

QUALIDADE DE COORDENADAS PLANAS EM POLIGONAÇÃO TOPOGRÁFICA

Tiago Tellechea Pilar ¹

Ricardo Freddo Neto ²

Pablo Francisco Benitez Baratto ³

Jessica Paola Silva Fuchs ⁴

Marcos Vinicio Vieira Vita ⁵

Marcelo Jorge De Oliveira ⁶

Resumo:

A topografia pode ser definida como a ciência, a arte e a tecnologia de definir pontos relativos acima, abaixo ou sobre a superfície terrestre, ou estabelecer esses pontos. De modo mais amplo, a topografia engloba métodos para medição e obtenção de informações sobre a superfície física da Terra, gerando produtos a partir do processamento dessas informações. Em todo tipo de medição existirá erro. Os erros provenientes de valores observados utilizados em cálculos subsequentes são denominados de propagação de erros. A lei geral da propagação de variâncias é utilizada para calcular a propagação dos erros aleatórios. Na topografia, a fórmula para a propagação de erros pode ser minimizada. O objetivo do presente trabalho resume-se em analisar a propagação de erros no cálculo das coordenadas X ,Y por meio da contra poligonal, comparando com a precisão nominal do equipamento utilizado.

Palavras-chave: Coordenadas, Topografia, Erros, Precisão

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

QUALIDADE DE COORDENADAS PLANAS EM POLIGONAÇÃO TOPOGRÁFICA

¹ Aluno de graduação. ttptiago@hotmail.com. Autor principal

² Aluno de graduação. 15ricardo1103@gmail.com. Co-autor

³ Aluno de graduação. pablofbbaratto@gmail.com. Co-autor

⁴ Aluno de graduação. jessicapaolafuchs@gmail.com. Co-autor

⁵ Aluno de graduação. marcosvieiravita@gmail.com. Co-autor

⁶ Docente. marcelojorge@unipampa.edu.br. Orientador



QUALIDADE DE COORDENADAS PLANAS EM POLIGONAÇÃO TOPOGRÁFICA

1. INTRODUÇÃO

Segundo Ghilani e Wolf (2013), a topografia pode ser definida como a ciência, a arte e a tecnologia de definir pontos relativos acima, abaixo ou sobre a superfície terrestre, ou estabelecer esses pontos. De modo mais amplo, a topografia engloba métodos para medição e obtenção de informações sobre a superfície física da Terra, gerando produtos a partir do processamento dessas informações.

A topografia tem como principal objetivo efetuar o levantamento topográfico, que consiste na coleta das medições de ângulos e distâncias de modo que seja possível representar uma porção terrestre onde a curvatura da Terra é desconsiderada (VEIGA et al., 2012). De acordo com a ABNT/NBR 13133/94 (Execução de Levantamento Topográfico), o levantamento topográfico pode ser definido como: “Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas.”

Segundo Veiga et al. (2012), o levantamento topográfico carrega consigo erros que podem ser provenientes do equipamento, do operador ou erros que ocorrem sem um padrão. Os erros sistemáticos podem ser corrigidos seguindo leis matemáticas ou físicas, ou por técnicas de observação, uma vez que ocorrem por causas conhecidas (equipamentos). Os erros grosseiros são causados por falhas na operação dos equipamentos, ou por leituras errôneas, e devem ser evitados mantendo o máximo de atenção durante a realização do levantamento. Os erros aleatórios, ou acidentais, podem ser provenientes de uma inclinação da baliza no momento da leitura ou até mesmo um erro de pontaria na leitura de direções horizontais.

Em todo tipo de medição existirá erro. Os erros provenientes de valores observados utilizados em cálculos subsequentes são denominados de propagação de erros. A lei geral da propagação de variâncias é utilizada para calcular a propagação dos erros aleatórios. Na topografia, a fórmula para a propagação de erros pode ser minimizada (GHILANI e WOLF, 2013).

Este trabalho busca analisar a propagação de erros no cálculo das coordenadas X , Y por meio da contra poligonal, comparando com a precisão nominal do equipamento utilizado. Na seção 2, são apresentados os equipamentos utilizados e de que maneira foi executado o procedimento para realização do experimento. A seção 3 apresenta os resultados obtidos em campo, bem como as discussões relacionadas a estes resultados. Por fim, na seção 4 são apresentadas as considerações finais.

2. METODOLOGIA

Para o experimento foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Estação total Nikon NPL-632;
- Base nivelante;
- Três marcos de centragem forçada;
- Bússola.

Com o intuito de analisar e comprovar a qualidade das coordenadas planas X , Y por meio da contra poligonal, foi realizada uma série de três leituras. Havendo simultaneamente o propósito de verificar os erros obtidos de acordo com a precisão nominal do equipamento,.

As leituras foram possíveis com a utilização de três marcos geodésicos de centragem forçada. A estação foi posicionada no marco central, como ilustrado na Figura 1.

Para as observações de número 1, o prisma, juntamente com a base nivelante, foi instalado no marco 01 para a execução da primeira observação de ré, onde foram executadas leituras na posição direta (PD) e na posição inversa (PI).

Posteriormente, o prisma e a base nivelante foram posicionados no marco 02 (utilizado para vante na primeira observação), executando leituras de PD e PI repetidamente.

O mesmo processo foi reproduzido novamente para a contra poligonal, na observação de número 2, cujo marco 02 foi utilizado como ré e o marco 01 como vante.

Por último foi realizada mais uma série de leituras correspondente à primeira observação.

Durante toda a execução do experimento foi utilizado o mesmo equipamento, visando provavelmente não conceber mais erros resultantes do uso de equipamentos diferentes.

Para os procedimentos de cálculos, o azimuth inicial foi estimado com o auxílio de uma bússola e as coordenadas iniciais foram arbitradas.

De acordo com Ghilani e Wolf (2013), considerando que $a, b, c, \dots, n$ são os valores observados que contém os erros $E_a, E_b, E_c, \dots, E_n$, e considerando, ainda, que Z é a quantidade derivada por cálculo com as quantidades observadas em função de f , então:

$$Z=f(a, b, c, \dots, n) \quad (1)$$

Supondo que $a, b, c, \dots, n$ são observações independentes, o erro calculado na quantidade Z é:

$$E_z = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial a} E_a\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b} E_b\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial c} E_c\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial n} E_n\right)^2} \quad (2)$$

Em que os termos $\partial f/\partial a, \partial f/\partial b, \partial f/\partial c, \dots, \partial f/\partial n$ são as derivadas parciais de f com relação às variáveis $a, b, c, \dots, n$.

Para o cálculo das coordenadas topográficas utilizou-se as equações (3) e (4), descritas por Pastana (2010).

$$\Delta X = X_n - X_{n-1} \rightarrow X_n = X_{n-1} + D \cdot \text{sen}(Az_{n(n-1)}) \quad (3)$$

$$\Delta Y = Y_n - Y_{n-1} \rightarrow Y_n = Y_{n-1} + D \cdot \cos(Az_{n(n-1)}) \quad (4)$$

A área onde o experimento foi realizado está representada na Figura 1.



Figura 1. Área de estudo. Fonte: Adaptado de Google Earth.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Aparentemente, as coordenadas calculadas a partir dos dados obtidos em campo, com posições diretas e inversas, têm um erro máximo aproximado em 1,5 cm, como demonstrado na tabela 1.

Entretanto, é necessário definir quantitativamente se o valor é aceitável para trabalhos de Topografia de Precisão. Para isso, é preciso comparar o erro encontrado com a precisão calculada pelas derivadas parciais demonstradas na equação (2), utilizando a precisão nominal dos instrumentos utilizados. Neste caso, a Estação total Nikon NPL-632, com (3 mm + 2ppm x D) de precisão linear e (2") de precisão angular.

Tabela 1. Coordenadas calculadas e observações de campo.

PONTO	COORD. ESTAÇÃO		AZIMUTE	DIS- TÂNCIA	COORD. VANTE	
	X (m)	Y (m)			X (m)	Y (m)
1	10500,000	20500,000	340° 00' 0,00"	463, 996	10341,304	20936,014
2	10341,304	20936,014	245° 32' 47,00"	59,970	10286,714	20911,189
3	10341,304	20936,014	159° 59' 54,00"	463,995	10500,012	20500,006
2	10341,304	20936,014	245° 33' 6,50"	59,971	10286,710	20911,194

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 2. Resultados Derivadas Parciais.

PONTO	$\partial X/\partial X_0$	$\partial X/\partial D$	$\partial X/\partial Az$
2	0,000016000000	0,000007457761	0,000000298572
3	0,000144000000	0,000001052800	0,000017873512
	$\partial Y/\partial Y_0$	$\partial Y/\partial D$	$\partial Y/\partial Az$
2	0,000025000000	0,000001542239	0,000000039553
3	0,000144000000	0,000007947200	0,000002367782

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 3. Precisão nominal do equipamento e a precisão obtida no levantamento.

	Precisão Levantamento		Precisão dos Equipamentos	
PONTO	εX (m)	εY (m)	εX (m)	εY (m)
2	0,004000	0,005000	0,004874	0,005156
3	0,012319	0,005939	0,012764	0,012422

Fonte: elaborada pelos autores.

Ao analisar a tabela 3 foi possível obter o resultado final do trabalho. Através destes valores se pode comprovar que a precisão obtida na poligonação está dentro da precisão calculada a partir de derivadas parciais, as quais definem os erros aceitáveis para o levantamento. Portanto, os levantamentos topográficos realizados com a Estação Total Nikon NPL-632 estão dentro da tolerância aceitável de erro para o equipamento até o momento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise da propagação de erros no cálculo de coordenadas, foi possível verificar que a precisão do equipamento obtida por meio da poligonação é condizente com o erro aceitável para levantamentos.

Vale ressaltar que esta é uma técnica que deve ser realizada para calcular o nível de aferimento de aparelhos topográficos, enfatizando a importância e necessidade de manter estes aparelhos com manutenção em dia, para evitar erros em trabalhos futuros e possibilitar serviços de qualidade em Topografia de Precisão.

5. REFERÊNCIAS

ABNT/NBR 13133/94. Associação Brasileira de Normas Técnicas/ Norma Brasileira Regulamentadora - Execução de levantamento topográfico, 1994.

GHILANI, C. D.; WOLF, P. R. Geomática. 13 ed. São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2013. 698p.

PASTANA, C. E. T. Topografia I e II. 1.ed. Marília: UNIMAR, 2010. 248p.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de Topografia. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Paraná, 2012.