

MEDIÇÕES DE DISTÂNCIAS HORIZONTAIS USANDO-SE FOTOGRAFIAS
AÉREAS, CORRIGIDAS PELA TRIANGULAÇÃO RADIAL E
AEROSKETCHMASTER ⁽¹⁾

Anatoly Kravchenko *

Jose Sales Mariano da Rocha **

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas que acontece diariamente no Brasil, no campo das medições, é exatamente o levantamento de perímetros e áreas de fazendas, especialmente as grandes fazendas do Centro Oeste e Norte do País. O problema reside no fato dos caminhamentos serem em longas distâncias e em locais, muitas vezes, inacessíveis.

Por esta razão, além de trabalhosos, tornam-se de elevado custo. Os planejamentos rurais carecem de levantamentos precisos e muitas vezes são indeferidos certos projetos agropecuários-florestais, pelas Agências Financieiras do Governo, pela deficiência dos respectivos mapeamentos. Com o advento da fotografia aérea vertical e dos aparelhos restituidores, os levantamentos, especialmente os planimétricos, tornam-se mais efetivos, mais exequíveis, porém, ainda muito caros. Por outro lado, pessoas desvinculadas da área da fotointerpretação tentam fazer mapas planimétricos extraí

(1) Tese apresentada à Universidade Federal de Santa Maria, pelo primeiro autor, como parte das exigências, para obtenção do título de Mestre.

Recebido para publicação em Dezembro de 1978.

(*) Docente da Universidade Federal de Goiás.

(**) Docente da Universidade Federal de Santa Maria (RS) e orientador da Tese.

dos diretamente das aerofotos verticais, sem observar os mí
nimos cuidados de correção de imagens fotográficas.

Assim foi que, sem optar por um processo de restituição aerofotogramétrica mais sofisticado e sem tentar extrair mapas planimétricos diretamente de sobre as fotogra
fias aéreas, foi que se estabeleceu um objetivo de pesquisa que visasse resolver tal impasse, em parte, qual seja: compa
rar distâncias obtidas de fotografias aéreas sem correção com
distâncias obtidas pela topografia clássica e por sua vez comparar estas com as distâncias obtidas de fotografias aé
reas corrigidas por triangulação radial mecânica, processo dos moldes fissurados e pelo aerosketchmaster.

Estas verificações, em princípio, foram desen
volvidas em uma região de declividade média de aproximada - mente 2%, com o uso de fotografias aéreas na escala aproxima da de 1:16.000.

As fotografias aéreas verticais permitem a ob
tenção de dados quantitativos e qualitativos da área estuda da.

COELHO (5), sugere utilizar as fotografias aé
reas, para confecção de mapas e cartas, dentro de limites
de erros satisfatórios, utilizando os equipamentos de restituição existentes. As imagens obtidas por sensoriamento remo
to, entre as quais situam-se as convencionais fotografias em preto e branco, melhoram cada vez mais a qualidade das medições de distâncias e áreas, em prazos e custos inferiores aos dos processos convencionais.

O uso da fotografia aérea nos Estados Unidos é bem extenso, pois mais de 95% dos mapas geográficos são con
feccionados utilizando os métodos fotogramétricos.

Segundo o MANUAL OF PHOTOGRAMMETRY (I), as di
mensões das imagens em fotografias aéreas verticais são dire
tamente proporcionais a razão entre a distância focal da len
te da câmara e a distância da câmara à superfície do solo (al
tura de voo). Se o campo representado for perfeitamente pla
no, e a fotografia exatamente vertical, todos os objetos e alinhamentos serão obtidos avaliando o tamanho do objeto na fotogra
fia, multiplicado pelo módulo da escala da fotogra-

fia; em outras condições contrárias, deve-se efetuar a correção.

SCHWIDEFISKY (15), informa que, em triangulação radial se empregam, preferencialmente, fotografias verticais ou quase verticais; as áreas fotografadas devem ser planas ou suavemente onduladas, pois se existirem grandes desníveis a precisão será duvidosa.

O mesmo autor informa que a triangulação radial mecânica com moldes fissurados distingue-se do método gráfico porque as radiações de cada imagem não se representam geometricamente por retas traçadas e sim mecanicamente por ranhuras feitas por uma perfuradora especial em cartões apropriados.

BONNEVAL (3) acrescenta que para se fazer a triangulação radial deve-se observar as seguintes condições:

O eixo vertical das fotografias deve possuir a inclinação no máximo até 5° , conforme o relevo do terreno e deve ter uma região sempre comum a três fotografias.

MOSQUERA (10) informa que mediante a triangulação radial mecânica é possível obter pontos de controle com um erro médio quadrático compreendido entre 0,5 e 0,2cm, dependendo seu valor do número de pontos de controle utilizado, e de sua distribuição no bloco de fotografias.

ANDRADE (2), complementa que a triangulação radial é um processo rápido e econômico de obter-se a densificação de pontos de apoio para mapear uma região, onde ainda não existem redes de triangulação geodésica.

RICCI e PETRI (14) chegaram a conclusão que a triangulação radial mecânica, com moldes fissurados, obtém os mesmos resultados atingíveis com o método dos moldes transparentes e, relação a este, é mais rápido, e permite o mesmo grau de precisão com menor número de pontos de controle no terreno.

ROCHA e CARNEIRO (11) alegam que a triangulação radial com moldes fissurados, tem por finalidade a confecção de mapas planimétricos, mosaicos controlados e semi-controlados.

Segundo a publicação da Firma ZEISS (17), a

fotografia aérea representa uma base ideal para guias de trabalhos topográficos.

Em casos de terrenos planos, a planimetria pode ser desenhada imediatamente da foto aérea para confecção de mapas em escalas médias e pequenas.

As deformações na fotografia aérea provenientes de pequenos desníveis do terreno representado, são de pouca importância em trabalhos para os quais se presta o aerosketchmaster. Se o terreno apresenta desníveis maiores, pode-se obter resultados satisfatórios através de ajuste parcial.

VERGARA (16), informa que, é muito empregado o uso do aerosketchmaster em fotografias, para elaborar mapas e transportar dados geológicos aos mapas.

Graças aos movimentos que possui, pode ele orientar a fotografia de modo a corrigir deslocamentos radiais.

Segundo MOFITT (9) e ANDRADE (2), quando não interessa a altimetria, existe a possibilidade de fazer mapas com auxílio do aerosketchmaster.

ROUTIN e FORERO (13), informam que para trabalhos como: fazer um mapa aproximado de uma região ou um croqui esquemático, completar ou atualizar sem grande precisão um mapa existente, passar uma interpretação gráfica a um mapa, existem aparelhos simples de baixo custo, fácil manejo e bom rendimento para um operador com suficiente prática. Este aparelho é o aerosketchmaster, o qual corrige a inclinação da fotografia, porém não corrige o deslocamento da imagem, produzida pelo relevo.

BRANDI (4), faz uma análise das conclusões teóricas de autoria de Richard Finiterwalder que foram publicadas na revista "Photogrammetric Engineering".

Mostra ele as relações existentes entre o fator C, fator de restituição, adotado nos E.U.A. e o erro médio quadrático, comumente usado na Europa, para as avaliações das precisões das medidas fotogramétricas.

Admite que o fator C seja mais adaptável aos levantamentos extensivos executados nas Américas e que o erro médio quadrático, seja mais conveniente aos levantamentos de

talhados, em uso na Europa. Neste trabalho usou-se o erro médio quadrático.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

A área em estudo está situada no município de Goiânia, Estado de Goiás, entre as coordenadas de $49^{\circ} 14'$ a $49^{\circ} 17'$ de Longitude Oeste e $16^{\circ} 35'$ a $16^{\circ} 37'$ de Latitude Sul (Figura 1).

A referida área pertence a Universidade Federal de Goiás.

A topografia possui uma inclinação média de 2%, com uma vegetação predominante de campo natural, possui também pastagens artificiais, pequenas áreas de reservas florestais, lavouras anuais e áreas edificadas (áreas sociais).

A área possui os limites definidos por cercas de arame farpado em quase todo o seu perímetro, e uma parte pelo rio Meia Ponte.

O perímetro medido foi constituído por duas áreas conjugadas: uma do Campus Universitário e a outra da Escola de Agronomia e Veterinária.

A área possui duas plantas planimétricas, uma do Campus Universitário feita por levantamento topográfico clássico, pelo Departamento de Obras da Universidade Federal de Goiás e a outra, da área da Escola de Agronomia e Veterinária (Vide anexos).

Todos os pontos são bem identificáveis pelos cruzamentos das cercas que são bem visíveis nas fotografias aéreas verticais (Figura II).

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas provenientes da cobertura aerofotogramétrica executada pela Vasp Aerofotogrametria S.A. para a Prefeitura de Goiânia. Obra nº 257 da região de Goiânia, tiradas com uma câmara R.C. 8 da Wild, com distância focal calibrada de 152,67 mm, a uma altitude de vôo de 3.232 m, dando uma escala aproximada de 1:16.000, tomadas no dia 26 de julho de 1975.

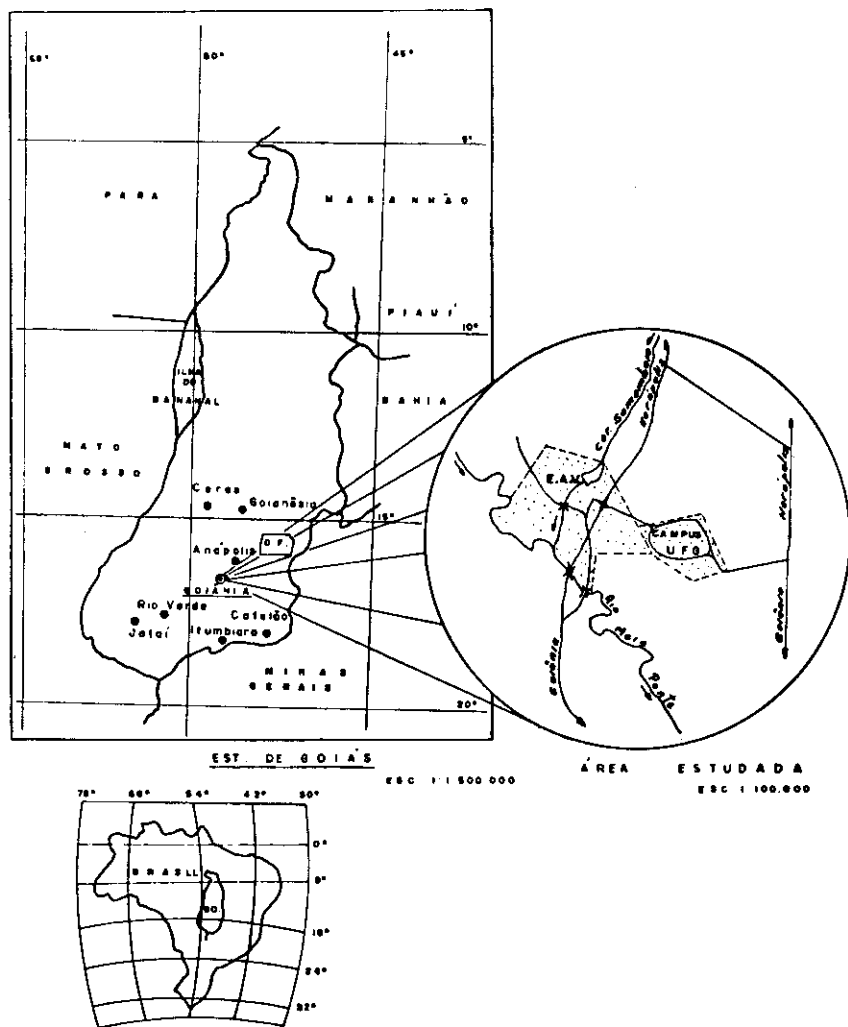


FIGURA I - Localização da área estudada.



FIGURA II - Situação dos alinhamentos estudados nas duas áreas conjugadas, em um mosaico não controlado.

Foram utilizadas doze fotografias de números 7536 a 7539, 7528 a 7531 e 7479 a 7482.

O recobrimento longitudinal é de 60% e o transversal de 30%, aproximadamente, o que permitiu uma boa visão estereoscópica.

As cópias das fotos são de dimensões de 23 cm x 23 cm, feitas em papel de peso simples, mate, Aerographic Ampliação, da Kodak.

Foi utilizado o mapa feito pela Diretoria de Serviço Geográfico do Brasil, do Ministério do Exército Região Centro Oeste do Brasil, na escala de 1:100.000, Índice de nomenclatura: Folha SE.22 - X - B - IV, região de Goiânia -Goiás, para a determinação de pontos de apoio, na Triangulação Radial Mecânica, por Moldes Fissurados, para a confecção do caneová* (Figura VI)

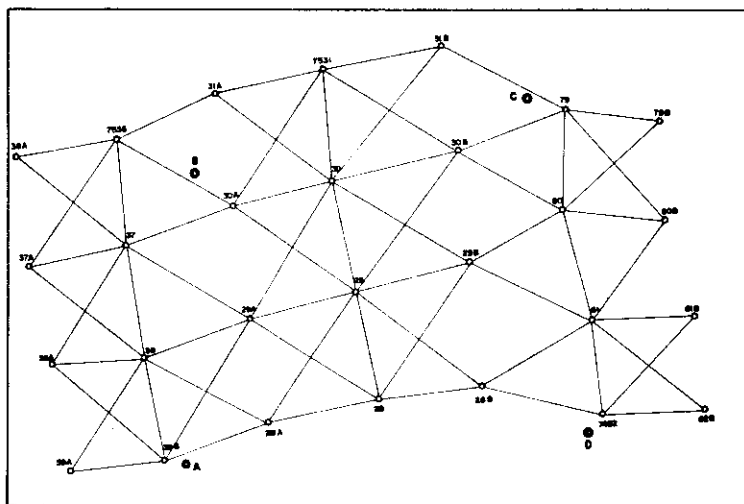


FIGURA VI - Redução do Caneová da Triangulação Radial Mecânica

(*) Caneová - Base de triangulação mecânica montada em eucatex ou similar, com pontos de asa, conjugados e principais, amarradas em pontos de apoio.

Foi utilizado o estereoscópio de bolso marca Sökkisha, japonês, com um aumento aproximado de 3 vezes.

Utilizou-se, para a perfuração radial dos moldes, o Sectador Radial R.S. II da Zeiss Aerotopo, com todos os acessórios para preparação e montagem dos cartões (Figura III).

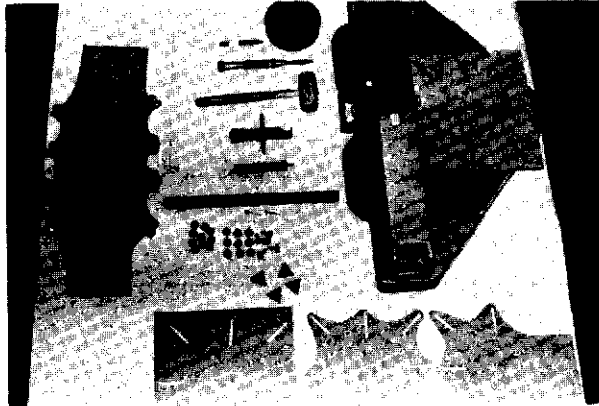


FIGURA III - Sectador Radial com acessórios utilizados, na montagem dos moldes.

Usou-se cartolina marmorizada de fibra com espessura de 0,7 mm, para a montagem da triangulação radial.

Usou-se para a correção da inclinação das fotos aéreas verticais, o Aerosketchmaster, da Zeiss Jena, com os seus acessórios.

Para a medição de distâncias, utilizou-se a escala triangular marca Archimedes 50/4 nacional e lupa micrométrica graduada em décimos de mm, alemã.

Os demais materiais empregados foram os comumente usados no laboratório de fotointerpretação.

Métodos

A escolha da área foi feita em função do

vantamento topográfico existente e da região ter sido voada fotograficamente na mesma época. Com isto não foi necessário dispender recursos próprios, para tais levantamentos.

Os trabalhos de laboratório foram desenvolvidos, aproximadamente, na seguinte sequência: marcação de pontos principais e de asa e os seus homólogos, nas fotografias, preparação dos moldes, perfuração dos moldes, montagem e confecção do canevã, retificação das fotografias com o aerosketchmaster, identificação dos alinhamentos corrigidos e a sua medida.

Utilizou-se o laboratório de Fotointerpretação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria.

Para triangulação radial, adotou-se o método segundo ROCHA (11) e FORERO (6) (Figura IV).

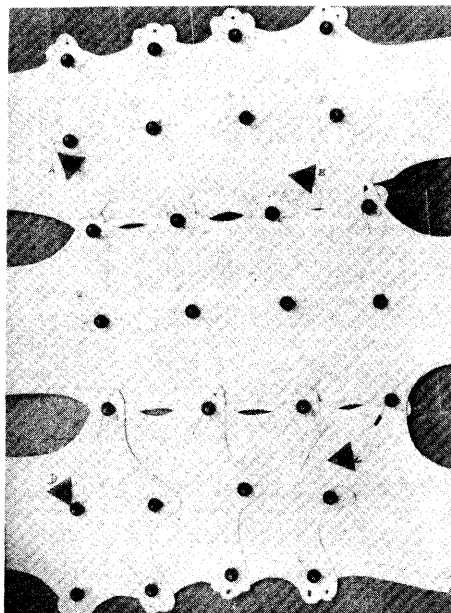


FIGURA IV - Triangulação Radial Mecânica processo dos moldes fissurados.

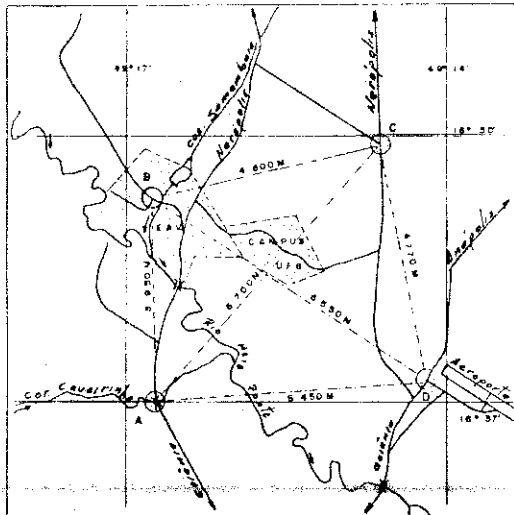
Para maior segurança e evitar os erros visuais e mecânicos, procurou-se repetir a confecção do caneavã, por quatro vezes, e em seguida, tomou-se a média das distâncias dos erros que apareceram. Pode-se adiantar que o erro por confecção de caneavã foi mínimo, inclusive na quarta vez houve completa coincidência dos pontos radiais.

Para corrigir os erros nas fotos devido a inclinação da câmara aerofotogramétrica e transferir os vértices das poligonais, foi usado o Aerosketchmaster.

Utilizou-se o método indicado por ZEISS (17) e FORERO (6) (Figuras V, VII e VIII).

Para melhor acuidade de leitura das medidas estas foram feitas diretamente através do prisma, para evitar os erros nas espessuras das linhas e deslocamentos dos pontos ao desenhar o perímetro.

Quando as distâncias eram grandes foram medidas com escala triangular e quando eram pequenas usou-se a lupa micrométrica.



E S C 1 100.000

FIGURA V - Situação dos Pontos de Apoio no Mapa Base (A-B-C-D).

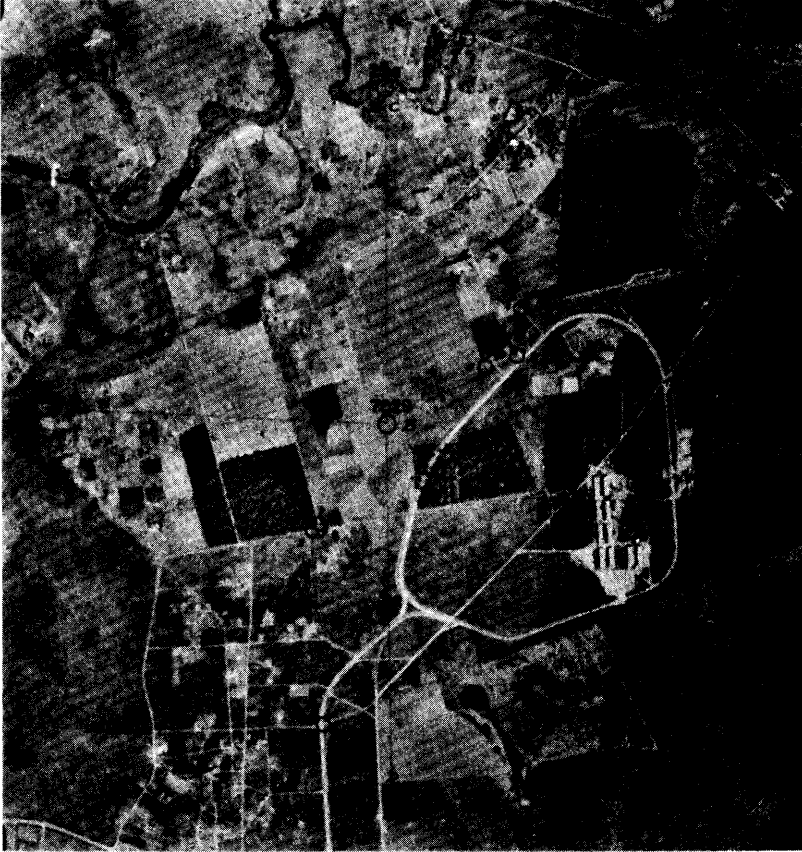


FIGURA VII - Localização dos pontos de intersecção e dos pontos de controle A - B - C - D.

Após a coleta e cálculo das distâncias nas fotografias sem correção e depois corrigidas pelo Aerosketchmaster, lançados no caneivã, aplicou-se o método estatístico dos "Dados Emparelhados", segundo GRANER (7), ou "Dois Tratamentos em Comparações Emparelhadas" de acordo com MARRUS (8).

Determinou-se também correlação e a equação da regressão linear para os métodos das fotografias sem correção e o caneivã.

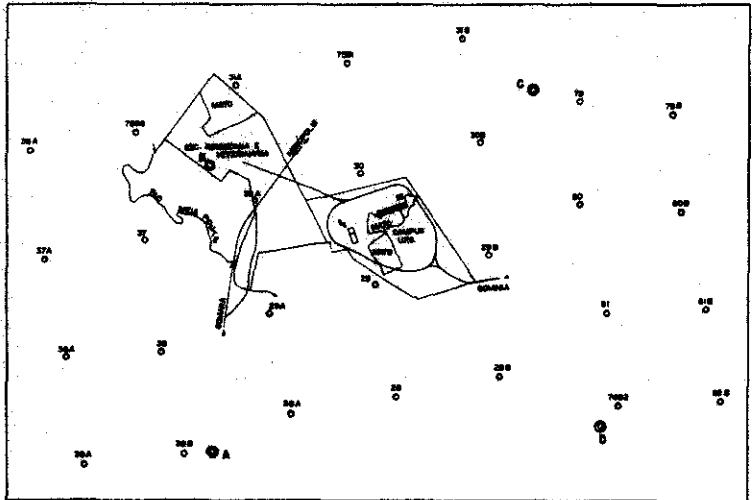


FIGURA VIII - Redução do Caneivã, com os alinhamentos lançados pelo Aerosketchmaster.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomando com referência básica os alinhamentos da medição feita pelo método topográfico clássico, como outro extremo, as medidas diretas dos alinhamentos nas fotografias aéreas, assim como se apresentam, e como terceira medida, a correção das fotografias, aplicando a triangulação radial mecânica e a câmara clara (aerosketchmaster).

Estas medições e correções levaram ao seguin

te resultado:

QUADRO I - Distâncias obtidas entre os pontos.

Alinhamentos	Distância no terreno	Distância na foto sem correção	Distância no canevã
	X_1 (m)	X_2 (m)	X_3 (m)
0 - 1	500,00	464,00	488,00
1 - 2	1.015,00	928,00	1.024,00
2 - 3	45,97	40,00	43,20
3 - 4	146,41	140,80	144,00
4 - 5	207,92	198,40	208,00
5 - 6	146,56	140,80	147,20
6 - 7	994,85	944,00	1.008,00
7 - 8	22,30	24,00	24,00
8 - 9	39,00	38,40	40,00
9 - 10	840,45	832,00	848,00
10 - 11	1.687,04	1.624,00	1.728,00
11 - 12	1.391,49	1.318,40	1.416,00
12 - 13	640,00	625,60	664,00
13 - 14	660,00	590,40	656,00
14 - 15	1.070,00	1.012,80	1.056,00
15 - 16	1.140,00	1.072,00	1.120,00
16 - 17	1.015,00	920,00	976,00
17 - 18	195,00	160,00	192,00
18 - 19	280,00	256,00	272,00
19 - 20	500,00	467,20	504,00
20 - 21	500,00	472,00	504,00
21 - 22	265,00	248,00	256,00
12 - 2	630,83	592,00	640,00

Analisando as suas variações, confeccionou-se o Quadro II.

QUADRO II - Somatório e médias de cada alinhamento.

Alinhamentos n = 23	Distância no terreno	Distância na foto sem correção	Distância no caneová
	X_1 (m)	X_2 (m)	X_3 (m)
$\sum X$	13.932,82	13.108,8	13.958,4
\bar{X}	605,77	569,94	606,88
$\sum X^2$	13.253.455,00	11.823.516,00	13.389.998,00

Verificando-se estes valores concluiu-se que a média das distâncias nas fotografias sem correção foram em 5,92% menores que as distâncias topográficas.

As distâncias no caneová, foram 0,18% maiores que as distâncias topográficas.

Observa-se que a correção no caneová apresenta uma variação, com relação a foto não corrigida, de 6,1% à mais, no total.

Nota-se que, em virtude desta alta percentagem diferenciada, não é aconselhável fazer medidas diretamente sobre as fotografias aéreas, aliás, fato já verificado por outros autores e aqui constatado.

Por outro lado, em virtude da pequena diferença percentual entre medidas no caneová e medidas diretamente no terreno, teve-se que fazer uma análise estatística para verificar a significância de tais aproximações de valores (medidas).

Para aplicação da análise estatística, teve-se que calcular a diferença ou o erro, entre os alinhamentos topográficos com os das fotos sem correção e com os do caneová.

Primeiramente calculou-se a diferença de alinhamento "D" entre o método topográfico e o das fotos sem correção (Quadro III).

QUADRO III - Diferença entre os métodos topográficos e fotografias sem correção.

Alinhamentos	$D = (X_2 - X_1)$ (m)
0 - 1	- 36,00
1 - 2	- 87,00
2 - 3	- 5,97
3 - 4	- 5,61
4 - 5	- 9,52
5 - 6	- 5,76
6 - 7	- 50,85
7 - 8	1,70
8 - 9	- 0,60
9 - 10	- 8,45
10 - 11	- 63,04
11 - 12	- 73,09
12 - 13	- 14,40
13 - 14	- 69,60
14 - 15	- 57,20
15 - 16	- 68,00
16 - 17	- 95,00
17 - 18	- 35,00
18 - 19	- 24,00
19 - 20	- 32,80
20 - 21	- 28,00
21 - 22	- 17,00
12 - 2	- 38,83
TOTAIS	$\sum D = -824,02$

Verificou-se que a foto sem correção apresenta uma diferença de alinhamento para menos, comparada com o alinhamento topográfico.

Aplicando-se a fórmula do Desvio Padrão ou Erro Médio Quadrático, calculou-se $S = 29,34$ m, e o Erro Padrão da Média ou Erro Médio da Média das Medidas, $S_{\bar{X}} = 6,12$ m.

Fazendo-se o teste de significância pelo teste "t", calculou-se $t = 5,35$, concluindo-se que é muito significativa a diferença entre estes métodos.

Calculando-se a diferença "D" entre os alinhamentos pelo método topográfico e o do caneivã, obteve-se o Quadro IV.

QUADRO IV - Diferença entre os métodos topográficos e caneivã.

Alinhamentos	$D_{(m)} = (X_3 - X_1)$
0 - 1	- 12,00
1 - 2	9,00
2 - 3	- 2,77
3 - 4	- 2,41
4 - 5	0,03
5 - 6	0,64
6 - 7	13,15
7 - 8	1,70
8 - 9	1,00
9 - 10	7,55
10 - 11	40,96
11 - 12	24,51
12 - 13	24,00
13 - 14	- 4,00
14 - 15	- 14,00
15 - 16	- 20,00
16 - 17	- 39,00
17 - 18	- 3,00
18 - 19	- 8,00
19 - 20	4,00
20 - 21	4,00
21 - 22	- 9,00
12 - 2	9,17
TOTAIS	$\sum D = 25,58$

As variações de sinais evidenciam a correção de escala pelos pontos de apoio na triangulação radial, bem como a correção dos deslocamentos das imagens devido à inclinação da fotografia (correção pelo aerosketchmaster).

Fazendo-se a análise estatística, achou-se para o Desvio Padrão ou Erro Médio Quadrático.

$$S = 16,09 \text{ m}$$

O Erro Padrão da Média:

$$S_x = 3,36 \text{ m}$$

Aplicando o teste "t" de significância, encontrou-se $t = 0,331$, valor não significativo, concluindo-se que os métodos não possuem diferença significativa entre si.

Isto indica que os erros cometidos através do levantamento aerofotogramétrico, com relação ao deslocamento do terreno e a inclinação da aeronave, foram corrigidos.

O primeiro erro foi corrigido através da Triangulação Radial Mecânica fixando todos os pontos no canevas à mesma escala, através dos pontos básicos do mapa. A segunda correção foi efetuada, pelo aerosketchmaster que ao ajudar a escala dos pontos nas fotos, corrigiu também a sua inclinação.

É de se notar que a precisão de tais medidas em canevas pode ser melhorada ou prejudicada dependendo da escala fotográfica, qualidade de fotografia, características do terreno, habilidades e experiência do fotointerprete e deformações geométricas das fotografias aéreas.

Como houve diferença entre os métodos das fotografias sem correção e do canevas, foi feita uma correlação e determinada a equação da regressão linear para a curva de melhor ajuste (Figura IX).

Pelo valor do coeficiente de correlação obtido ($r = 0,999$) observa-se alta correlação entre os dois métodos, dando condições de, a partir das medidas de distâncias nas fotografias aéreas, obter-se as medidas tiradas do canevas, quando os dados são ajustados por regressão linear (Quadro V).

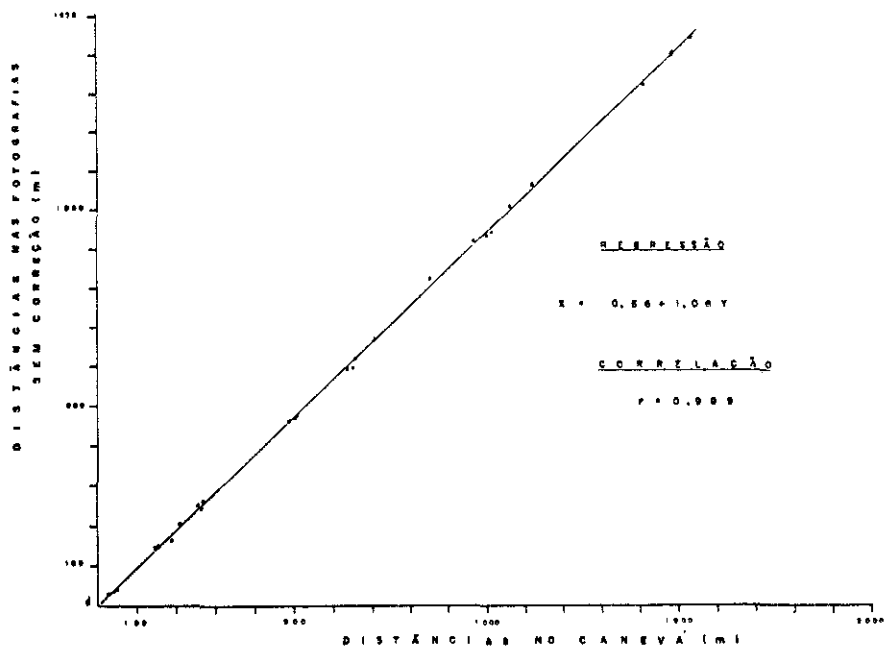


FIGURA 9 - CORRELAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE MEDIÇÕES DE DISTÂNCIAS

QUADRO V - Comparação entre dois métodos de medições de distâncias.

Distâncias nas fotografias sem correção	Distâncias no caneivã				
	Distâncias diretas	Regressão das distâncias nas fotografias sem correção			
24,00	24,00	26,00			
38,40	40,00	41,26			
40,00	43,20	42,96			
140,80	144,00	149,80			
140,80	147,20	149,80			
160,00	192,00	170,16			
198,40	208,00	210,86			
248,00	256,00	263,44			
256,00	272,00	271,92			
464,00	488,00	492,40			
467,20	504,00	495,79			
472,00	504,00	500,88			
590,40	640,00	626,38			
592,00	656,00	628,08			
625,60	664,00	663,69			
832,00	848,00	882,48			
920,00	976,00	975,76			
928,00	1.008,00	984,24			
944,00	1.024,00	1.001,20			
1.012,80	1.056,00	1.074,12			
1.072,00	1.120,00	1.136,88			
1.318,40	1.416,00	1.398,06			
1.624,00	1.728,00	1.722,00			
\bar{X}	569,94	\bar{X}	606,88	\bar{X}	604,70
$\sum X^2$	11.823.516,00	$\sum X$	13.389.998,00		13.298.838,71
$\sum X$	13.108,80		13.958,40		13.908,15
S	444,79		472,87		471,48
S_x	4,347		4,534		4,527
	$r = 0,94$		$r = 0,999$		
	$t = 3,78$		$t = 0,219$		

Pelos cálculos da correlação não existe variação na reta de regressão, uma vez que os desvios padrões foram semelhantes e o desvio padrão é a raiz quadrada da variancia.

A aplicação da regressão linear no caso é viável, uma vez que não houve significância no teste "t" entre a leitura direta e os dados da regressão, a regressão mostra que pode ser perfeitamente aplicado a dados de mensuração na presente escala, uma vez que o teste "t" entre a leitura na foto sem correção e no canevã em distâncias diretas foi significante até o nível de 99,8% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Em vista do que se observou nos resultados e discussão pode-se concluir que:

1. Em escalas aerofotogramétricas de 1:16.000, em terrenos levemente ondulados ou planos, com declividade média de 2%, as distâncias lineares podem ser medidas diretamente sobre canevãs preparados por triangulação radial e aeroketchmaster. Não há diferença significativa entre este método e o topográfico clássico ao nível de 1%.

2. A equivalência dos métodos mencionados no item 1, ocorre quando se usam fotointerpretes habilitados, fotografias aéreas nítidas, com inclinação menor que 3° e na escala de 1:16.000.

3. Medidas lineares diretamente sobre as fotografias aéreas não devem ser feitas, especialmente na escala de 1:16.000, mesmo em regiões de topografia com declividade média de 2%.

4. A praticabilidade, rapidez e o baixo custo das medições lineares sobre canevãs, originados por moldes fissurados, indica este método ser mais acessível que o topográfico, especialmente para regiões extensas, inacessíveis e condizentes com as características da presente pesquisa.

5. As distâncias nas fotografias aéreas, sem correção, depois de ajustadas pela equação da regressão linear, foram de 0,17% menores que as distâncias topográficas,

sendo que, antes do ajuste, eram de 5,90%.

6. As determinações das distâncias no caneová podem ser obtidas a partir das distâncias tiradas diretamente nas fotografias aéreas, considerando as condições estudadas, quando estas são ajustadas por regressão linear, uma vez que não se encontrou diferenças significativas, ao nível de 1% de significância entre os métodos topográficos e caneová.

RESUMO

Neste trabalho procurou-se verificar a validade do método de avaliação de distâncias lineares por Triangulação Radial Mecânica e Aerosketchmaster e fotografias não corrigidas, comparado com o método topográfico clássico.

Foram usadas fotografias aéreas verticais, de uma área com topografia suavemente inclinada, de declividade média igual a 2%, na escala de 1:16.000, corrigidas através da Triangulação Radial Mecânica, pelo método dos moldes fisurados e com o auxílio do aerosketchmaster.

Comparou-se os alinhamentos medidos diretamente sobre as fotografias e verificou-se que as distâncias das fotografias sem correção foram em média 5,9% menores que as distâncias topográficas.

Por outro lado as distâncias avaliadas no caneová (fotografias corrigidas) foram 0,18% maiores que as distâncias topográficas.

Aplicou-se o teste de "student" e calculou-se $t = - 5,88$, o que permitiu concluir que as medidas topográficas e as medidas das fotografias aéreas sem correção, foram consideradas muito significativas, havendo bastante diferença entre as mesmas.

Para as medidas topográficas comparadas com as medidas no caneová, obteve-se $t = 0,331$, concluindo-se que estes métodos não apresentaram diferenças significativas entre si.

Foi feita uma correlação entre os métodos das distâncias nas fotografias aéreas e distâncias tiradas do

canevã e uma regressão linear correspondente, mostrando a possibilidade de fazer medições diretamente sobre as fotografias aéreas, nas condições consideradas, desde que se use os valores apresentados de X da Figura IX.

SUMMARY

In this study, we tried to verify the validity of surveying linear distances through Mechanical Radial Triangulation and Aerosketchmaster and uncorrected photographs, as compared to the classic topographic method.

Vertical aerial photographs, of a area with slightly sloping topography, with a median slope of 2%, on a scale of 1:16.000, were used. These were corrected via Mechanical Radial Triangulation using the slotted templets method and with the aid of an aerosketchmaster.

The measured alignments were compared directly on top of the photographs and it was verified that the distances of the uncorrected photographs were on an average, 5,9% less than the topographic distances.

On the other hand, the distances estimated with a grid base (corrected photographs) were 0,18% larger than the topographic distances.

The "student" test was applied and was calculated $t = - 5,88$, which permitted us to conclude that the difference between the topographic measurements and the measurements of the uncorrected aerial photographs were highly significant.

The "student" test for the topographic measurements, compared with the measurements of the grid base, was calculated $t = 0,331$, and it was concluded that these two methods didn't present a significant difference.

A correlation between the survey methods used to measure the distances in the aerial photographs and those taken from the grid base, and the corresponding linear regression, was made. This showed the possibility of making measurements directly on top of the aerial photographs, under the conditions considered, as long as the values presen -

ted in table x of Figure IX, are used.

LITERATURA CITADA

01. AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photogrammetry. 3 rd. Ed. Falls Church, The American Society of Photogrammetry, 1966. 536 p.
02. ANDRADE, J.B. Curso de Aerofotogrametria. Curitiba, Diretório Bernardo Sayão. 1966. 96 p.
03. BONNEVAL, H. Photogrammétrie Générale. Vol. III. Paris, Editions Eurolles, 1972. 309 p.
04. BRANDI, P.M. Critérios Adotados nos E.U.A. e Europa, para a Análise das Precisasões Fotogramétricas. Cartografia. Rio de Janeiro, 1 : 34 - 37, nov. 1970.
05. COELHO, A.G. de Souza. Inspeção e Qualificação de Aeroimagens para Fotointerpretação. Aerofotogeologia. Universidade de São Paulo, 1972. 18 p.
06. FORERO, J.A.M. Exercícios Práticos de Fotogrametria Elemental. Bogotá, C.I.A.F., 1974. 154 p.
07. GRANER, E.A. Como Aprender Estatística. São Paulo. Ed. Melhoramentos, 1952. 168 p.
08. MARKUS, R. Elementos de Estatística Aplicada. Porto Alegre, Diretório Acadêmico Leopoldo Cortez, 1973. 329 P.
09. MOFITT, F.H. Photogrammetry. 2 rd. Ed. Scranton, Pennsylvania, International Textbook Company, 1967. 695 p.
10. MOSQUERA, F.L. Compilacion de Mapas Florestales. Bogotá, Centro Interamericano de Fotointerpretacion, 1973. 67 P.
11. ROCHA, J.S.M. & CARNEIRO, C.M.R. Mosaicos Aerofotogramétricos. Santa Maria, Imprensa Universitária, 1975. 30 p.
12. ROUTIN, D.D. Cartografia. Bogotá, Centro Interamericano de Fotointerpretacion, 1970. 126 p.
13. ROUTIN, D.D. & FORERO, J.A.M. Instrumentos Fotogramétricos Aproximados. Bogotá, Centro Interamericano de Fotointerpretacion, 1972. 132 p.
14. RICCI, M & PETRI, S. Curso de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica. São Paulo, Companhia Editora Nacio

- nal, 1965. 226p.
15. SCHWIDEFSKY, K. Fotogrametria Terrestre Y Aérea. Barcelona, Editorial Labor, S.A., 1960. 332 p.
 16. VERGARA, M.L. LOPEZ. Manual de Fotogeologia. Madrid, Serviço de Publicaciones de la Junta de Energia Nuclear, 1971. 287 p.
 17. ZEISS. Aero-Sketchmaster. Munchen, Zeiss - Aerotopograph, (s.d.) 3 p.