

INTRODUÇÃO

FOTOGRAFIAS AÉREAS NO ZIMBABWE

INTRODUÇÃO

As primeiras fotografias aéreas verticais no Zimbabwe foram feitas em 1935. Nos anos subsequentes foram usadas uma variedade de tamanhos de câmaras, escalas e negativos. Embora a qualidade de algumas dessas fotografias fosse boa, a seqüência das mesmas eram geralmente inconsistentes, sendo as áreas fotografadas como e quando fossem necessárias.

No início dos anos 60, o Departamento de Levantamento Topográfico, em conjunto com outros departamentos governamentais, se comprometeu a desenvolver um programa que possibilitasse fotografar todo o país a cada 5 anos, em uma escala de contato de 1:25.000. Devido ao alto custo da produção, este acordo foi posteriormente alterado para cada 10 anos. As especificações para o programa de cobertura fotográfica aérea seria de responsabilidade do DLT.

O programa teve início em 1963. Cada ano seria fotografada uma quinta parte da área do país, dividida em blocos, baseada em graus de latitude. Por exemplo, a área entre 18° e 19° de latitude, foi dividida em blocos numerados consecutivamente a partir do oeste, principiando pelo número 1. Os blocos e as fotografias foram

então, identificadas pelos prefixos 18/1, 18/2, etc.

Muito embora isto tenha sido um grande melhoramento para o padrão de qualidade da fotografia aérea vertical no Zimbabwe, o método de numeração não provou ser satisfatório. Em 1972, foi decidido em comum acordo, que o programa deveria ser baseado nas áreas cobertas pelos mapas em escala de 1:250.000 do DLT, identificando as fotografias pelo nome dado a cada mapa individualmente. As fotografias feitas nos anos subsequentes foram identificadas pelo nome do mapa e pela data em que as mesmas foram tiradas.

• O uso de fotografias aéreas no Zimbabwe é reconhecidamente um instrumento valioso para o desenvolvimento do país. A nível governamental, a fotografia aérea é amplamente utilizada para a produção de mapas, planejamento de estradas, investigações geológicas, desenvolvimento e pesquisa em agricultura, controle da mosca tsé-tsé, manejo de animais silvestres, desenvolvimento hidrológico e para muitos outros fins. A fotografia aérea é também de vital importância em muitas atividades comerciais.

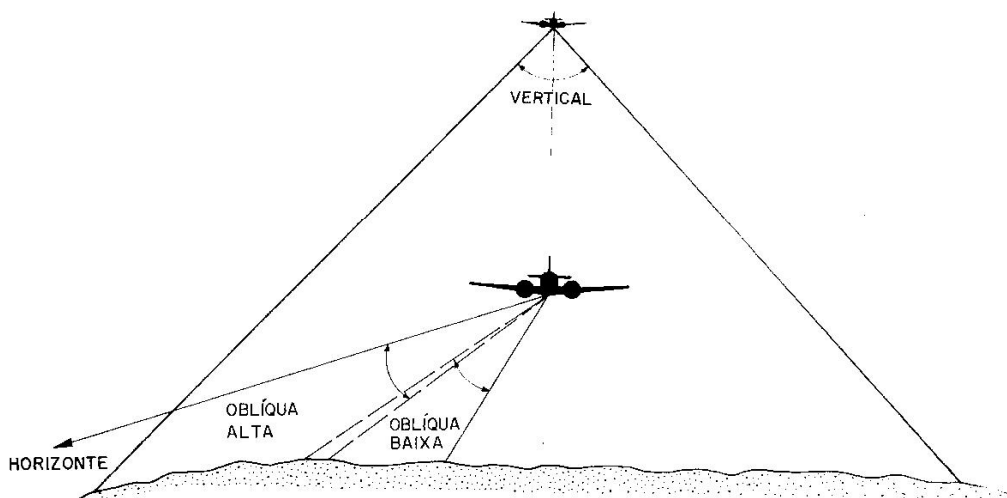


Figura Int/1 — Tipos de fotografias aéreas
Diagrama ilustrando a diferença entre a fotografia aérea vertical e a oblíqua.

FOTOGRAFIA AÉREA OBLIQUA

Estas fotografias são tiradas de um ângulo do solo que mostra mais de uma visão de um mesmo objeto (veja figuras Int/1 e 2). A fotografia oblíqua apresenta uma visão familiar dos objetos e portanto, tem algumas vantagens para observadores não treinados. Ela é a forma mais natural de representação ilustrada e pode ser usada para avaliação do progresso de uma determinada situação e para fins de relatórios; porém para medições sua utilização é complicada e sujeita a erros com a escala decrescendo do primeiro para o segundo plano. (Plano mais próximo do observador para um plano mais distante).

Ângulo Oblíquo Distante

Este tipo de fotografia aérea é tirado com o eixo da câmara inclinado de maneira a incluir o horizonte. As fotos aéreas com ângulo oblíquo distante têm grande utilidade quando são necessárias visões panorâmicas de grandes áreas como auxílio suplementar para mapas já existentes ou para fotos aéreas verticais.

Ângulo Oblíquo Próximo

Nas fotos aéreas de ângulo oblíquo próximo, o eixo da câmara é inclinado num grau menor para não incluir o horizonte. As fotos aéreas de ângulo oblíquo próximo têm aplicação específica em vários campos da interpretação de fotos, devido às interpretações das "formas" que assumem significância específica.

FOTOGRAFIA AÉREA VERTICAL

Estas fotografias (veja figuras Int/1 e 3) são tiradas com o eixo da câmara ajustado perpendicularmente ao plano da terra. A imagem resultante é portanto denominada projeção central. Esta técnica é usada mais comumente para propósitos

de fotogrametria e fotointerpretação, porque proporciona mensurações acuradas, tanto nos planos vertical como horizontal.

Uma verdadeira fotografia vertical tirada de um terreno plano, resultaria num plano exato. Entretanto, devido às variações da topografia e da altitude do vôo, é impossível se obter uma representação exata e sem distorções do terreno através da fotografia vertical.

A escala usada para uma cobertura vertical total de fotos aéreas no Zimbabwe é de 1:25.000, muito embora escalas de 1:40.000 a 1:80.000 sejam usadas para revisão de mapas em áreas específicas. Escalas maiores, tais como 1:5.000, são geralmente usadas para o planejamento de áreas altamente desenvolvidas, porém o processo se torna dispendioso devido ao grande número de fotografias necessárias para cobrir uma única área. O padrão das fotos aéreas verticais no Zimbabwe, é geralmente considerado igual ao de fotos produzidas em outros países.

CONCLUSÃO

O Programa de Cobertura por Fotografias Aéreas Verticais é usado tanto para fotointerpretação como para fotogrametria, sendo cada uma delas uma ciência distinta. Fotointerpretação é a ciência de examinar imagens fotográficas, visando identificar objetos e deduzir suas significâncias. Fotogrametria é a ciência de se efetuar medições acuradas e de se obter dados quantitativos das fotos aéreas para propósitos de mapeamento.

A fotografia aérea vertical tem, realmente, desempenhado um papel importante no desenvolvimento do Zimbabwe, e por conseguinte, o propósito deste manual é o de fazer uma apreciação de todo seu potencial, demonstrando as possibilidades de uso desse instrumento no campo da agricultura.



Figura Int/2 — Fotografia Aérea Obliqua
 Fotografia aérea obliqua ilustrando uma visão familiar do Victoria Falls, mostrando:
 A. Catarata do Diabo
 B. Ponte Rodó-Ferrovária
 C. Usina Hidrelétrica
 D. Hotel Victoria Falls



Figura Int/3 — Fotografia Aérea Vertical
 Fotografia aérea vertical ilustrando uma visão pouco familiar do Victoria Falls, mostrando:
 A. Catarata do Diabo
 B. Ponte Rodó-Ferrovária
 C. Usina Hidrelétrica
 D. Hotel Victoria Falls

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS

INTRODUÇÃO

Atualmente a fotogrametria exige um alto grau de acuidade e precisão na produção de fotos aéreas verticais. As câmaras usadas nos levantamentos aéreos modernos são consideradas como instrumentos científicos sendo projetadas e construídas em conformidade com os padrões exigidos para os equipamentos de levantamento terrestre. Para os levantamentos no Zimbabwe, são geralmente usadas câmaras "Wild" RC8 e RC10, com lentes Universal Aviogon 1.

Em conjunto com as câmaras de precisão, é essencial o uso de materiais de alta qualidade, tais como filmes e papel de impressão bem como é imprescindível a habilidade no processamento dos mesmos.

A CÂMARA

Atualmente, existem em uso muitas câmaras para levantamento aéreo (veja Figura 1/1). Em princípio, são todas basicamente similares e universalmente padronizadas para o uso de negativos de 230mm x 230mm. As informações a seguir se referem às câmaras "Wild" RC8 e RC10.

a) - Lentes

São os mais importantes componentes de qualquer câmara fotográfica para levantamentos; devem ser capazes de um alto grau de resolução e um mínimo de distorção através do negativo. Normalmente as lentes representam aproximadamente dois terços do preço da câmara.

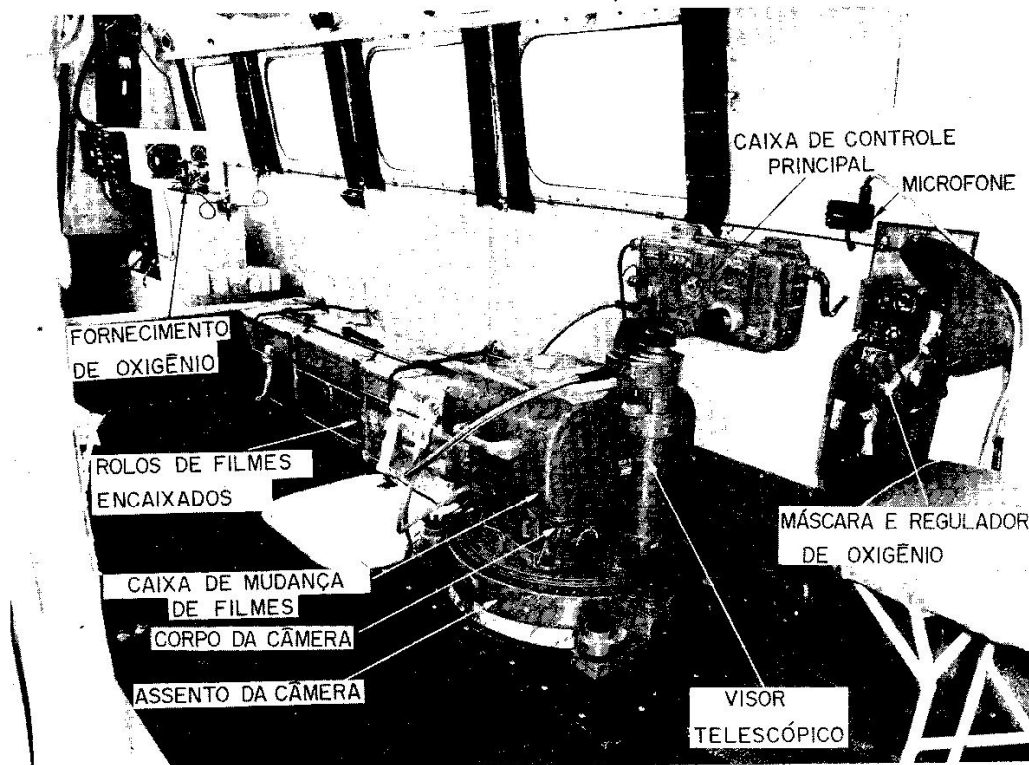


Figura 1/1 — A Câmara
Fotografia de uma câmara fotográfica para levantamento aéreo "Wild" RC8, ajustada com um filme casete e montada em um avião de Havilland Dove.

A câmara RC10 é projetada para lentes permutáveis com distância focal de 88mm, 152mm e 300mm. Temos abaixo uma breve descrição de cada uma das lentes:

- (I) - Super Aviogon II — Distância focal 88mm
 Ângulo de visão 120°
 Abertura máxima do diafragma 5.6 f

Esta lente; devido ao grande ângulo de visão, é usada para fotografias de pequenas escalas e é geralmente conhecida como "Super Wide Angle" (SWA).

- (II) - Universal Aviogon I — Distância focal 152mm
 Ângulo de visão 90°
 Abertura máxima do diafragma 5.6f

Esta lente é usada tanto em câmaras RC8 como RC10, para fotografias de escalas médias e grandes e é geralmente conhecida como "Wide Angle Lens".

- (III) - Aviotar I — Distância focal 300mm
 Ângulo de visão 50°
 Abertura máxima do diafragma 5.6f

Esta lente é projetada especificamente para fotografias maiores, de grandes escalas e muitas vezes é reconhecida como "Normal Angle". É usada principalmente para levantamentos em projetos de engenharia, para interpretação detalhada de fotos e para ortofotografia.

Todas as lentes acima são construídas com um obturador elétrico rotativo, com velocidade entre 1/100 a 1/1000 de segundo. Em fotografias tiradas em um nível baixo, para grandes escalas, poderá ser necessário obturadores de alta velocidade, já que a câmara fotográfica deverá captar a imagem do terreno com o avião voando a 190 Km/h. Com a velocidade do obturador a 1/500 de segundo a imagem move 105mm enquanto o obturador está movendo da posição aberta para fechada.

b) — O Cone da Lente

O cone mantém a lente numa posição pré-determinada. Comporta também, as unidades do obturador e do diafragma, a armação do plano focal com quatro marcas fiduciais e um painel de dados da lente para projeção no filme. Cada lente é montada em seu próprio cone e inserida diretamente dentro do mecanismo de montagem

da câmara. A câmara será então assentada numa abertura do piso do avião.

c) — Corpo da Câmara

Compartimentos:

- (I) — O mecanismo automático que regula o avanço do filme e que levanta e abaixa a placa de pressão entre cada exposição.
 (II) — A bomba elétrica à vácuo, que mantém o filme perfeitamente plano sobre a placa de pressão a cada exposição.
 (III) — Os instrumentos de registro com iluminação e o equipamento ótico para sua projeção a cada exposição.

d) — Compartimentos para Filme

Consiste em dois cassetes: um contém o filme virgem e é montado no lado alimentador da câmara; outro é montado no lado oposto e recebe o filme exposto. Os cassetes são projetados para comportar 75m ou 150m de filmes com 250mm de largura, representando aproximadamente 280 a 560 fotos respectivamente.

e) — Montagem

A câmara é montada de forma a permitir ao operador mantê-la em nível e rotacioná-la para compensar os desvios do avião. A Wild RC10 funciona com um motor elétrico, e isto permite o controle remoto da inclinação e dos desvios pelos navegadores, mesmo quando a câmara estiver fora de acesso dos mesmos durante o voo.

f) — Regulador de Recobrimento

É um acessório independente que regula automaticamente o intervalo de tempo entre cada exposição, a fim de se obter o recobrimento necessário. Para se obter uma visão estereoscópica das fotografias será conveniente um recobrimento de 60% entre as fotos. Esse acessório entretanto, permite que uma mesma área seja fotografada com um recobrimento de 10 a 90%.

g) — Filtros

Como quase sempre existe cerração, especialmente em grandes altitudes, um filtro — geralmente amarelo — é ajustado no cone da lente. O filtro absorve a luz azul dispersa pela cerração e melhora o contraste e a nitidez dos detalhes do terreno.

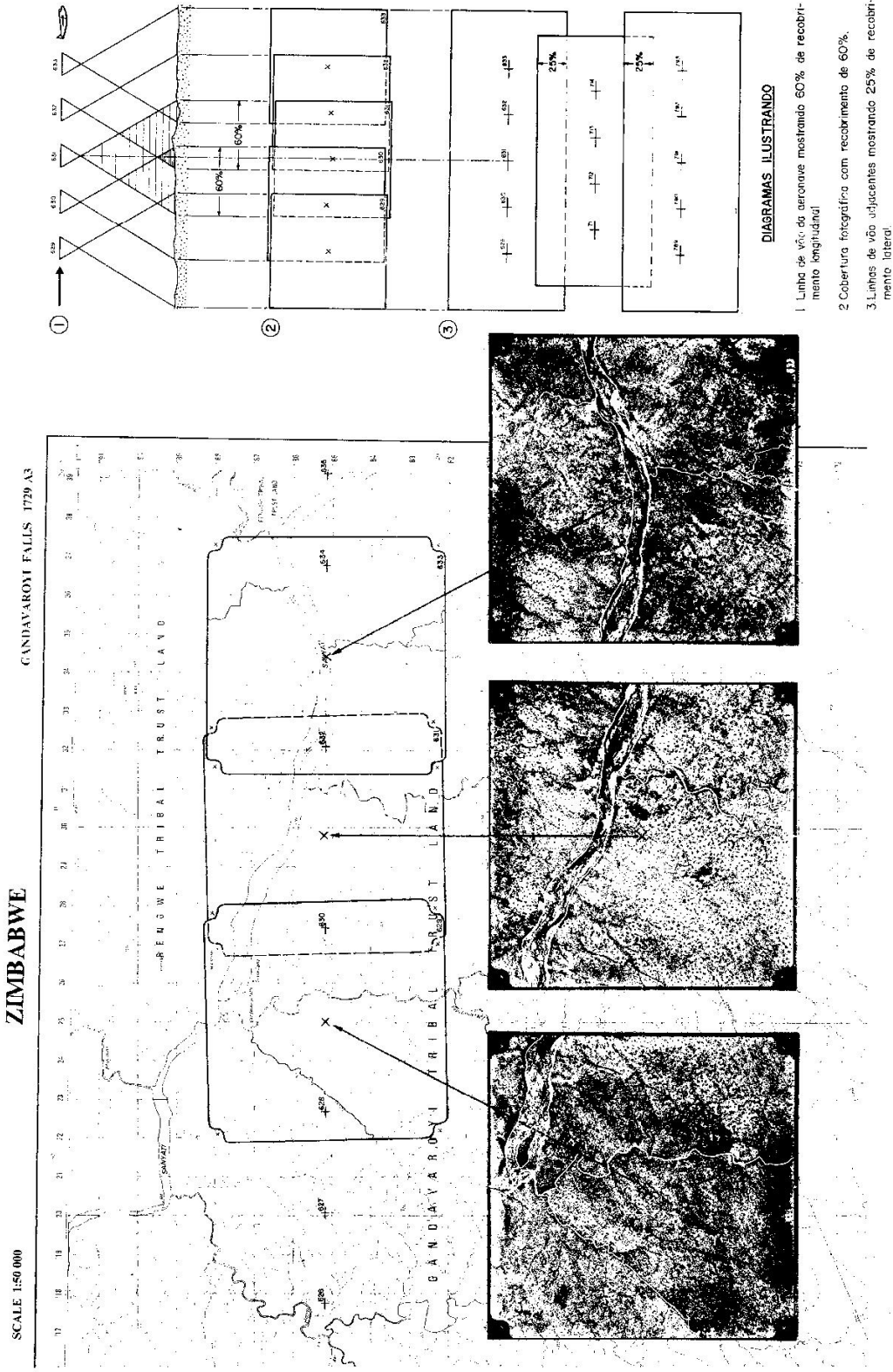


FIGURA 1/2 — Uma seção da linha de vôo com especificações básicas para cobertura fotográfica aérea

FOTOGRAFIA PARA LEVANTAMENTO AÉREO

Para evitar cerração e nuvens que ocorrem no Zimbabwe em outros meses do ano, o programa de cobertura fotográfica aérea opera geralmente entre os meses de maio a setembro. O horário para a tomada das fotografias está limitado entre 9:00 e 15:30. Se os vôos forem feitos antes ou depois desse horário, as interpretações das fotos ficam mais difíceis devido às longas sombras que cobrem detalhes do terreno. Fotografias para projetos específicos de mapeamento podem ser feitas fora desse horário, porém a qualidade das fotos será inferior.

É necessário uma plataforma bastante estável para fotografias para levantamento aéreo. Normalmente, são usados aviões bimotores, equipados com piloto automático para manter um curso predeterminado.

a) — Planejamento do Levantamento Fotográfico

Um levantamento fotográfico aéreo é cuidadosamente planejado. As rotas aéreas propostas são marcadas em mapas de 1:250.000 ou de 1:50.000, projetadas para uma sobreposição de 60% à frente e de 15 a 30% lateral. (Veja Figura 2). Será então calculado o número de fotos necessárias para cobrir uma determinada área: ex: numa escala de 1:25.000, com uma sobreposição de 60% a frente, teremos 0,43 fotos por quilômetro de vôo.

Para se obter a escala necessária de aproximadamente 1:25.000 para cobertura fotográfica aérea, a altitude de vôo sobre o nível do terreno será de 3.830m. A isto será somado a altitude do terreno conforme demonstrado nos mapas de 1:50.000 do Departamento de Levantamento Topográfico, calculando-se assim, a altitude do vôo acima do nível do mar. A cobertura fotográfica aérea de Zimbabwe é feita em "blocos" baseada em mapas individuais de 1:250.000. Consequentemente, as variações de escala que geralmente ocorrem entre blocos consecutivos se devem à diferença de altitude.

b) — Plano de Vôo

Para complementar o levantamento fotográfico aéreo, é necessário catalogar as fotografias para facilitar a reprodução de cópias para qualquer área que venha a ser selecionada. Os pontos principais (centro da foto) são marcados a cada cinco fotografias. Estas fotos são cuidadosa-

mente plotadas sobre um mapa de 1:250.000 registrando-se os números das fotos. Será então traçada uma linha entre esses pontos para indicar a rota do vôo quando da tomada das fotografias (veja Figura 1/3).

A seguir será preparada uma transparência registrando todas as informações plotadas; ela incluirá também, as bordas do mapa com longitude e latitude para registros subsequentes sobre o mapa respectivo.

c) — Cobertura Fotográfica Aérea

Conforme previamente mencionado, as fotografias de cobertura aérea no Zimbabwe são feitas em blocos, baseadas em mapas individuais de 1:250.000 de todas as regiões do país. O bloco fotografado é identificado pelo nome dado ao mapa. Cada bloco é fotografado em duas partes, a norte e a sul, sendo a linha divisória, a linha de latitude 30 minutos sul no mapa.

Em cada vôo são feitas aproximadamente 70 a 80 fotos, e quatorze vôos cobrem metade do mapa de 1:250.000. A sobreposição entre a metade norte e sul do bloco poderá exceder 50%

Tudo leva a crer que no início do programa de cobertura fotográfica aérea para 1981, haverá uma modificação na prática atual de dividir a área coberta por cada mapa de 1:250.000 em norte e sul. Cada mapa deverá ser tratado como um bloco único e numerado a partir do canto norte-oeste.

Além do programa de cobertura fotográfica aérea de 5 ou de 10 anos, serão feitos vôos sobre áreas específicas, variando as escalas de 1:40.000 para 1:80.000, para que o Departamento de Levantamento Topográfico possa fazer uma revisão nos mapas.

Estas fotografias não são normalmente mantidas pelo Agricultural Technical Extension Services, porém as informações com referências às mesmas poderão ser obtidas na Seção de Topografia.

TIPOS DE FILMES

a) — Pancromáticos

O filme normalmente usado é o tipo preto e branco pancromático. Isto significa que o mesmo é capaz de registrar, em variações de tons, a maioria das cores do espectro visível. Devido aos requisitos de precisão da fotografia aérea (para a subsequente elaboração de mapas), o filme tem normalmente uma base de polyester, a qual proporciona uma maior estabilidade dimen-

sional, com uma capacidade mínima de distensão ou encolhimento.

b) – Infra-Vermelho

Este filme, em conjunto com um filtro vermelho escuro, é projetado para registrar somente os raios de luz infra-vermelhos. Seu efeito é o de distorcer as tonalidades refletidas através do aumento de contraste entre as mesmas. Este filme ressalta as variações sutis na coloração vegetal, que não poderiam ser detectadas a olho nú.

c) – Filme Colorido

O filme colorido pode ser de grande importância em levantamentos ecológicos e de uso da terra, porém ele apresenta sérias desvantagens, tais como alto custo, sofisticados requisitos para o processamento e equilíbrio inconsistente entre as cores de um filme para outro, com variações na coloração da vegetação, tornando assim difícil a interpretação.

d) – Infra-Vermelho Colorido

Este filme é geralmente considerado como de coloração falsa, porque ele não se assemelha às cores do objeto fotografado. O filme registra tonalidades de infra-vermelho, as quais indicarão claramente a perda de vigor no crescimento das plantas, mesmo antes que isto se torne aparente no campo. Quanto mais escura for a tonalidade vermelha, maior será a vigor das plantas.

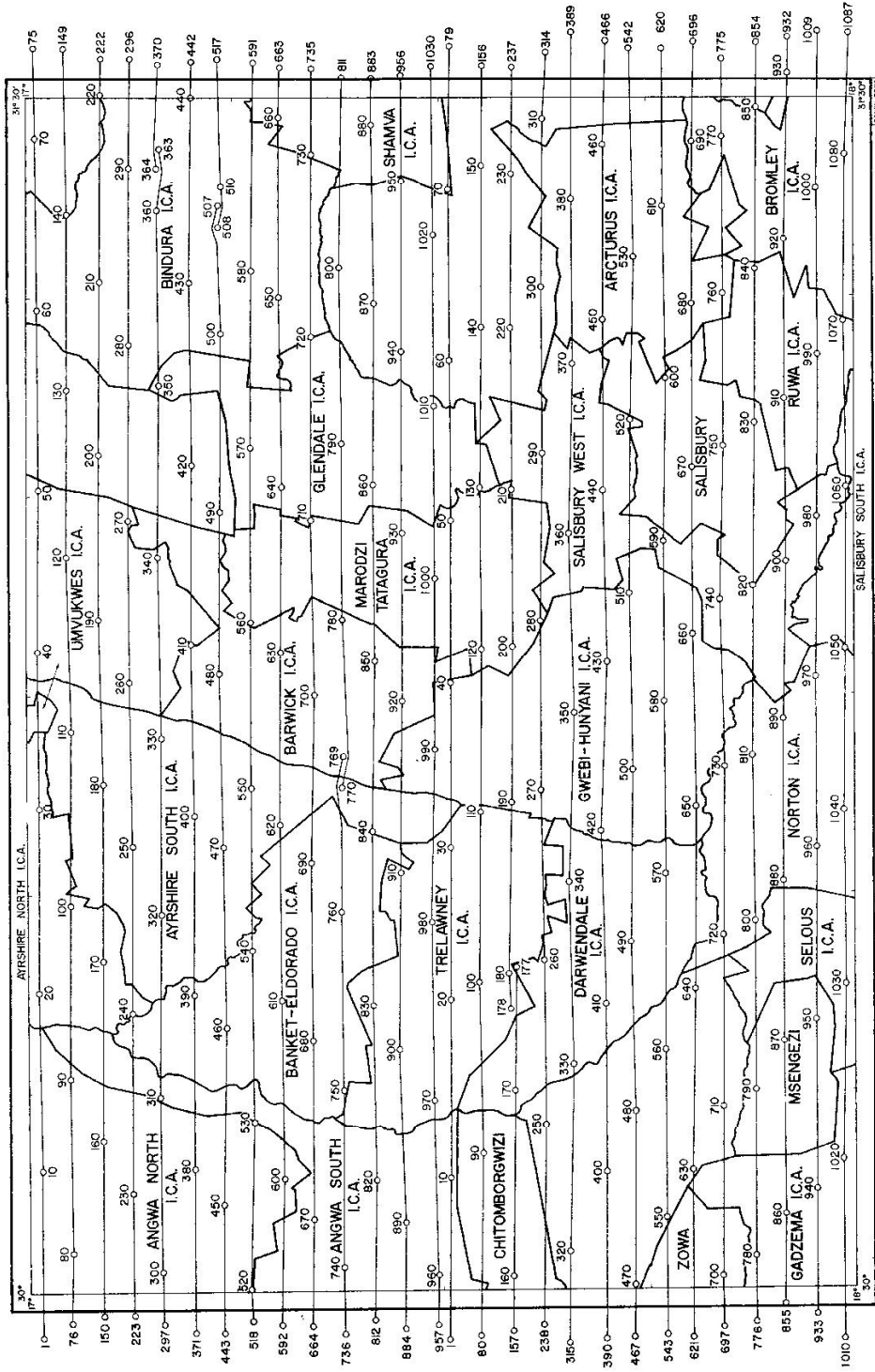
PROCESSAMENTO E REVELAÇÃO

a) – O Filme

O processamento dos filmes até 150m de comprimento exige equipamentos especializados e um cuidadoso manuseio dos mesmos. Filmes mais curtos, de 75m de comprimento, são normalmente processados em unidades de bobinas, consistindo de dois carretéis de aço inoxidável interligados na armação. Um motor elétrico movimentando a bobinagem do filme para trás e para frente de forma apropriada para o processamento. A boa qualidade das fotografias depende não somente dos equipamentos especializados mas também da habilidade do operador da câmara e do processador dos filmes.

b) As fotos geralmente são produzidas utilizando um revelador tipo "Logotronic" automático que incorpora um raio eletrônico travessante. Este raio controla a exposição de cada pequeno detalhe da imagem. O resultado é uma foto de alta resolução com um grande grau de contraste. Assim a fotointerpretação é facilitada. O papel para fotos em preto e branco, ou em cores, pode ser laminado com resina para fazê-las mais flexíveis e resistentes. Uma combinação de exposição correta e processamento adequado é essencial para atingir os melhores resultados.

SALISBURY 1978



Escala da Fotografia 1:25.000

Escala Original do Fotômetro 1:250.000

Figura 1/3 - Exemplo de um plano de voo

CAPÍTULO II

PRINCÍPIOS DA FOTOGRAFIA AÉREA VERTICAL

INTRODUÇÃO

A diferença entre uma fotografia aérea e um mapa é que uma fotografia aérea vertical sem inclinação representa uma projeção central em um plano horizontal, enquanto que um mapa representa uma projeção ortogonal em um plano horizontal. (Veja Figura 2/1).

CARACTERÍSTICAS DA FOTOGRAFIA AÉREA

Deslocamento Radial e do Relevo

Uma fotografia aérea de um terreno inteiramente plano, tirada por uma câmara cujo eixo esteja exatamente na vertical, proporciona uma posição exata de todos os pontos no mapa e, para propósitos práticos, uma escala constante por toda fotografia. O terreno entretanto, nem sempre é totalmente plano, ocorrendo assim, um efeito do deslocamento radial e do relevo em todas fotografias verticais (Veja Figura 2/2). Devido às diferenças no relevo do terreno, os objetos não aparecem na fotografia em suas posições reais e conseqüentemente, ocorrem variações de escala. Este fato é particularmente grave em áreas montanhosas. Nesses casos ficam dificultados a produção de mosaicos e os cálculos de escala das fotografias.

Inclinação e Deslocamento do Modelo Estereoscópico

Na prática, raramente o eixo ótico de uma câmara fotográfica aérea está na vertical, o que resulta em inclinação. As inclinações ao longo da linha de vôo são denominadas inclinações longitudinais, e aquelas em ângulo reto em relação a linha de vôo, são denominadas inclinações laterais (Veja Figura 2/3).

A significância das inclinações aumenta conforme a escala da foto diminua. Por exemplo: Uma inclinação que pode ser tolerada em fotografias na escala de 1:25.000 causaria graves deslocamentos em fotografias na escala de 1:5.000. Uma inclinação de no máximo 2° é normalmente permissível para um programa de cobertura fotográfica aérea a uma escala de 1:25.000.

Qualquer desvio vertical ocasiona um deslocamento da imagem na fotografia e uma variação de escala de um lado ao outro da fotografia. Este deslocamento de imagem e variação de escala, aumenta na direção das bordas da fotografia. Por esse motivo, quando forem efetuados levantamentos com interpretação estereoscópica de fotos aéreas, os 30mm à margem das fotografias não devem ser usados.

Variação da Altitude do Vôo

As flutuações na altitude do vôo acima do nível do terreno ocasionarão variações de escala entre as fotografias e um aumento ou diminuição correspondente na área fotografada. (Veja Figura 2/4). Isto poderá causar dificuldades ou mesmo impossibilitar a visão estereoscópica, o que poderá resultar em rejeição da fotografia pelo DLT. Isto poderá também causar sérias dificuldades na produção de mosaicos.

Áreas Obscuras

Ocorrem frequentemente em regiões extremamente escarpadas ou montanhosas. Áreas obscuras são aquelas que ficam encobertas por algum obstáculo ou à sombra de grandes obstáculos. Tais áreas ou objetos são, muitas vezes, difíceis ou impossíveis de interpretar.

INFORMAÇÕES REGISTRADAS NAS FOTOGRAFIAS

As fotografias geralmente apresentam algumas ou todas as informações detalhadas abaixo, porém podem apresentar algumas variações decorrentes do uso de diferentes tipos e marcas de câmaras. (Veja Figura 2/5). Isto pode também se referir, particularmente, a casos de cobertura fotográfica aérea realizada em épocas diferentes.

Marcas Fiduciais

A interseção das marcas fiduciais possibilita determinar o ponto principal da fotografia. Nas câmaras Wild as distâncias exatas entre as marcas fiduciais deverão ser 212,0mm e 299,8mm. Isto possibilita verificar se o filme foi submetido

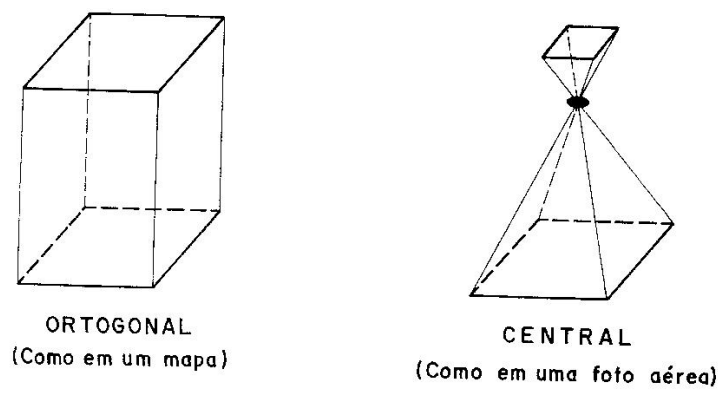


Figura 2/1 – Projeção fotográfica: mapa
 Diagrama ilustrando as projeções ortogonal e central

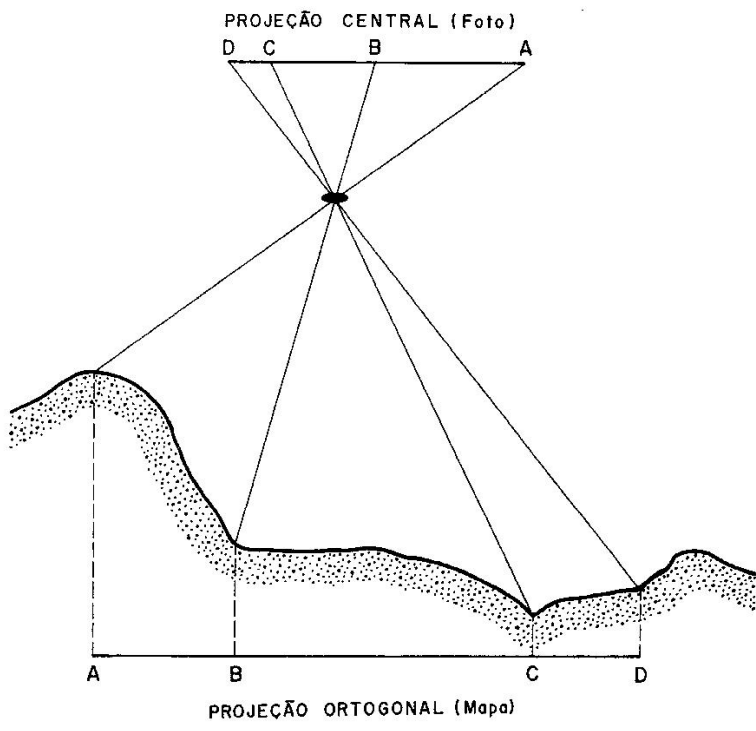


Figura 2/2 – Deslocamento Fotográfico
 Diagrama ilustrando o deslocamento radial e de relevo.

a uma tensão excessiva durante o processamento. Ex.: distorção por esticamento ou encolhimento.

Número da Fotografia

Este número é carimbado no negativo após o processamento e deverá ser mencionado sempre que for feito a requisição da fotografia.

Nome e Data do Mapa

Sempre que for requisitado um jogo de fotografias aéreas, devem ser mencionados o nome e a escala do mapa do Departamento de Levantamento Topográfico em que as mesmas estão localizadas, bem como a data em que as fotos foram tiradas.

Nível Esférico

O nível esférico indica o grau de inclinação lateral e longitudinal do negativo na ocasião da exposição do filme. Isto auxiliará na determinação da escala real da fotografia e é levada em consideração na aceitação da mesma, já que cada radial representa 2° da vertical.

Número da Câmara

O número da câmara encontra-se registrado próximo ao nível esférico ou do contador "veeder"; com ele o fotógrafo pode identificar a câmara utilizada em qualquer projeto.

Distância Focal da Lente

Como cada lente tem uma distância focal diferente, a mesma fica registrada próximo ao nível esférico ou ao contador veeder e será usada em conjunto com a altitude do vôo acima do nível do terreno para calcular a escala da fotografia, ou, alternativamente, para estabelecer a altitude do vôo e produzir uma fotografia de escala específica.

Contador Veeder

Quando acionado registra automaticamente o número da fotografia no momento da exposição do filme e é utilizado na revelação do filme para o relatório de vôo. Ele indica também quando a câmara necessita de manutenção.

Altímetro

O altímetro é ajustado antes do avião levantar vôo a fim de registrar a altitude acima do nível do mar, no momento em que a foto foi tirada. Ele pode também ser usado em conjunto com a distância focal da lente para determinar a escala da fotografia.

Cronômetro

O cronômetro registra a hora em que a fotografia foi tirada. Durante a interpretação da foto, este registro deve ser observado para se determinar o grau de sombreamento que será encontrado na foto.

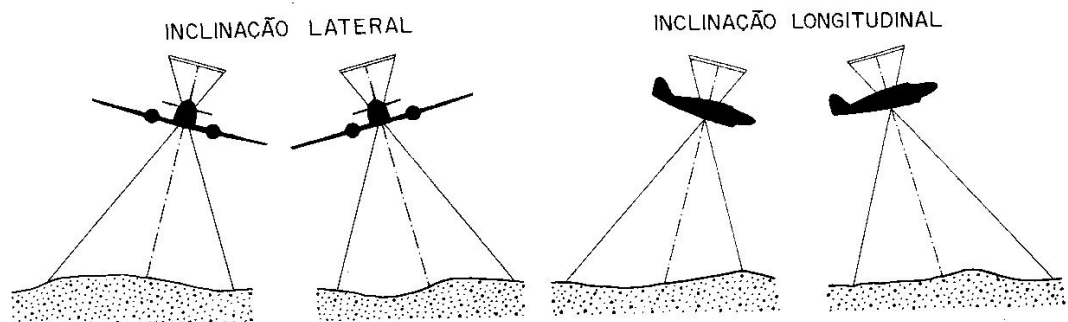


Figura 2/3 — Inclinação e Forma de Deslocamento.
Diagrama ilustrando deslocamento devido à inclinação lateral e longitudinal do avião.

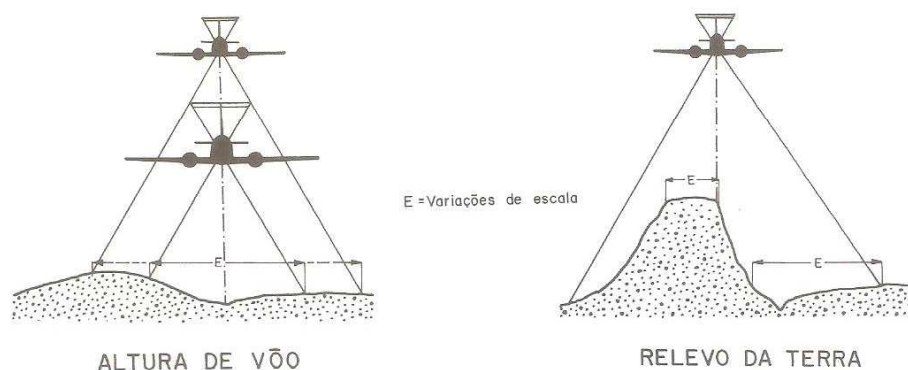


Figura 2/4 — Variações de Escala
Diagrama ilustrando variações de escala que ocorrem devido às alterações na altitude do avião ou do relevo do terreno.

TIPOS E USOS DA FOTOGRAFIA AÉREA

São apresentados a seguir os principais tipos de fotos aéreas que o planejador poderá encontrar no curso normal de seu trabalho. As fotos aéreas verticais variam tanto em tipo como aplicação, e estes fatores as tornam extremamente versáteis.

Cópias Fotográficas à Escala de Contato

São cópias em tamanho 230x230mm e são reveladas em contato direto com os negativos, sem sofrer ampliações. Seu uso primário é feito através de pares, para extração de dados físicos sob um estereoscópio, originando por conseguinte, o termo pares-estereoscópicos. Resumimos abaixo algumas das informações que podem ser extraídas dos mesmos:

- a) A rede de drenagem e de divisores de água proporcionam uma visão básica da topografia da área em estudo e são fundamentais para um planejamento básico de uso da terra;
- b) podem ser demarcadas nas fotos aéreas, áreas não aráveis e áreas úmidas. As demais são consideradas como áreas potencialmente aráveis;
- c) dentro das áreas potencialmente aráveis, po-

derão ser extraídas as áreas homogêneas. A seguir poderão ser localizadas nessas mesmas áreas, trincheiras que terão suas características codificadas no campo;

- d) tipos de vegetação (áreas homogêneas) podem ser identificados na fotografia e classificados através de verificações no campo. A seguir, poderá ser então calculada a capacidade de suporte da área;
- e) a disposição das estruturas de conservação podem ser inteiramente planejadas e podem ser definidas as áreas não aráveis. Podem ser vistas e/ou definidas as posições dos escoadouros naturais, das estradas, dos canais divergentes e terraços, permitindo a indicação da direção do fluxo da água;
- f) podem ser selecionados locais com potencial para barragens. A área da bacia hidrográfica pode ser delineada e calculada, bem como definidas suas características;
- g) podem ser definidas as melhores posições topográficas para localização de estradas internas, construções, bebedouros para gado, cercas, etc.;
- h) podem ser realizados grandes (uso da terra) ou pequenos (direito de uso da água) levantamentos que venham a ser solicitados pelo governo ou pelo produtor.

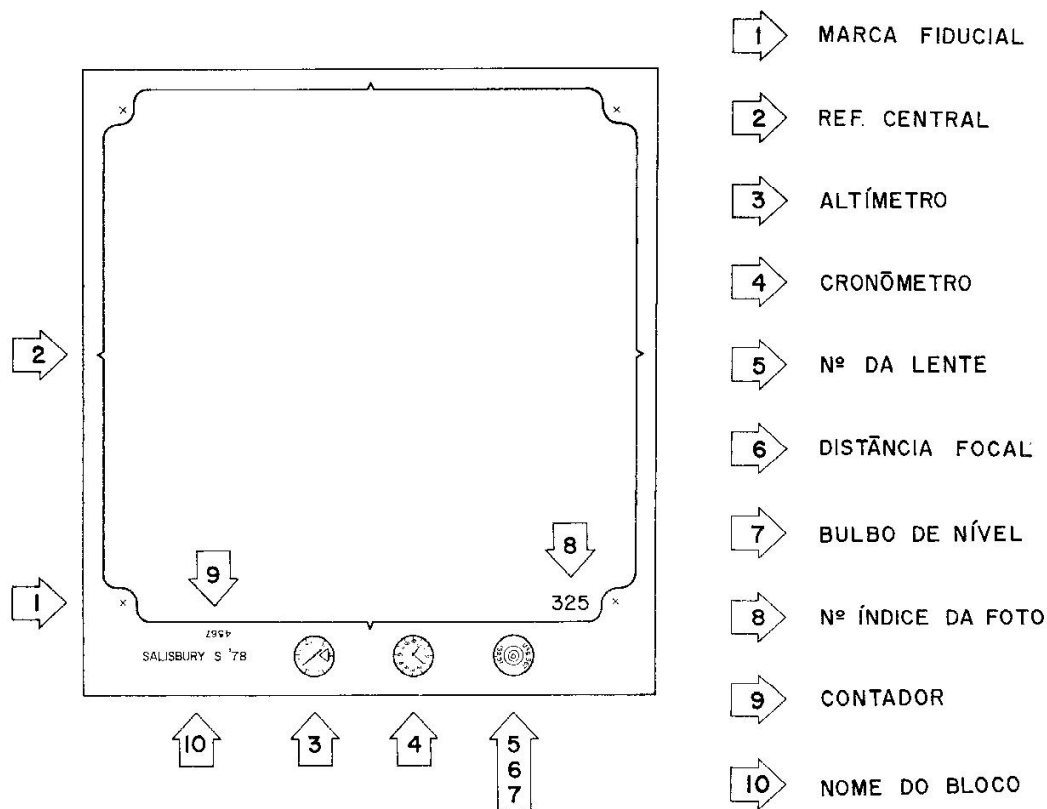


Figura 2/5 -- Informações Registradas
Diagrama detalhando informações registradas na fotografia aérea (Câmara Wild).

Ampliação x2

É a ampliação das fotografias à escala de contato em duas vezes o seu tamanho original. Essas ampliações são utilizadas para verificar no campo, as informações obtidas através de observações estereoscópicas das fotografias. Essas ampliações são também, úteis para coletar e mapear informações que não estejam registradas nas fotos à escala de contato. A verificação no campo e anotações ficam mais fáceis e mais acuradas por estarem as imagens ampliadas.

Ampliação x4

É a ampliação das fotografias à escala de contato em quatro vezes o seu tamanho original. São geralmente utilizadas para um planejamento e registro detalhados de uma área específica.

Ampliação de Áreas

Partes do negativo poderão ser ampliadas em até o máximo de dez vezes, desde que a parte ampliada não exceda o tamanho do papel disponível para reprodução (Veja Figura 2/6). O tamanho máximo disponível é de 760x1.020mm ou de 910x910mm. Ampliações acima de 8 vezes não são aconselháveis pois podem perder a clareza dos detalhes.

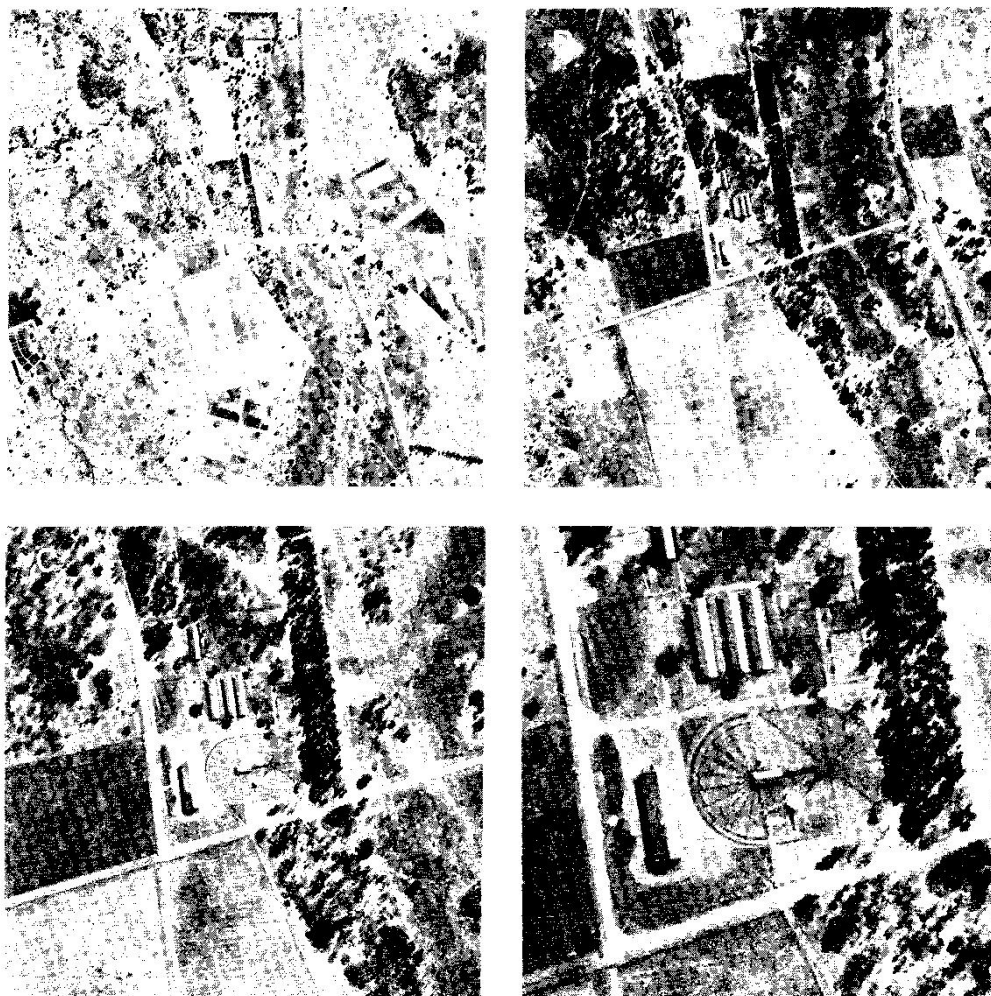


Figura 2/6 — Ampliação de Foto

Partes de uma fotografia apresentando currais para confinamento de gado e ilustrando os graus de ampliação.

- A. Escala de contado de aproximadamente 1:25.000
- B. Ampliação de 2 vezes, escala aproximada 1:12.500
- C. Ampliação de 4 vezes, escala aproximada 1:6.250
- D. Ampliação de 8 vezes, escala aproximada 1:3.125

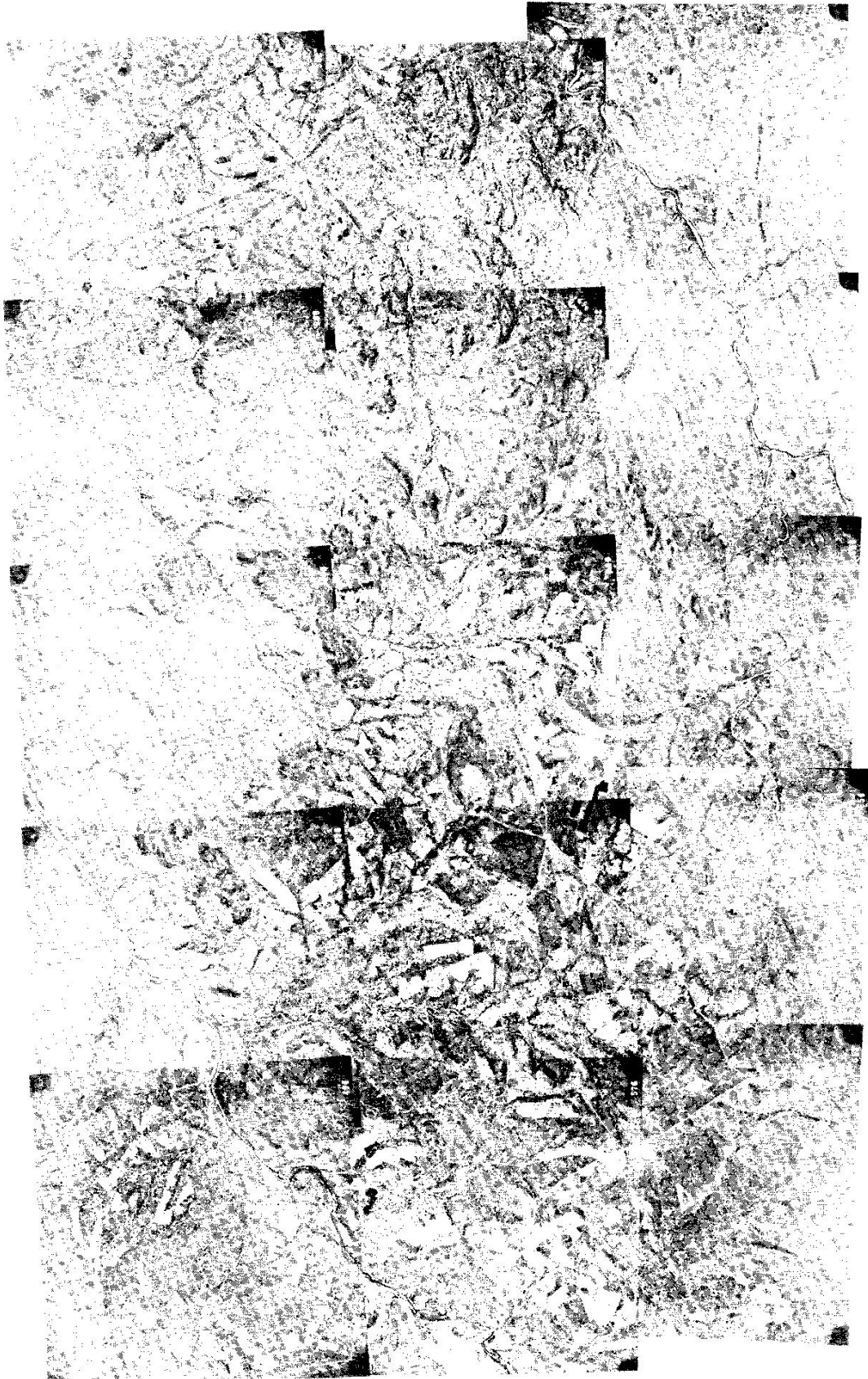


Figura 2/7 — Exemplo de uma cobertura de fotos ("Print Laydown")

Cobertura de fotos

É o processo de juntar fotos alternadas à escala de contato, das quais foram eliminadas as margens pretas de modo a formar uma imagem única da área (Veja Figura 2/7). Apresenta uma exatidão apenas aproximada. Este processo é geralmente utilizado para um levantamento preliminar de grandes áreas que ainda não foram mapeadas, ou para registrar maiores mudanças na geologia, solo, vegetação, etc.; com o passar do tempo.

Mosaicos não Controlados

Um mosaico consiste em um determinado número de cópias fotográficas à escala de contato, recortadas e cuidadosamente reunidas para dar a impressão de uma única foto. Este processo tem utilidade somente onde a exatidão das medidas de distância ou de área não sejam críticas. Os padrões que poderiam passar despercebidos numa inspeção individual de fotos, ficam mais discerníveis quando as fotografias estão reunidas. Um mosaico é usado para registro fotográfico de informações obtidas no campo e como base para planejamento de fazendas ou de área para outros fins.

Mosaicos Controlados

Os mosaicos controlados são montados quase que da mesma maneira que os mosaicos não controlados, exceto pelo fato de que cada fotografia é corrigida quanto às distorções causadas pelas inclinações e variações de escala. A retificação dessas fotografias só pode ser feita se os pontos de controle topográficos no campo

forem suficientes; quanto maior a disponibilidade de pontos de controle no campo, maior será a exatidão do mosaico. Os mosaicos controlados não são considerados necessários para o planejamento de uso da terra, já que custam aproximadamente dez vezes mais do que os mosaicos não controlados.

Refotografar

As fotografias anotadas ou reunidas em mosaicos podem ser refotografadas e reproduzidas em qualquer escala, desde que não ultrapassem o tamanho da folha de papel fotográfico disponível no mercado. Se forem requisitadas cópias em diferentes escalas é importante assegurar que a escala não se apresente como uma fração representativa, ex: 1:50.000. Seria necessário o uso de uma escala linear para qualquer grau de ampliação ou redução.

CONCLUSÃO

Uma cobertura fotográfica aérea vertical pode variar tanto em tipo como em aplicação: esses fatores a tornam extremamente versátil, porém, como regra geral, de início, as fotografias arranjadas em mosaico deveriam ser observadas a olho nú, em conjunto com todos os mapas disponíveis. Não importa quão incompletos esses mapas possam ser, eles certamente conduzirão a uma apreciação das amplas características regionais, as quais são muito extensas para aparecer em uma única fotografia.

Somente após estes estudos, as fotografias deveriam ser então examinadas detalhadamente sob estereoscópio.

CAPÍTULO III

ESCALA DA FOTOGRAFIA AÉREA VERTICAL

INTRODUÇÃO

Para o planejador de uso da terra, a escala das fotografias e mosaicos individuais é de grande importância para a utilização completa e acurada das fotografias. Sendo necessária para a medição da área e da distância, a escala é também um fator importante na interpretação.

A escala para os contratos do Programa Nacional de Cobertura Fotográfica no Zimbábwe, denominado Cobertura Fotográfica Aérea é atualmente, de 1:25.000. Devido à vários fatores, tais como: inclinação do avião, variações na altitude do vôo ou do nível do terreno, a escala não é constante. Podem ocorrer significativas variações não somente entre as fotos à escala de contato, dentro de uma sequência de fotos, como também numa foto individual. Por conseguinte, é necessário estabelecer a escala de cada foto individual, para que se possa utilizá-la em medições linear ou da área.

Fração Representativa ou Escala

Escala é a relação entre a distância na fotografia e a distância no terreno e é geralmente expressa como uma fração representativa. Ex.: 1:25.000. Entretanto, só após a determinação da unidade de medida é que a escala se torna verdadeira.

A fração representativa 1:25.000 significa o seguinte:

- A medida de 1 cm na fotografia equivale a 25.000cm no terreno.
- 1 cm na fotografia equivale a 250m no terreno.
- 1 mm na fotografia equivale a 25m no terreno.

As equivalências acima representam, na verdade, a mesma escala, porém expressas em diferentes unidades do sistema métrico, de acordo com a necessidade.

Conversão de Medida Linear para Medida de Área

A partir da escala linear é possível calcular a relação entre a medida de uma área na fotografia e sua correspondente no terreno.

Numa escala de 1:25.000, 1cm na fotografia equivale a 250m no terreno; da mesma forma 1cm² na fotografia equivale a uma área de 250x250m no terreno. O cálculo é feito tomando-se 1 ha (100m x 100m = 10.000m²) e convertendo da seguinte maneira:

$$\frac{250 \text{ metros} \times 250 \text{ metros}}{10.000 \text{ metros quadrados}} = 6,25 \text{ hectares}$$

Por conseguinte, 1cm² na fotografia equivale a 6,25 hectares no terreno.

MÉTODOS DE CÁLCULO DA ESCALA

As variações de escala serão acentuadas quando uma única fotografia é ampliada, ou uma série de fotografias é montada para formar um mosaico para fins de planejamento de uso da terra. Estas variações podem ser causadas por inclinação do avião, por alterações na altitude do vôo ou do nível do terreno, ou ainda por distensão ou encolhimento do papel. É, portanto, muito importante calcular corretamente a escala de qualquer fotografia ou mosaico antes de iniciar um planejamento.

Método Mapa: Foto

Seria muito laborioso calcular a escala em vários pontos específicos da fotografia ou do mosaico, e em muitos casos, até desnecessário. A menos que haja necessidade de medidas exatas, pode-se calcular uma escala média para a fotografia, e com um certo cuidado, pode-se chegar de 98 a 99% de exatidão.

- a) Selecione no mínimo 3 pontos na fotografia ou no mosaico. Estes pontos devem estar nitidamente identificáveis no mapa a ser usado. Marque os pontos com as letras "A", "B" e "C" e una-os formando um triângulo sobre toda a área da fotografia ou do mosaico. Estes pontos poderão ser junção de rios, cruzamento de estradas, interseção entre duas cercas, etc. Entretanto, não pode haver dúvidas quanto às exatas posições dos pontos selecionados, seja no mapa, seja na fotografia; qualquer fa-

lha na identificação de um ponto selecionado, afetará dois dos três indicadores da escala prejudicando a confiabilidade da mesma.

- b) Transfira os três pontos selecionados para o mapa, certificando-se de que o mesmo seja do tipo que tenha uma escala cuidadosamente conhecida: ex: mapa topocadastral, ou diagrama de levantamento topográfico certificando-se também, tanto quanto possível de que todos os pontos a serem usados estejam num mesmo nível acima do mar. Devem ser evitadas mediações que vão de topos de montanhas a pontos em fundos de vale, pois os topos dos morros são frequentemente deslocados da projeção central da fotografia e os pontos altos e baixos ficam, conseqüentemente, em escalas diferentes. Portanto, qualquer medição linear não seria exata, resultando em cálculos errados.
- c) Meça a distância entre os pontos AB, BC e CA na fotografia ou mosaico, com uma exatidão possível de 0,5mm. A seguir, meça as mesmas distâncias no mapa, também com uma exatidão de 0,5mm e faça o seguinte cálculo para cada braço do triângulo: (Veja Figura 3/1).

$$\frac{\text{medida do mapa em mm}}{\text{medida da fotografia em mm}} \times \text{FR do mapa usado} = \text{escala}$$

$$\frac{117,5\text{mm}}{345\text{ mm}} \times 50.000 = \text{escala de 1:24.855}$$

- d) Você terá agora 3 escalas distintas devendo haver entre as mesmas no máximo 3% de variação. Se isto não acontecer, refaça o cálculo do braço do triângulo que apresentou variação. Se os cálculos subsequentes continuarem a exceder os limites aceitáveis, escolha nova(s) distância(s) o mais abrangente possível dentro da área de levantamento e refaça os cálculos até conseguir os três fatores da escala satisfatórios.
- e) Quando as três escalas estiverem dentro de 3% de variação entre si, ache a média somando os valores e dividindo o resultado por três. O resultado será uma escala média para a fotografia ou mosaico, ou para a área coberta pelos cálculos.

Este método além de simples, é também preciso e poderá ser realizado sem necessitar de uma verificação no campo. Seus resultados entretanto, dependem amplamente da acuidade com que forem demarcados os pontos e efetuadas as medições.

Em áreas montanhosas, onde não pode ser evitado a seleção de pontos em planos diferentes, qualquer escala encontrada com a utilização do método acima mencionado será apenas aproximada. Por conseguinte, recomenda-se que seja obtida uma escala específica para a área em estudo.

Método Foto: Terreno

Os procedimentos a serem seguidos neste método são idênticos aos usados com mapas fotográficos com a exceção de que as medições no terreno substituem as medições efetuadas no mapa.

- a) Os passos de (a) a (c) são os mesmos estabelecidos para o método com mapa-foto substituindo-se as medições do mapa pelas medições no terreno. Isto deve ser procedido com acuidade, utilizando-se uma trena de levantamento.
- b) Os cálculos seguintes são feitos utilizando-se as medidas otidas nas fotos do terreno.

$$\frac{\text{medidas do terreno em metros}}{\text{medidas da foto em mm}} \times 1000 = \text{escala}$$

$$\frac{8.575\text{ metros}}{345\text{ mm}} \times 1000 = \text{escala de 1:24.855}$$

- c) Como no método mapa-foto os passos (d) e (e) devem ser seguidos com o mesmo grau de precisão.

Este método não deverá ser utilizado quando for possível o uso do método mapa-foto, porque será necessário um alto grau de exatidão para as medidas do terreno. Entretanto, quando as medidas do terreno são conhecidas através de diagramas de levantamento topográfico e os pontos puderem ser identificados na foto ou no mosaico, este método poderá ser o mais preciso.

Método Através da Distância Focal e Altitude de Vôo

Através deste método, a distância focal das lentes da câmara é relacionada com a altitude do vôo acima do nível do terreno. Esta informação aparece somente em algumas das fotos em escala de contato. Como ela não aparece em ampliações ou em mosaicos, não poderá ser utilizada em todas as situações.

- a) Atualmente estão em uso as câmaras "Wild". A distância focal da lente da câmara usada para tirar a fotografia está marcada logo abaixo

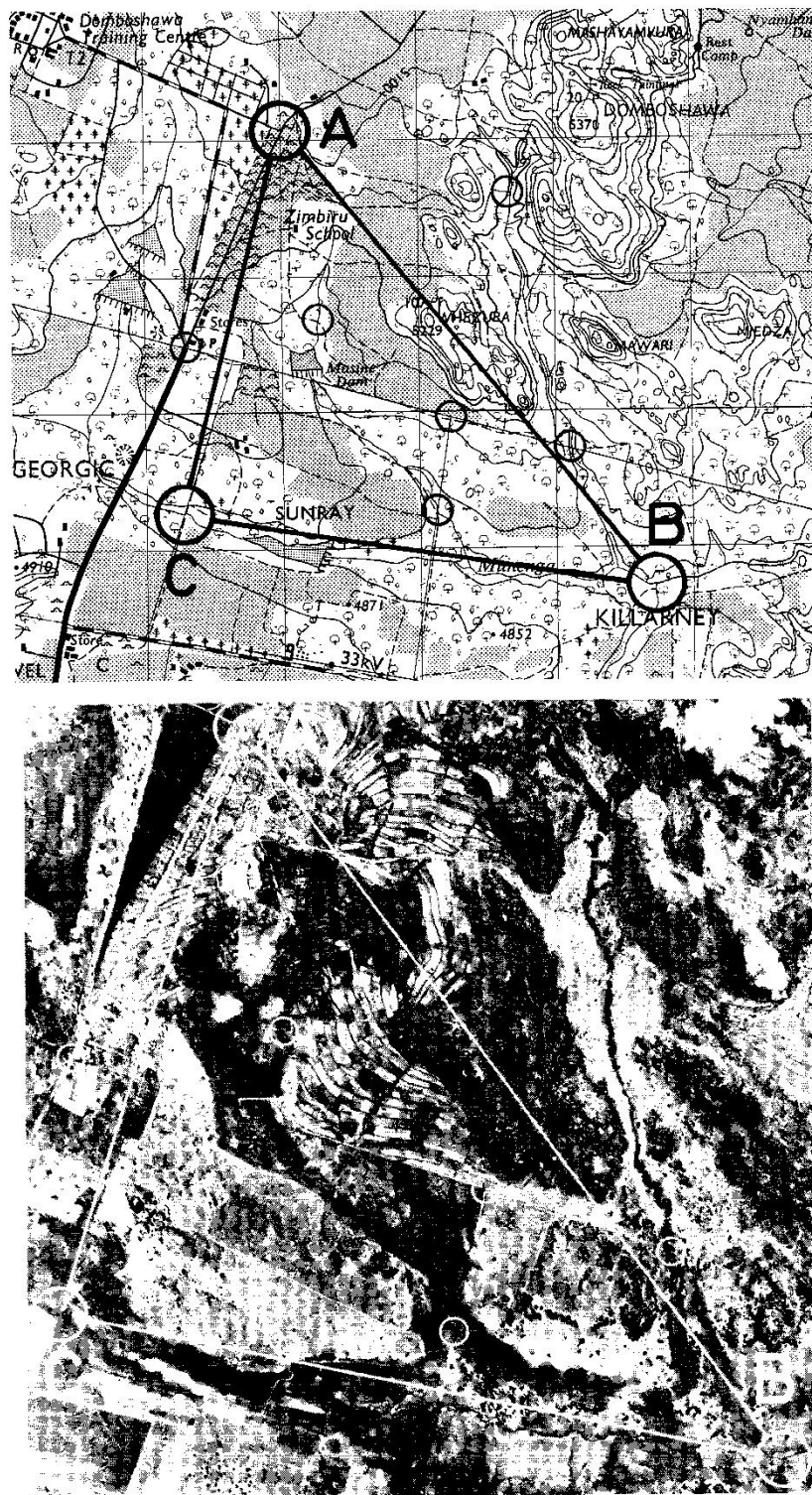


Figura 3/1 — Cálculo de Escalas Através de Método Mapa-Foto
Parte de um mapa de 1:50.000 e fotografia da mesma área mostrando os pontos selecionados e o triângulo conforme necessário neste método. São também apresentados pontos alternativos que poderiam ser usados.

do bulbo de nível, ou próximo ao contador "Veeder" nas fotos à escala de contato. Como a distância focal é diferente para cada lente, a mesma deverá ser verificada cada vez que este método for utilizado.

- b) A altitude de vôo acima do nível do terreno pode ser calculada através do mostrador do altímetro que aparece na foto. É necessário muita atenção ao efetuar a leitura do altímetro, pois o mesmo poderá estar marcando medidas em pés ou metros acima do nível do mar. Será então deduzida a altitude do terreno no local onde foi feita a fotografia, para se saber a altitude do avião acima do nível do terreno.

$$\frac{\text{Altitude do vôo acima do nível do terreno em metros}}{\text{Distância focal da lente da câmara em milímetros}} \times 1.000$$

$$\frac{3.813 \text{ metros}}{152,51 \text{ mm}} \times 1000 = \text{escala de } 1:25.002$$

Este método deverá ser usado por um planejador experiente e somente se os dois métodos

anteriores não puderem ser utilizados.

CONCLUSÕES

Quando a escala de uma fotografia ou de um mosaico específico for cuidadosamente determinada, essa escala, a data e o nome do planejador que efetuou os cálculos deverão ser registrados no verso da fotografia ou do mosaico para futuras referências e uso.

Devido à vários fatores tais como: inclinação do avião, variações na altitude do vôo ou nível do terreno, a escala determinada para uma fotografia ou mosaico não deverá ser extrapolada para qualquer fotografia tirada ainda que numa mesma linha de vôo ou bloco.

É válido notar que o tamanho da fotografia, do mosaico ou da ampliação, não apresenta nenhum relacionamento com sua escala, sendo portanto, necessário determinar um fator de escala através de, no mínimo, um dos métodos anteriormente descritos.

CAPÍTULO IV

INTERPRETAÇÃO DE FOTOGRAFIA AÉREA VERTICAL

INTRODUÇÃO

A interpretação de fotos é o ato de examinar as imagens fotográficas com o propósito de identificar os objetos e determinar sua significância. A esta definição deve-se adicionar o conceito de identificar o ambiente, porque muitos fatores críticos exigem que o processo seja mais do que simplesmente identificar objetos individuais.

Basicamente, ocorrem vários estágios consecutivos durante a interpretação de fotos. As imagens ou condições específicas devem ser primeiramente detectadas, identificadas e finalmente julgadas para então, ser avaliada sua significância.

Algumas imagens poderão ser prontamente reconhecidas. O reconhecimento significa que o observador "conhece" a identidade do objeto ou da imagem, geralmente porque o mesmo tem algum conhecimento ou experiência anterior. Entretanto, devem ser empregadas técnicas analíticas deliberadas para identificar objetos, imagens ou condições com as quais o observador não tenha experiência anterior, ou onde o objeto por si é difícil de identificar.

MÉTODOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO

Podem ser usadas várias técnicas de exames de fotos para se conseguir a informação desejada. Estas técnicas podem variar de simples à mais complexas, tais como "foto-leitura", "foto-análise" e "foto-dedução". Todos estes métodos são conhecidos como "fotointerpretação" muito embora sejam técnicas independentes, aplicadas em graus crescentes de complexidade.

Foto-Leitura

Esta técnica é antes de tudo, o reconhecimento direto de objetos feitos pelo homem e de características comuns do terreno. Ela refere-se à visão vertical de, por exemplo: construções, trabalhos de engenharia, campos cultivados, riachos, florestas e formações da terra.

Basicamente, o leitor de fotos utiliza os detalhes da fotografia aérea do mesmo modo que o leitor de mapas usa os sinais convencionais mostrados num mapa. Normalmente este processo não envolve o uso de estereoscópio e é a técnica

de interpretação mais simples.

Foto-Análise

É a técnica de examinar o objeto através da separação e distinção de suas partes componentes. A aplicação deste processo para várias características da fotografia representa a foto-análise. Aqui são incluídos todos os aspectos da foto-leitura, adicionando-se porém, uma avaliação do inter-relacionamento entre as características da foto para a classificação e o levantamento.

Em termos de classificação da terra, por exemplo, a foto-análise representa um estudo completo e sistemático da imagem estereoscópica. Isto é realizado visando analisar todos os "elementos" que se referem às condições da terra. O objetivo principal é o de identificar estereoscópicamente as várias unidades do terreno e delinear todas as áreas homogêneas que indicam diferenças nas condições do solo. Cada área homogênea é metodicamente analisada e comparada às outras. As áreas similares recebem símbolos iguais.

Foto-Dedução

Esta é a mais adiantada e complexa das técnicas interpretativas. Ela inclui todas as características da foto-leitura e ainda uma avaliação da estrutura geomorfológica da área, os processos responsáveis por sua formação e o estágio de seu desenvolvimento. Ela inclui também, um exame detalhado de todos os outros elementos da foto aérea e uma cuidadosa avaliação dos mesmos.

Através do estudo da imagem ou modelo estereoscópico são feitas deduções relativas a elementos ocultos. Com relação a levantamentos do solo e à classificação da terra, a foto-dedução não é totalmente confiável, a menos que os relacionamentos entre as características físicas da superfície da terra, bem como entre as características ocultas que deverão ser deduzidas, estejam realmente visíveis nas fotografias. Raramente tais relacionamentos ocorrem. Por esse motivo, o único método consistente em relação ao uso do material fotográfico aéreo para fins de classificação do solo e da terra, seria uma combinação de análises de fotos aéreas e um sistema planejado de verificação no campo.

UMA CONDUTA PARA A INTERPRETAÇÃO

Do Geral para o Específico

A área em estudo deverá ser primeiro observada a olho nú, em conjunto com todos os mapas e mosaicos disponíveis. (Veja Figura 4/1). Muito embora possam parecer incompletos, esses dados levam a uma apreciação dos padrões regionais, os quais são muito extensos para aparecer em uma única fotografia. Desse modo, poderão ser detectados padrões descontínuos porém repetitivos que aparecem sobre grandes áreas. Somente após este estudo é que as fotografias aéreas deverão ser examinadas estereoscópicamente.

Do Conhecido para o Desconhecido

Nos primeiro estágio de interpretação, deve ser estabelecido o que é reconhecível e conhecido. Características e fatores já identificados nos mapas ou em outras fotografias, devem ser transferidas diretamente. Ficará então, disponível para comparação com imagens desconhecidas, o que for positivamente identificáveis nas fotos.

Um Tópico de Cada Vez

A interpretação de fotos deverá ser conduzida metodicamente, com um tópico levando à outro: o intérprete que não se concentra na sequência dos tópicos, terminará confuso.

O Uso de Imagens Secundárias e o Ambiente

Quando afastado de seu ambiente, a aparência de um armazém de cargas ferroviário, será similar a um depósito de cura de tabaco, porém quando a imagem secundária é usada, a identificação se torna imediatamente óbvia. Os ramais e os desvios ferroviários, ou celeiros de cura são identificados como tal.

Um bebedouro para gado pode também ser difícil de localizar ou identificar. A imagem secundária pode facilitar a tarefa. Um indício para sua identificação poderá ser a confluência de trilhas de gado, a proximidade de um rio, ou um ponto de água.

Conhecer a Escala

Antes de iniciar qualquer interpretação, o intérprete deverá conhecer a escala da foto ou do mosaico que está sendo trabalhado. Is-

to lhe dará o relacionamento em tamanho entre o conhecido e o desconhecido e lhe possibilitará calcular o tamanho de um objeto.

Saber a Data da Fotografia

É muito importante para o intérprete saber a data em que a fotografia foi tirada. Isto evitará a perda de tempo na busca de objetos que foram construídos após a tomada das fotografias. Em muitos casos, construções que aparecem na fotografia podem já terem sido derrubadas. A data ajuda também, a identificar as espécies de vegetação.

FATORES QUE LEVAM A UMA FALSA INTERPRETAÇÃO

Embora com pouca frequência podem ocorrer falhas no material fotográfico aéreo; o intérprete não deverá confundí-las com detalhes do terreno.

Arranhaduras

Marcas de arranhaduras no filme podem ser reproduzidas na foto como finas linhas brancas ou pretas. Estes sinais podem ser causados por falha mecânica da câmara ou por um manuseio descuidado no processamento. Os mesmos são geralmente óbvios e não se compatibilizam com nenhum detalhe da imagem.

Marcas de Eletricidade

São causadas por liberação de eletricidade estática no filme quando ainda dentro da câmara e aparecem como tipos de ramificações. Marcas como estas não aparecem nas mesmas posições relativas nas fotos subsequentes.

Variações de Tonalidade

Devido às variações no ângulo dos raios de sol, uma superfície de água (reservatório), poderá aparecer com uma tonalidade escura numa foto e com uma tonalidade clara na foto seguinte de recobrimento o que poderá ser interpretado como área arenosa.

Faixas Laterais

Ponta do filme fixada erroneamente no carretel antes da primeira foto ou após a última, pode ocasionar faixas no processo de revelação e aparecer na fotografia como faixas paralelas claras

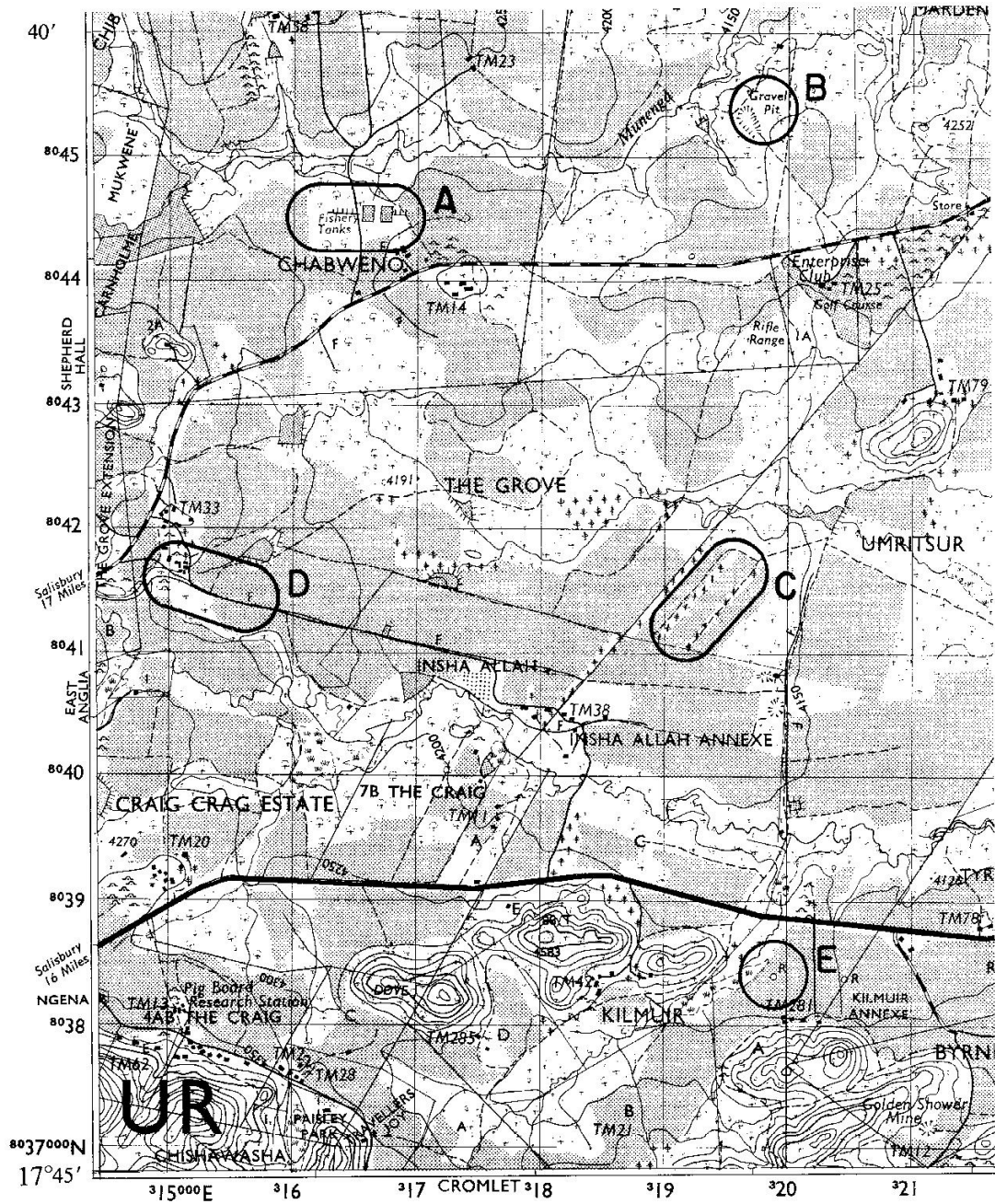


Figura 4/1 – Uso de Mapas

Parte de um mapa de levantamento topográfico numa escala de 1:50.000, do tipo a ser usado, mostrando os seguintes itens que poderão auxiliar na interpretação das fotos.

- a) – Tanque de peixes
- b) – Jazida de cascalho
- c) – Quebra-Ventos
- d) – Canal de água/irrigação
- e) – Reservatório de água

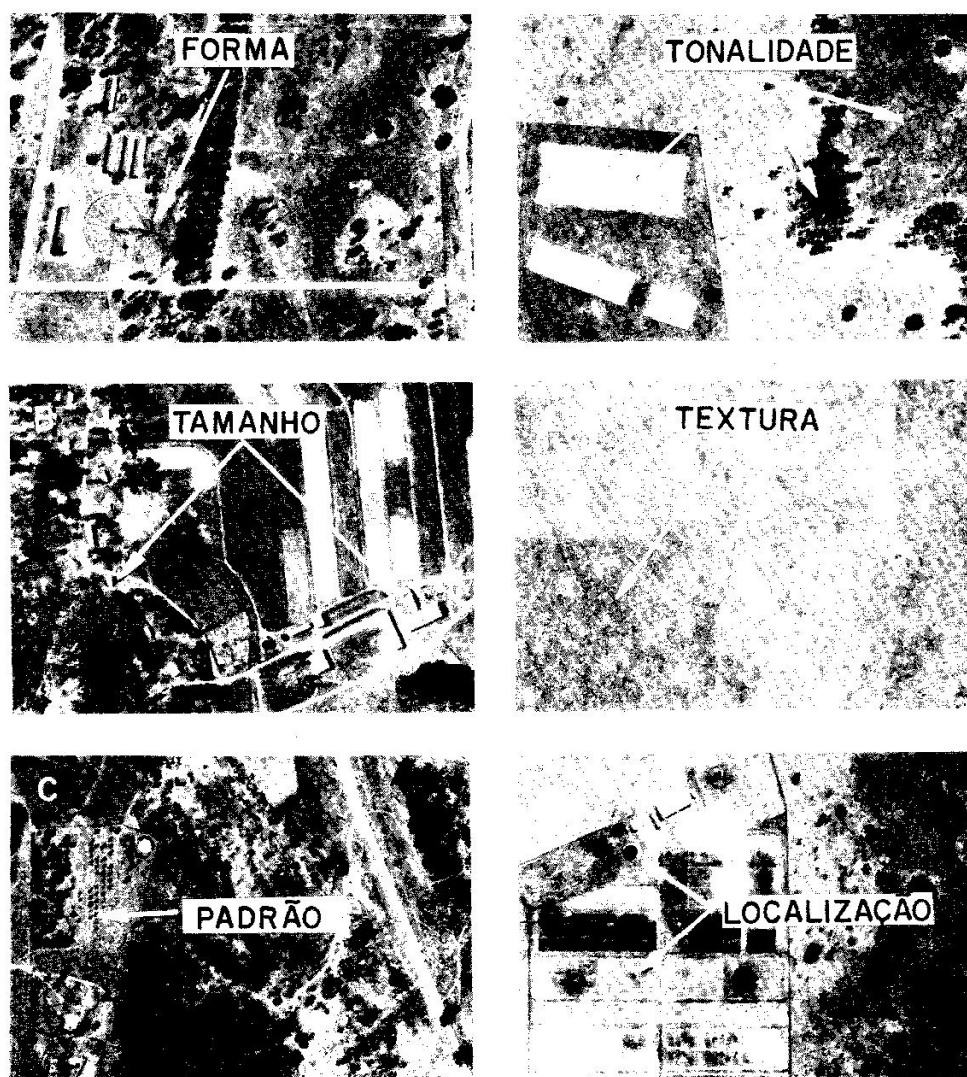


Figura 4/2 — Fatores de Interpretação

Partes de seis fotos aéreas ampliadas, mostrando fatores básicos de interpretação.

- A. Forma — relaciona-se com as formas e contornos em geral.
Ex.: Currais
- B. Tamanho — área ocupada por um objeto. Ex.: casas e celeiros.
- C. Padrões — organização de detalhes que caracterizam grupos de objetos. Ex.: pomar.
- D. Tonalidade — brilho com que a luz é refletida por um objeto.
Ex.: terra arada, pastagem, matas, áreas úmidas.
- E. Textura — freqüência de variação de tonalidade dentro de uma imagem.
Ex.: área em pousio com diferente densidade de cobertura.
- F. Local — relação entre dois objetos.
Ex.: reservatórios de água e área irrigada.

ou escuras, variando em largura.

Marcas Brancas

Marcas brancas que aparecem na mesma posição em todas as fotos, são causadas por marcas no vidro do equipamento de revelação.

FATORES BÁSICOS DE INTERPRETAÇÃO

Forma

Tem relação com as formas, configurações e margens em geral, os quais podem ser ou não conhecidos do interpretador (veja Figura 4A). O reconhecimento de formas é o fator mais importante na identificação visual de objetos numa foto aérea vertical.

Tamanho

Neste caso, o tamanho em termos de superfície ou dimensões de volume de um objeto (veja Figura 4/2B). As dificuldades ocorrem quando forem usadas fotografias de escalas diferentes. As imagens não serão constantes em tamanho; por exemplo, numa escala de 1:5.000, uma cabana poderá ter o mesmo tamanho de um grande edifício de apartamentos (oito vezes maior), quando visto em uma fotografia numa escala de 1:40.000.

Padrão

Refere-se à forma ou à combinação de detalhes que são características de muitos grupos de objetos (veja Figura 4/2C), tanto natural como construído pelo homem. Estas formas ou detalhes proporcionam padrões que auxiliam o intérprete no seu reconhecimento.

Exemplos típicos são: pomares, pilhas de milho, cupinzeiros, plantações e vegetação natural.

Tonalidade

O brilho com que a luz é refletida por um objeto não deverá ser confundido com padrões (Veja Figura 4/2D). A luz é refletida de objetos sob diferentes ângulos e intensidades. Isto causa diferenças de tonalidade (gradiente) entre as imagens. Sem as diferenças de tonalidade os objetos não poderiam ser separados um do outro, porque margens e gradientes de tonalidade entre uma imagem e seu plano de fundo seria zero. As fotos apresentariam então, uma aparência cinza uniforme.

Textura

Textura é a frequência de mudança da tonalidade dentro de uma imagem (ver Figura 4/2E). Esta tonalidade é produzida por um agregado de componentes muito pequenos que não podem ser distinguidos individualmente na fotografia. É um produto da tonalidade, do tamanho, do formato, do padrão e da sombra dos componentes individuais. Conforme a escala da foto vai diminuindo, as texturas de um objeto se tornam progressivamente mais tênues e eventualmente desaparecem.

Por conseguinte, somente objetos grandes e bem definidos têm texturas reconhecíveis em fotografias de pequena escala. Em fotografia de escala maior com áreas de matas, as folhas das árvores contribuem para a textura dos ramos que são individualmente reconhecidos. Em fotografias de escala média, as copas contribuem para a textura das árvores.

Sombras

Quando um objeto se interpõe e impede que os raios de sol alcancem certas áreas, formam-se sombras (ver Figura 4/3), as quais são importantes sob dois aspectos:

- a) geralmente a forma ou o contorno da sombra indica uma visão do perfil lateral do objeto. Isto facilita a interpretação porque no dia-a-dia, o reconhecimento normal dos objetos é feito pela visão lateral. Uma visão vertical de uma tesoura não mostra nada, porém uma sombra lateral formará um perfil perfeito.
- b) os objetos que ficam na sombra refletem tão pouca luz, que não podem ser percebidos, e os detalhes que podem ser importantes ficam obscuros. Por esse motivo, as fotografias para levantamentos nunca devem ser realizadas nas primeiras horas da manhã ou nas últimas horas do entardecer. A fumaça oriunda das queimadas pode impedir grande parte da visão estereoscópica, pois o efeito da sombra é amplamente reduzido, especialmente quando o terreno é relativamente plano.

Localização

A localização é muito importante, não somente para interpretar modificações feitas pelo homem, como também para certas formações naturais. (Ver Figura 4/2F). Por exemplo, muitos tipos de vegetação (áreas homogêneas), estão tipicamente confinadas a locais topográficos



Figura 4/3 — Sombras

Partes ampliadas de duas fotografias ilustrando:

- A) — Visão do perfil de um objeto demonstrado pela sombra facilitando a interpretação.
Ex.: torres de eletricidade.
- B) — Objetos à sombra de outros maiores ficam difíceis ou mesmo impossíveis de interpretar.
Ex.: a sombra de um grande morro.

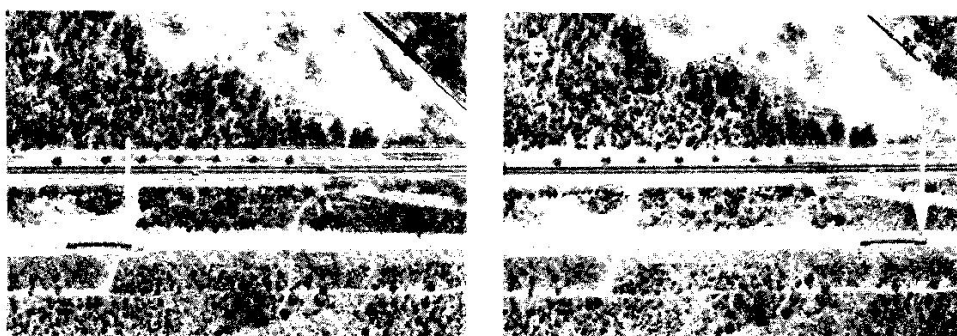


Figura 4/4 — Movimento

Partes ampliadas de duas fotos consecutivas mostrando um trem em posições diferentes, indicando a movimentação do trem durante o intervalo entre as duas fotos tiradas.

cos específicos, tais como pântanos, margens de rios, terrenos arenosos e elevações rochosas. Em alguns casos será possível identificar as espécies de vegetação, e com esse conhecimento, deduzir as características do local. Em outros casos o local poderá ser identificado e assim, conseguir-se um indício de vegetação.

Movimento

Como as fotos aéreas verticais são tiradas com poucos segundos de intervalo entre uma e outra (ver Figura 4/4), os objetos tais como um carro ou animais em movimento aparecem em posições diferentes nas fotografias consecutivas e quando são observadas sob o estereoscópio apresentarão uma imagem dupla.

CONCLUSÃO

A pergunta "isto está parcial ou direta-

te relacionado com o tópico a ser analisado?" deve ser rigorosamente aplicada em termos do desconhecido. Se a resposta for "não", o item deverá ser imediatamente descartado. Se houver dúvida, ou se a resposta for "sim", deverá ser buscada a identificação do item. Uma pergunta adequada para ser feita em todos os casos de incerteza é a seguinte: "o que mais poderia ser?". Esta pergunta deverá ser feita repetidamente até uma identificação certa, ou no mínimo, limitada a poucas possibilidades que deverão ser confirmadas através de observações no campo.

A arte de interpretação de fotos aéreas é internacionalmente reconhecida como uma ciência. Pode ser usada para determinar a significância do meio-ambiente para o uso da terra, para fins agrícolas e para outros incontáveis levantamentos e projetos. As vantagens da interpretação de fotos aéreas se tornam óbvias para o planejador quando ele descobre a grande economia de tempo, de despesas e de mão-de-obra, com comparação a outros métodos de levantamento no campo.

CAPÍTULO V

VISUALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA FOTOGRAFIA AÉREA

INTRODUÇÃO

O estereoscópio é um instrumento utilizado para se obter uma visão tridimensional de pares de fotos estereoscópicas (ver Figura 5/1). Pode se obter uma imagem estereoscópica satisfatória com quase todos os pares de fotografias aéreas que mostram o objeto em ambas as fotos na mesma posição relativa. Mais ainda, a escala para cada foto deverá ser aproximadamente a mesma, e devem ser tiradas de posições não muito distantes e da mesma direção.

Os estereoscópios de espelho e de bolso são utilizados principalmente para observar fotos aéreas e como instrumentos auxiliares em todas

as fases de interpretação, levantamento e mapeamento. Os estereoscópios são muito importantes em muitos campos da ciência, da tecnologia e das artes. Examinar pares de fotos sem o uso do estereoscópio requer muita prática e apresenta muitas limitações; para uma observação estereoscópica facilitada, se faz necessário a uso do estereoscópio.

A visualização estereoscópica acontece quando o olho esquerdo vê uma imagem ligeiramente diferente da visualizada pelo olho direito. Ambas as imagens se fundem através do centro visual do cérebro em uma visualização tridimensional do objeto.

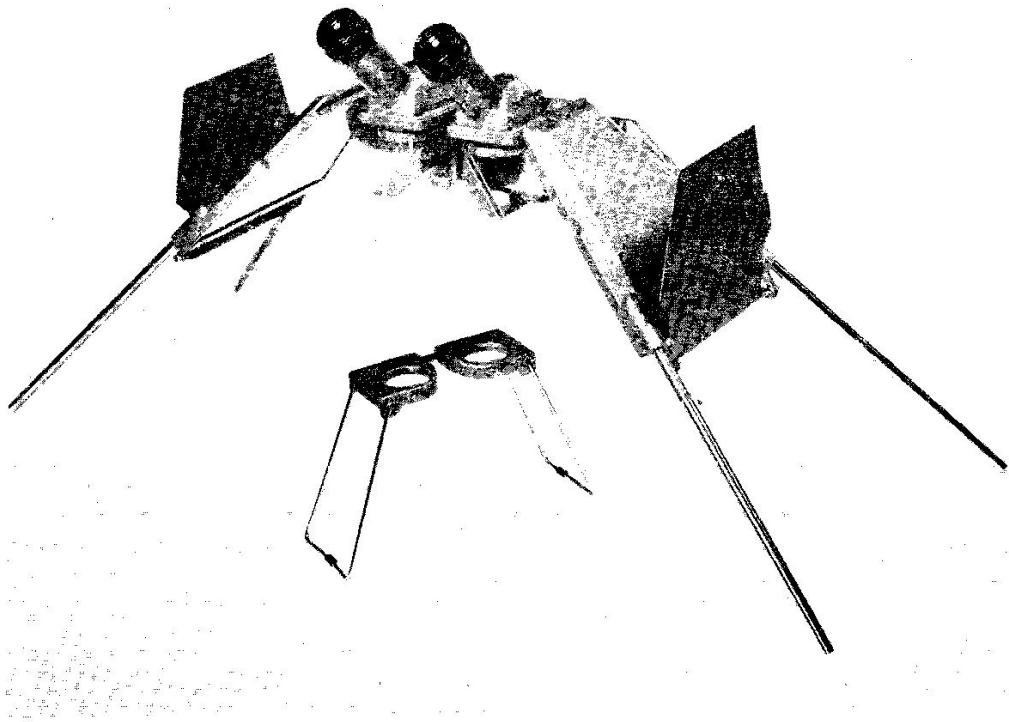


Figura 5/1 — O estereoscópio

Fotografia de um estereoscópio de espelho com binóculos e de um estereoscópio simples de bolso. Existem em uso diferentes marcas de estereoscópios de espelho e de bolso. São todos basicamente iguais, tanto na aparência como na utilização.

Visão Estereoscópica

Para uma interpretação detalhada da foto aérea, é importante uma visão estereoscópica ou tridimensional. O mecanismo básico da visão tridimensional é, entretanto, muito simples. A distância inter-pupilar, ou a base ocular de um adulto é de cerca de 64mm. Uma imagem do objeto examinado separadamente pelo olho esquerdo e pelo direito é projetada dentro da retina de cada olho. Em seguida o córtex do cérebro efetua uma imagem composta através das duas visões ligeiramente dissimilares. A pesquisa tem demonstrado que a base ocular varia de 60 a 80mm de distância entre si, de pessoa para pessoa, e a percepção de profundidade tem variação individual. É amplamente reconhecido que o olho humano não consegue perceber ângulos de menos de cerca de 30 segundos de um arco subtendido acima de 450mm. Em distâncias maiores do que essa, uma visão tridimensional não será perceptível.

Exagero Estereoscópico

Aumentando a largura da base ocular atra-

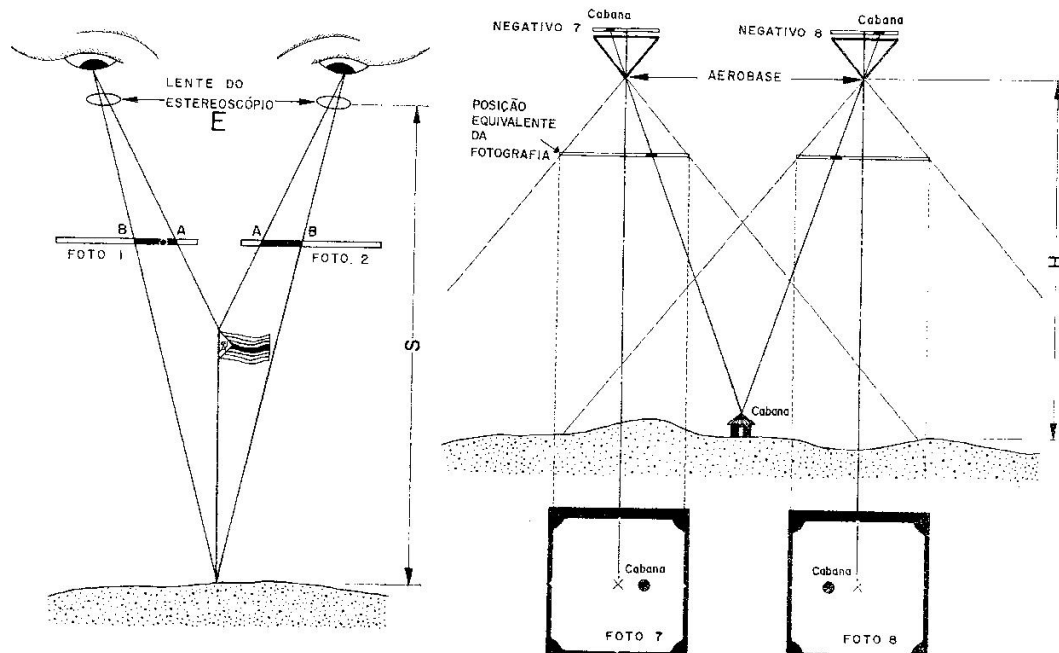


Figura 5/2 — Exagero Estereoscópico

Dois diagramas ilustrando o grau da distorção vertical de uma imagem vista em fotografias aéreas através de um estereoscópio. Isto é conhecido como distorção estereoscópica e é causada pela diferença na proporção entre a visão estereoscópica de distância aparente (S) e a base ocular do observador (E) quando comparadas com a altitude (H) e a distância no ar entre a tomada das duas fotos.

vés de medidas mecânicas, a distância que permitirá uma visão tridimensional será aumentada nas mesmas proporções. Quando um par de fotografias aéreas é observado estereoscopicamente, o efeito é de um gigante (ver Figura 5/2) com uma base ocular (na verdade, dois períodos de exposição sucessivos), com cerca de 900 metros de distância entre si, observando a terra a seus pés.

Esta maneira mecânica de aumentar a distância, fazendo com que um modelo fotográfico possa ser discernido em profundidade, não tem nenhuma conexão com o fenômeno conhecido como exagero estereoscópico - nem deve ser confundida com o mesmo. Exagero estereoscópico significa que as características topográficas ficam muito exageradas quando vistas através do estereoscópio. Um morro por exemplo, parece muito mais alto do que é na realidade. Sem este exagero ficaria muito mais difícil detectar mínúsculas mudanças nas encostas ou elevações de um terreno relativamente plano. Por outro lado, os planejadores que trabalham com fotografias aéreas em paisagens montanhosas, não devem esquecer este exagero estereoscópico quando estão classificando uma determinada área com referência à sua declividade.

Uma Linha de Conduta para uma Visualização Estereoscópica

- a) O observador deve estar seguro de que as fotografias a serem examinadas estereoscopicamente são na verdade um par de fotos aéreas com um recobrimento de cerca de 60%. Qualquer aumento ou diminuição no recobrimento afetará o exagero estereoscópico.
- b) As fotografias aéreas a serem examinadas deverão ser tiradas uma após a outra, dentro de

um curto espaço de tempo, mostrando os mesmos objetos, na mesma posição relativa em ambas as fotos e na mesma escala com variação não maior de 2% entre a escala de cada uma.

- c) Sempre que possível, as fotos aéreas deverão estar posicionadas sob o estereoscópio de modo a receber a luminosidade oriunda da mesma direção em que as fotos foram batidas. Ex.: as sombras nas fotos deverão estar voltadas para o observador.

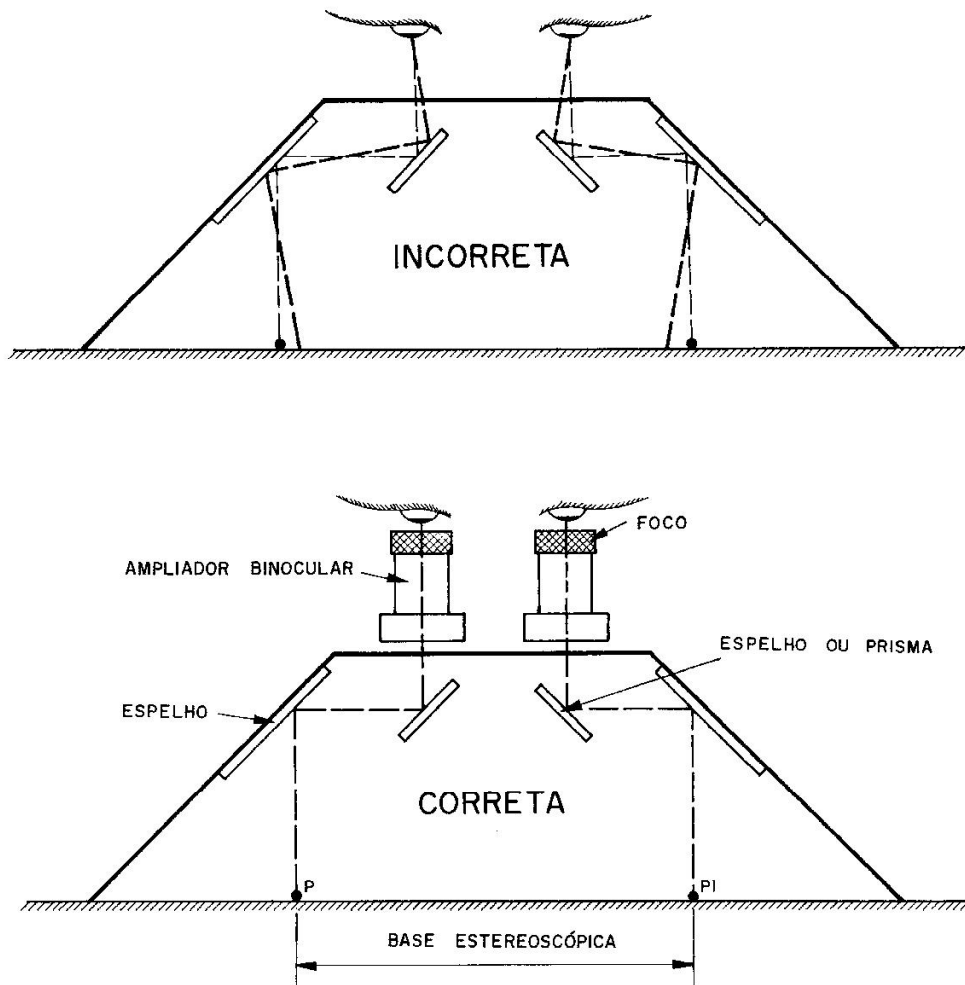


Figura 5/3 — Procedimentos para uma visualização correta

Dois diagramas ilustrando a necessidade de uso de binóculos com estereoscópio de espelho, quando estiver em preparação uma visualização estereoscópica.

- d) Para uso normal, a magnitude do estereoscópio de espelho ou de bolso deverá ser cerca de $\times 1.5$ a $\times 2.0$. Isto cria o efeito do aumento do relevo da terra, necessário para que a forma do relevo em paisagens muito planas seja percebida.
- e) Para uma interpretação detalhada de pequenas áreas em fotos aéreas é necessário usar binóculos de longo alcance $\times 3$ ou $\times 6$ com o estereoscópio de espelho. Ex.: seleção de locais com potencial para represamentos.

PROCEDIMENTOS PARA UMA BOA OBSERVAÇÃO ESTEREOSCÓPICA

Para que haja um completo aproveitamento no uso de fotografias aéreas (pares estereoscópicos), devem ser respeitados os procedimentos corretos para preparar o estereoscópio e as fotografias. Sem isso a percepção estereoscópica pode ficar prejudicada, muitas informações vitais poderão ser omitidas e o resultante cansaço ocular do observador poderá levá-lo a duvidar do valor do instrumento em uso.

Algumas pessoas que utilizam o estereoscópio apenas ocasionalmente podem achar que quando usam binóculos para examinar um detalhe, a imagem não se acha mais em fusão estereoscópica. Isto acontece porque as fotos não foram posicionadas corretamente.

Os músculos oculares são tão flexíveis que são capazes de se acomodarem em uma separação incorreta de fotos quando são usadas lentes de visão normal com uma ampliação de $\times 1.5$ a

$\times 2.0$. Entretanto, quando os binoculares são fixados, os pontos não podem ser ajustados e a separação incorreta se torna imediatamente aparente. (Ver Figura 5/3). A solução está na preparação correta das fotografias antes de iniciar-se a observação estereoscópica, o que poderá ser feito em três etapas, descrita abaixo:

Determinar a Base Estereoscópica

O procedimento é o mesmo para estereoscópios de espelho e de bolso, tendo porém em mente que deverão ser usados binoculares quando for preparado o estereoscópio do espelho.

- a) Trace uma linha com cerca de 750mm de comprimento sobre uma folha de papel branco com cerca de 400mm de largura e que esteja firmemente fixada a uma mesa. A cerca de 250mm de borda esquerda do papel marque um ponto "P" sobre a linha com um pequeno "X"
- b) Instale o estereoscópio com binoculares acima e paralelamente à linha de base e ajuste a base ocular do binóculo a fim de que somente fique à vista um único campo de visão. Focalize o binóculo deixando a textura do papel claramente definida. O estereoscópio de bolso necessitará também, de um reajuste para a base ocular do observador.
- c) Ajuste o estereoscópio acima do (x) "P" até que o mesmo apareça no centro do campo de visão do olho esquerdo (ver Figura 5/4). Quando vista com ambos os olhos a linha base deverá aparecer como uma única linha; se apa-

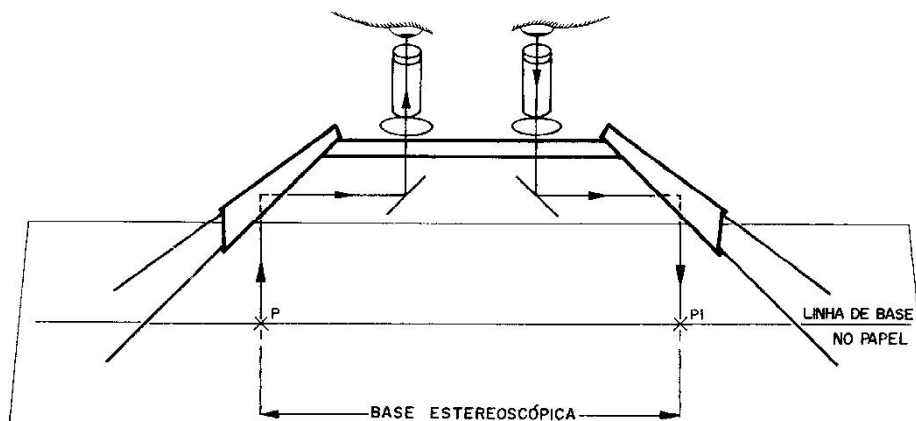


Figura 5/4 — Base Estereoscópica

Diagrama ilustrando como marcar e transferir os pontos sobre a linha base, a fim de se chegar a uma base estereoscópica correta, tanto para o observador como para seu instrumento.

recer duplicada o estereoscópio não está paralelo com a linha base.

- d) Olhando através do binóculo com ambos os olhos, acompanhe a linha com um lápis até o campo de visão do olho direito. Marque um sinal (x) "P₁" no centro do campo de visão do olho direito. Este sinal deverá coincidir estereoscópicamente com o sinal do lado esquerdo (x) "P"
- e) O observador deverá agora ver através do estereoscópio, uma única linha e as duas marcas se fundindo em uma só. Se elas não se fundirem o exercício deverá ser repetido até que os dois sinais se fundam.
- f) A base estereoscópica para o observador e para seu instrumento é a distância entre as duas marcas. Esta é a distância correta entre as imagens da foto para uma visualização tridimensional.

Como a base ocular varia de pessoa para pessoa em cerca de 60 a 80mm, cada observador deve elaborar sua própria base estereoscópica. Qualquer outra base resultará numa separação incor-

reta de imagens, com um conseqüente cansaço ocular e impossibilitando o uso devido dos binóculos.

Preparação de Fotografias Áreas para Observação Estereoscópica

- a) Usando as "marcas fiduciais" ou as marcas centrais, localize o ponto principal de cada foto a ser usada, marcando-o com um pequeno "x".
- b) Usando um estereoscópio de bolso, transfira cuidadosamente (veja Figura 5/5) os pontos principais de cada fotografia para as bordas direita e esquerda das fotografias adjacentes.
- c) A primeira e a última fotografia da seqüência terão então apenas dois pontos principais marcados, todas as outras fotos terão agora três marcas. Quando as linhas juntando os três pontos principais em cada foto estiverem marcadas estará marcada também a linha do vôo para a tomada das fotografias.

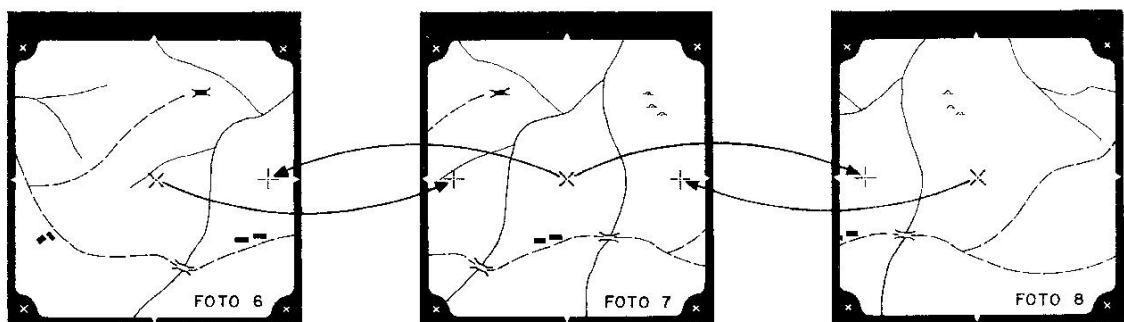


Figura 5/5 — Preparação das Fotografias
Diagramação ilustrando a localização e transferência dos pontos principais sobre e entre as fotografias.

Colocação das Fotografias sob um Estereoscópio

- Faça coincidir a linha de vôo sobre a primeira foto (número mais baixo) com a linha base traçada sobre a folha de papel (ver Figura 5/6). Posicione o ponto principal da foto diretamente sobre a marca (x) "P" ao lado esquerdo da base estereoscópica e fixe a fotografia.
- Posicione a foto seguinte (número mais alto) sobre a linha base que deve estar alinhada com a linha de vôo. Posicione o ponto principal da fotografia anterior diretamente sobre a marca (x) "P₁" ao lado direito da base estereoscópica e fixe a foto.
- As fotografias devem agora estar corretamente alinhadas e posicionadas para uma visão estereoscópica e no mesmo alinhamento do terreno quando da tomada das fotografias.
- Coloque o estereoscópio sobre as fotos mantendo-o sempre em posição paralela à linha base. Movimentando-se o estereoscópio para frente e para trás, possibilitar-se-á uma visão estereoscópica de 60% do recobrimento entre as duas fotografias. Se não for possível uma visão estereoscópica através dos binóculos, a montagem deverá ser repetida até que isto ocorra. Deve-se assegurar que não haja falha no estereoscópio e nem na visão do observador.

VISUALIZAÇÃO ESTEREOSCÓPICA DAS FOTOGRAFIAS

Quando o observador está convicto de que será possível uma visualização estereoscópica sem esforço adicional, poderá iniciar então a interpretação das fotos, não esquecendo das seguintes recomendações:

- Os observadores destros deverão fazer as anotações no lado direito da foto e os canhotos no lado esquerdo da foto, a fim de evitar que a visualização das fotografias fique encoberta pelo braço do observador.
- Para eliminar duplicação de trabalho dentro da área de recobrimento entre as fotos e as faixas, as anotações nas mesmas não devem exceder 30mm das bordas das fotos à escala de contato, mesmo porque o mais alto grau de variação de escala e deslocamento de relevo ocorre nas bordas externas da fotografia.
- Onde o levantamento fotográfico utiliza mais de três fotografias, as anotações serão feitas em fotos, alternadas o que eliminará uma duplicação da área coberta.
- Somente poderá ser observada cerca de metade da fotografia de cada vez devido aos 60% de recobrimento entre as mesmas. Para com-

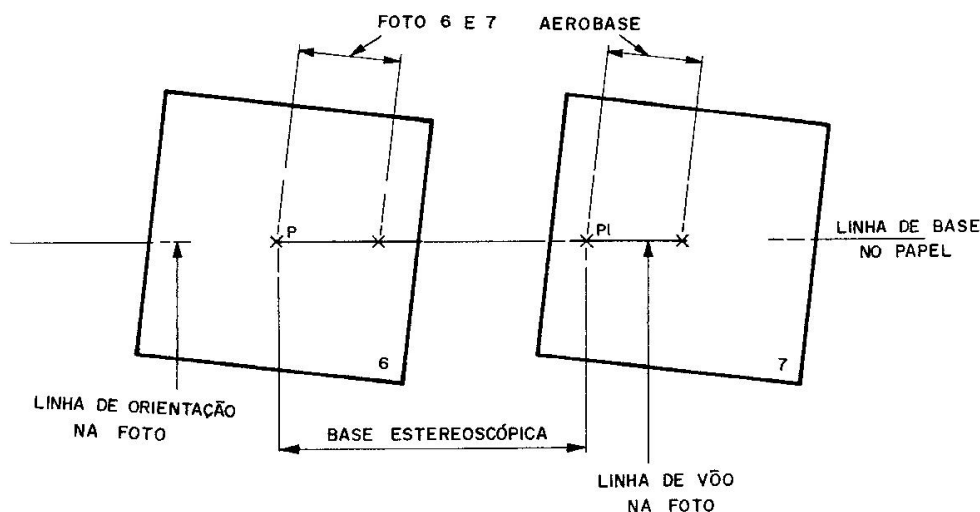


Figura 5/6 — Colocação das Fotografias na Linha Base
 Diagrama ilustrando como posicionar os pontos principais da foto à escala de contato sobre as marcas "X" na linha base e como alinhar as linhas de vôo e de base.

plementar a primeira parte será necessário virar a foto (de cabeça para baixo) sobre seu ponto principal, para a esquerda ou para a direita (de acordo com o observador destro ou canhoto), sendo entretanto mantido do mesmo lado. A próxima foto será então posicionada também de cabeça para baixo, para permitir uma visualização estereoscópica.

- e) Como complemento da primeira fotografia, será inserida uma segunda foto para observação, sendo a mesma colocada do lado esquerdo ou do lado direito. O processo de interpretação e observação será então repetido.

CONCLUSÃO

Assim como é essencial um estereoscópio para uma visualização tridimensional na fotointerpretação, é essencial também o procedimento correto na preparação do estereoscópio e das fotografias. A menos que um correto procedimento de observação seja mantido, grande parte das informações vitais não serão notadas pelo observador e conseqüentemente, devido ao cansaço ocular, o mesmo poderá duvidar do instrumento como também do uso de fotos aéreas como um todo.