



CURVAS DE NÍVEL OBTIDAS DE AEROFOTOS VERTICAIS

Zacarias Xavier de Barros¹, Sérgio Campos², Lincoln Gehring Cardoso² &
Ronaldo Alberto Pollo³

RESUMO

Objetiva-se, com este trabalho, obter curvas de nível a partir de fotografias aéreas verticais, utilizando-se de gráfico linear de correção, em áreas com diferentes classes de declividade. A análise estatística dos dados foi efetuada por meio de regressões múltiplas das variáveis, erro horizontal e erro vertical, em função das variáveis independentes: altitude; altitude e declividade. Os erros médios horizontais e verticais pouco dependem da altitude, bem como da altitude e declividade, induzindo à conclusão de que não há necessidade de se levar em conta compartimentos de relevo com declividades uniformes e constantes para o traçado das curvas de nível em aerofotos.

Palavras-chave: fotografias aéreas, curvas de nível, sensoriamento remoto

ISOLINE CURVES OBTAINED FROM VERTICAL AEROPHOTOS

ABSTRACT

This study was conducted to obtain level curves from vertical aerial photographs, using linear graphics correction in areas with different slope classes. Statistical analysis of data was made by multiple regressions of horizontal and vertical deviation as a function of the following independent variables: altitude, altitude and slope. Vertical and horizontal deviations showed no significant dependence either on altitude or the altitude and slope, leading to the conclusion that there is no need to involve topography with uniform and constant slopes to obtain iso-level curves from aerophotos.

Key words: aerial photographs, level curves, remote sensing

Recebido em 07/07/1999, Protocolo 076/99

¹ Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular, Faculdade de Ciências Agronômicas-UNESP, Campus de Botucatu, SP. Departamento de Engenharia Rural, Fazenda Experimental Lageado, CP 237, CEP 18603 – 970, Botucatu, SP. Telefax: (0xxxx) 821 3883, Ramal 165. E-mail: secdenr@fca.unesp.br

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, UNESP

³ Licenciado em Geografia. Departamento de Engenharia Rural, UNESP

INTRODUÇÃO

A obtenção de curvas de nível diretamente de fotografias aéreas verticais apresenta limitações, devido às deformações geométricas das imagens no momento da tomada aérea da superfície do terreno, uma vez que se trata de um sistema de projeção central.

Como registro da paisagem, as fotografias aéreas oferecem grande quantidade de informações que permitem avaliar áreas de propriedades, estudar o uso do solo e planejar (Marchetti & Garcia, 1978).

O registro de áreas planas em aerofotos permite medições de distâncias horizontais sem erros significativos (Lattman & Ray, 1963). Por outro lado, quando o terreno é ondulado ou íngreme, os autores alertam ser preciso a correção dos deslocamentos da imagem.

Wolf (1974) sugere a construção de gráfico de correção para se evitar a influência do “tilt” e contração e dilatação do papel fotográfico nas medições de paralaxe.

Se correções apropriadas não forem efetuadas, as distorções presentes num estereomodelo podem causar diferenças nas medidas de alturas relativas (Ricci & Petri, 1965).

Com este trabalho objetivou-se obter curvas de nível a partir de aerofotos de áreas com relevo, apresentando variadas classes de declividade e compará-las com curvas homólogas obtidas por restituídores de órgãos oficiais especializados.

MATERIAL E MÉTODOS

As fotografias aéreas utilizadas correspondem a uma parte do município de Botucatu, SP, situada entre as coordenadas 22° 33' a 23° 04' de latitude S e 48° 14' a 48° 32' de longitude WGr. Foram escolhidas fotos que continham áreas com declividades variando de 0 a 30%.

As curvas obtidas foram comparadas tendo-se como referencial curvas de nível homólogas, traçadas pelo Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (Terrafoto), escala 1:10.000 com equidistância de 5 m.

As áreas estudadas foram selecionadas em fotografias aéreas verticais, escala nominal aproximada 1:25.000 e, para o traçado das curvas de nível, utilizou-se o restituídor denominado Fotointerpretador Wild F-4, auxiliado por gráfico de correção linear, enquanto com o gráfico de correção em papel vegetal fixado sobre a foto da esquerda ajustava-se, no micrométrico da barra de paralaxe, o valor calculado para cada curva a ser traçada pelo pantógrafo.

Visando-se verificar a qualidade do traçado das curvas obtidas segundo metodologia proposta, foram construídos perfis longitudinais e avaliados possíveis erros altimétricos; tendo-se definido pontos extremos dos perfis na fotografia e na carta-testemunha, os erros horizontais foram determinados graficamente, tendo como verdade de campo a carta do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, sendo que os erros verticais acima citados foram avaliados pela interpolação entre as curvas obtidas e suas homólogas existentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em decorrência do elevado número de dados gerados quando da confecção dos perfis longitudinais, optou-se por apenas um exemplo, como representante dos demais resultados.

Assumindo-se que a paridade entre carta e aerofoto vertical só pode ocorrer em condições ideais e que no caso das fotografias as distorções radiais estão presentes, as áreas para determinação das curvas de nível foram separadas dentro da sua porção central.

Os valores médios de declividade e escala (Tabela 1) indicam que as rampas consideradas para estudo, estão situadas em relevos com compartimentos diferenciados, ou seja, pouco uniforme; já para o traçado das curvas de nível, são necessários o cálculo da fotobase ajustada (bo) e a altura de vôo (Ho) do “datum” considerado (Tabela 1) uma vez que esses valores fornecem os limites numéricos que serão aplicados no estereomicrometro, na obtenção dessas curvas.

Tabela 1. Declividade média (DM), escala média (EM), fotobase (bo) e altura de vôo (Ho), de parte do município de Botucatu, SP

Área	Perfil	DM (%)	EM (%)	fo (mm)	Ho (m)
	A-B				
	A-C				
X	A-D	24,58	24605,7	87,00	3764,60
	A-E				
	A-F				

Visando-se avaliar a semelhança do traçado das curvas obtidas das fotografias, confrontaram-se perfis longitudinais com suas homólogas construídas a partir da carta-testemunha.

Foram obtidos as diferenças e os erros horizontais dos perfis na escala da carta e os erros verticais deduzidos por interpolação dos valores de altitudes.

Os valores da Tabela 2 mostram que, para as diferenças horizontais, adotaram-se sinais positivos ou negativos para mostrar quando a curva traçada passou à direita ou à esquerda da curva original e, também, positivos ou negativos, para indicar quando o erro vertical foi superior ou inferior à altitude da curva correspondente; já os valores maiores (positivos ou negativos) de erros horizontais e verticais, podem estar refletindo dificuldade na obtenção das curvas, devido à presença de vegetação densa ou a diferentes declividades num mesmo perfil do terreno.

Para muitas curvas em diversos perfis não foram constatados diferenças horizontais nem verticais (Tabela 2) indicando que o gráfico de correção, especialmente nessas regiões, corrigiu possíveis distorções responsáveis pelos erros nas leituras de paralaxe.

Aos erros obtidos nos perfis foram aplicadas regressões múltiplas das variáveis erro horizontal (DH), erro horizontal absoluto (DHa), erro vertical (DV) e erro vertical absoluto (DVa) em função das variáveis independentes, declividade e altitude, cujos valores dos coeficientes de determinação (R^2) e de (F) constam da Tabela 3.

Tabela 2. Altitudes (H), erros horizontais (DH) e erros verticais (DV), de parte do município de Botucatu, SP

H (m)	DH (m)	DV (m)	H (m)	DH (m)	DV (m)
Perfil AB			Perfil AE		
675	0,0	0,0	675	0,0	0,0
695	0,0	0,0	695	- 10,0	- 0,8
715	0,0	0,0	715	- 10,0	- 1,9
735	0,0	0,0	735	- 20,0	- 5,0
755	0,0	0,0	755	0,0	0,0
775	+ 10,0	+ 3,6	775	+ 15,0	+ 6,7
795	0,0	0,0	795	+ 10,0	+ 3,6
815	- 10,0	- 2,8	815	0,0	0,0
835	0,0	0,0	835	0,0	0,0
855	0,0	0,0	855	+ 20,0	+ 7,3
870	0,0	0,0	875	+ 5,0	+ 1,2
			895	0,0	0,0
Perfil AC			Perfil AF		
675	0,0	0,0	675	0,0	0,0
695	+ 10,0	+ 2,4	695	0,0	0,0
715	+ 5,0	+ 2,0	715	0,0	0,0
735	0,0	0,0	735	0,0	0,0
755	- 25,0	- 9,6	755	+ 5,0	+ 0,7
775	- 17,0	- 5,7	775	+ 15,0	+ 4,0
795	+ 10,0	+ 3,7	795	0,0	0,0
815	0,0	0,0	815	0,0	0,0
835	- 15,0	- 5,5	835	0,0	0,0
855	0,0	0,0	855	+ 10,0	+ 3,1
875	0,0	0,0	875	0,0	0,0
885	0,0	0,0	895	0,0	0,0
			915	+ 5,0	+ 0,7
			930	0,0	0,0
Perfil AD					
675	0,0	0,0			
695	- 12,0	- 2,2			
715	0,0	0,0			
735	0,0	0,0			
755	- 15,0	- 3,2			
775	+ 10,0	+ 5,0			
795	+ 15,0	+ 4,0			
815	- 5,0	- 1,3			
817	0,0	0,0			

Os coeficientes de determinação (Tabela 3) declividade 0-30%, apresentam-se relativamente baixos, iguais a 0,8% para erros verticais relativos e de 11,1% para erros verticais absolutos em função de altitude e da declividade.

Tabela 3. Valores de R^2 e F, obtidos para as variáveis erros horizontais - DH(m) e erros verticais - DV(m) relativos e absolutos, em função de declividade e altitude

Variáveis Dependentes	Variáveis independentes		R^2	F
	Declividade	Altitude		
DH		X	0,0004	0,4287 ns
		X	0,0037	1,9757 ns
		X	0,0013	1,3521 ns
DH absoluto	X	X	0,0382	20,7183**
		X	0,0001	0,0195 ns
DV	X	X	0,0085	4,4994 **
		X	0,0002	0,2725 ns
DV absoluto	X	X	0,1110	65,0403**

ns - Não significativo; ** Significativo a nível de 1%

O elevado número de regressões não significativas verificadas pelos valores de F e os baixos coeficientes de determinação (Tabela 3) indicam que os erros horizontais e verticais pouco dependem da altitude e da altitude e declividade.

CONCLUSÕES

1. Na obtenção de curvas de nível, a partir de aerofotos os erros horizontais (DH) e verticais (DV) são poucos influenciados pela altitude e declividade do local, indicando que, para este tipo de trabalho, não se constituem fatores limitantes.

2. O gráfico de correção linear mostrou-se suficiente para compensar distorções dentro da área de interesse, exceto as devido ao relevo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LATTMAN, L.H.; RAY, R.G. Aerial photographs in field geology. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1963. 221p.
- MARCHETTI, D.A.B.; GARCIA, G.J. Princípios de fotogrametria e fotointerpretação. 1ª ed. São Paulo, Nobel, 1978. 257p.
- RICCI, M.; PETRI, S. Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica. 1ª ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1965. 226p.
- WOLF, P.R. Elements of photogrammetry. 1ª ed. New York: McGraw-Hill, 1974, 562p.