom: cinza médio

Textura: de fina a linear

Localização espacial: em encostas ou topos planos.

Arranjo espacial: em parcelas geométricas pequenas e esparsas (cultura de subsistência).

Tamanho: a altura das plantas aparece em relevo estereoscópico.

BORTICULURA (DE VÁRCEA)

Tom: do branco ao preto segundo a espécie

Textura: fina e linear

Arranjo espacial: conjuntos de parcelas pequenas e geométricas separadas por canais de irrigação e caminhos lineares.

Localização espacial: em várzeas ou em áreas baixas próximas às várzeas.

HORTALIÇAS DE TERRENO SECO:

BRVILSA:

Tom: cinza médio

Textura: fina e linear

Localização espacial: geralmente em encostas

Arranjo espacial: em parcelas geométricas, separadas por caminhos lineares.

A ELABORAÇÃO DO "OVERLAY"

4.1 - A classificação dos fatos para a análise da imagem fotográfica: Lineares, Pontuais e Areolares.

"Overlay" - Papel ou substância plástica transparente que se usa para superpor às fotografias e re produzir feições representadas nas fotos, de senhando-as com lápis ou caneta, (RICCI e PETRI, 1965).

Um "overlay" constitui a representação gráfica, através de convenções, dos fatos interpretados ou identificados na imagem fotográfica: evidentemente deve ser baseado em papel ou base plástica transparente que tem a característica de apresentar uma transparência quase absoluta, não interferindo na qualidade da imagem.

A elaboração de um "overlay" referente a qualquer trabalho de fotointerpretação deve seguir um método bem definido, o que dará eficientes resultados. Seja qual for o objetivo do trabalho, ou mesmo área de interesse do técnico que o execute, envolverá fatos de três naturezas na imagem: os lineares, os pontuais e os areolares.

Um bom processo de elaboração de "overlay" é aquele que analisa os fatos através de uma sequência definida. Começa levantando os fatos do tipo LINEAR, depois os PONTUAIS e em seguida os AREOLARES.

Os fatos do TIPO LINEAR são aqueles que ocorrem em forma de linhas retas ou curvas, na imagem fotográfica. Todo o sistema viário e de drenagem excetuando manchas de água (lagoas, açudes etc.) incluem-se nos fatos lineares.

Os FATOS PONTUAIS são representados na imagem por pontos de diferentes diâmetros. As edificações, árvores isoladas, postes (em projeção central) veículos, são exemplo desses fatos.

Os FATOS AREOLARES são aqueles que se definem em áreas na imagem, ou seja ocorrem em manchas. A cobertura vegetal, o próprio solo, as feições morfológicas são fatos de natureza areolar na imagem.

A elaboração de um "overlay" segundo esse esquema proposto fica melhor orientada. Num trabalho de "uso de solo" por exemplo iniciando-se a análise pela rede viária e de drenagem tem-se uma base definida para situar as edificações (fato pontual) e ela finalmente se relacionar a cobertura vegetal do solo. Qualquer tipo de trabalho de fotointerpretação requer método para que seja executado rapidamente, sem dispersões ou falhas.

4.2 - A seleção dos fatos a interpretar de acordo com o objetivo do trabalho.

Ainda sobre o método que deve nortear os trabalhos de fotointerpretação, deve-se destacar o problema do OBJETIVO DA ANÁLISE. Qualquer campo de fotointerpretação terá em cada ocasião enfoques específicos, problemas diferentes. Assim em trabalhos de uso da terra rural, por exemplo num dado momento poderá haver um objetivo de "inventário agrícola", ou de "estudos conservacionistas do solo", ou mesmo de simples localização topográfica das parcelas cultivadas. É importante que o fotointerpreta tenha definido o objetivo da análise bastante claramente antes de iniciar a elaboração do "overlay".

É pelo objetivo do trabalho, que se pode enumerar os fatos contidos na imagem, que realmente serão importantes para a análise final. Por exemplo num estudo de "uso do solo urbano" que objetiva a viabilidade da área para implantação de novos núcleos habitacionais é importante se destacar:

- 1 - Áreas disponíveis.
- 2 - Facilidade de acesso a sistemas de viários principais.

- 3 - Tipo de Cobertura de Solo.
- 4 - Padrão topográfico.
- 5 - Proximidade de áreas de concentração de serviços.
- 6 - Tipo de ocupação das áreas vizinhas.
- 7 - Rede de drenagem.

Esse exemplo mostra a importância do objetivo bem definido para a boa qualidade do trabalho de fotointerpretação. Deve-se ter em mente, que a interpretação de fotos aéreas oferece informações importantes a um determinado estudo, uma vez haja boa planificação em tal análise, orientada por objetivos bem definidos.

Assim a elaboração do "overlay" será retodizada através dos tipos de elementos a serem tirados da foto, que por sua vez, receberão uma classificação: fatos lineares, pontuais e areolares.

4.3 - A definição da legenda.

É importante que aqui fique bem definido o que se entende por "legenda" e o que se entende por "convenção cartográfica". O termo "LEGENDA" tem sido interpretado seguidamente de maneira inadequada e com o sentido de "convenção". Quando se tratar de representação, simbologia, escolha de sinais, convenções, que traduzam um fato qualquer contido no documento cartográfico deverá se falar em "CONVENÇÃO CARTOGRÁFICA".

"LEGENDA", tem significado mais classificatório. Quando se fala em definir ou organizar uma legenda para fotointerpretação, se está pensando em classificar os fatos que serão levantados. Dependendo do objetivo do trabalho e da escala da foto aérea se dará a classificação dos fatos, se organizará a LEGENDA DO TRABALHO.

Mais objetivamente, a legenda do trabalho define a lista

gem dos elementos a serem extraídos da imagem.

O caminho a seguir para a definição da legenda do trabalho de fotointerpretação, compreende as seguintes etapas

- Definição do objetivo do trabalho.
- Seleção dos fatos a interpretar.
- Definição por "foto-análise" dos padrões fotográficos de cada fato.
- Uniformização das características de cada padrão (chave de interpretação).
- Estabelecimento de sequência de fatos a identificar.
- Organização da legenda por classificação de fatos.

- A CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO E A DEFINIÇÃO DAS LEGENDAS

Para o caso particular da Grande São Paulo que conta com um voo na escala 1:8 000 o qual contém bom nível de detalhe, e outro de natureza mais geral, na escala de 1:40 000, além de vãos de atualização na escala 1:16 000, proporciamos uma classificação de uso do solo URBANO e AGRÍCO.

A legenda para mapeamento de uso do solo baseada nas imagens de 1:8 000 ou 1:16 000, se definiu através de um objetivo geral de análise, que eventualmente atenderá a vários problemas. Essa legenda poderá sofrer algumas adaptações segundo problemas específicos.

5.1 - USO DO SOLO URBANO

SISTEMA VIÁRIO

- VIA COM DUAS PISTAS (inclui avenidas, ruas principais, pode-se distinguir: ruas com pavimentação e sem pavimentação).
- VIA COM UMA PISTA (inclui ruas de várias larguras e importância, pode-se fazer distinção entre pavimentadas e não pavimentadas).
- CAMINHOS PARA PEDESTRES (inclui passagens, vielas, caminhos estreitos).

SISTEMA DE DRENAGEM:

- Rios (inclui córregos)
Rios retificados
Rios canalizados

EDIFICAÇÕES:

RESIDENCIAIS

COMERCIAIS (edificações de qualquer ramo ou porte comercial).

INDUSTRIAIS (todos os ramos de indústrias da área urbana).

INSTITUCIONAIS (órgãos públicos e equipamentos sociais, abastecimento de água)

SERVIÇOS (inclui serviços de educação, saúde, religiosos e culturais de âmbito particular)

TERMINAIS VIÁRIOS (estações rodoviárias e ferroviárias)

ÁREAS ABERTAS

PARQUES E JARDINS

ÁREAS RECREATIVAS (clubes e campos de esporte)

5.2 - USO DO SOLO AGRÁRIO

Sistema Viário: Estradas principais
Estradas secundárias
Caminhos

Sistema de Drenagem: Rio principal
Rio secundário
Rio intermitente
Açudes, lagoas de várzea, represas
Canais de irrigação

EDIFICAÇÕES: RESIDENCIAIS
BARRACÕES
INDÚSTRIA RURAL

VEGETAÇÃO NATURAL: MATA
CAPOEIRA (vegetação secundária
bustiva)
CAMPO (vegetação secundária herbácea)
VEGETAÇÃO DE VÁRZEA

REFLORESTAMENTO: EUCALIPTAL
PINHEIRAL

TERRAS AGRÍCOLAS: CULTURAS PERENES (culturas arbóreas)
CULTURAS ANUAIS (ciclo curto)
MILHO
ARROZ

FELJÃO
BATATA
MANDIOCA

HORTICULTURA:

(pequenas parcelas cultivadas com verduras e hortaliças, geralmente em várzeas) ou (horticultura de terreno seco, como tomate, pimentão, xuxu, ervilha, etc.).

PASTAGENS CULTIVADAS:

5.3 - A ELABORAÇÃO DA FICHA DE FOTOINTERPRETAÇÃO (Aula prática)

Todo o trabalho de fotointerpretação deve constar da parte gráfica (overlay) e de um relatório de interpretação que complete a análise. Para facilitar a elaboração do relatório existe uma "ficha de fotointerpretação" que deverá ser preenchida pelo intérprete após a foto-análise, o trabalho de campo e a elaboração do "Overlay".

Essa ficha foi elaborada em função de trabalhos de "uso do solo". Contém aberturas para informações de interesse geral sobre o assunto, além de ficha técnica da foto aérea em análise.

Esse fichamento tem o caráter de complementar as informações contidas no Overlay. Assim os fatos ligados a área em análise, que forem observados na interpretação fotográfica e no campo e que tenham uma característica não cartografável (representação no Overlay) devem ser descritos na ficha. Deve ainda constar da ficha a legenda e as convenções cartográficas utilizadas no overlay correspondente.

- OS TIPOS DE ESCALA FOTOGRÁFICA E OS RECURSOS QUE OFERECEM À FOTointerpretação:

Para que se possa obter o potencial de informação contida numa foto aérea é importante conhecer o problema da escala correlacionado ao tipo de imagem fotográfica.

Atualmente, o fotointérprete tem possibilidade de trabalhar com imagens aéreas ou mesmo orbitais (Satélite ERTS¹, obtidas por outros sensores (1), além da câmara aerofotográfica, e com películas fotográficas diversas, abrangendo áreas específicas da faixa espectral, visível e invisível. Esses diferentes tipos de imagens têm desiguais potenciais de informação através das escalas.

Entre os tipos de imagens que vêm sendo empregadas atualmente em trabalhos de fotointerpretação destacam-se as "INFRA-VERMELHO/FALSA-COR" as "MULTIESPECTRAIS" e as "PANCROMÁTICAS". As duas primeiras tem maior potencial de informação em escalas menores por apresentarem características especiais. A "INFRA-VERMELHO/FALSA-COR", além de abranger também a faixa infra-vermelha do espectro magnético, por sua característica de representação em falsa-cor, dá maior possibilidade de discriminação de fatos na imagem. As fotos "MULTIESPECTRAIS", por sua peculiaridade de apresentar, faixas específicas do espectro

1) Sensores - Aparelhos que respondem a um estímulo físico (calor, luz, movimento particular, etc.) transmitindo impulso resultante.

visível e infra-vermelho em canais separados (quatro imagens diferentes), tem grande capacidade discriminativa de tons, do branco ao preto; por essa característica tem grande capacidade interpretativa em escalas pequenas. As "PANCROMÁTICAS" são as fotos aéreas mais usuais, e por sua sensibilidade a todo o espectro visível representando os fatos na imagem, em diferentes tons de cinza oferecem ao intérprete menores possibilidades discriminativas. Assim sempre necessitam escalas maiores que as multiespectrais e INFRA-VERMELHAS/FALSA-COR.

Imagens fotográficas de uma mesma escala tem comportamento diverso em termos de interpretação não apenas em função do tipo de suas películas, entra em jogo também no caso a capacidade de resolução (2) do sensor e material fotográfico utilizado, o que se traduz em maior ou menor potencial de informação. Assim diferentes tipos de imagens numa mesma escala, podem conter maior ou menor nível de detalhamento.

Trataremos aqui apenas das imagens "PANCROMÁTICAS" por serem mais difundidas e portanto haver um maior interesse no conhecimento de seu potencial informativo através das escalas. Desta maneira dividindo-se os tipos de escala fotográfica em grupos das menores para as maiores pode-se definir o tipo de trabalho de fotointerpretação próprio para cada escala:

1 - Escala 1:40 000 e maiores.

Em fotos com escalas menores do que 1:50 000 só se conse -

3) - Limite dimensional mínimo do registro de imagem por uma câmara, segundo a escala da foto.

que obter informações muito gerais sobre cobertura do solo, morfologia e inferência sobre a geologia e solos, sistema viário e de drenagem, e organização do espaço humanizado.

Para a escala 1:40 000 especificamente, as possibilidades de interpretação seriam ligadas às linhas gerais da região como:

- Rede de drenagem sem detalhes;
- Grandes parcelas de cultivo sem discriminação de tipo;
- Formações vegetais (mata, campo);
- Grandes traços da morfologia e compartimentos topográficos com inferência sobre os solos e geologia;
- Organização geral do espaço humanizado (localização dos centros urbanos, sistema de circulação e definição das malhas urbanas).

2 - Escala entre 1:40 000 e 1:30000.

Essas escalas oferecem já melhores níveis de detalhes possibilitando elaboração de análises como:

- Estabelecimento de contatos entre diferentes compartimentos topográficos, delimitação de várzeas, observação de problemas de erosão, etc.;
- Delimitação de rede de drenagem com bom detalhamento;
- Identificação de tipos de vegetação natural, reflorestamento (sem identificação de espécies), identificação de culturas arbóreas e anuais e culturas de várzeas;
- Sistema viário, rede viária urbana;