

Utilização de diferentes Estratégias no Cálculo de Poligonais topográficas pelo Método das Compensações

Niel Nascimento Teixeira
Alennay Macário Alves
Leandro Assis
Jaime Araújo Santos

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - DCAA

nnteixeira@uesc.br
leo_ios@hotmail.com
alennay@yahoo.com.br
jaime61@uol.com.br

RESUMO: Com o advento da eletrônica, da indústria de precisão e da ótica, os instrumentos topográficos ficaram mais leves, precisos e versáteis, além de propiciar maior rapidez nos trabalhos de desenvolvimento de poligonais topográficas. Não obstante a todos estes fatores positivos, existe um entrave no que diz respeito aos resultados finais: a falta de confiabilidade dos mesmos. Este problema é originado pela metodologia amplamente empregada no tratamento dos dados advindos do campo. Esta metodologia baseia-se no método das compensações, que não permite o tratamento dos erros de medição, e não propicia uma solução unívoca para as coordenadas dos pontos levantados no terreno. Deste modo, o propósito deste trabalho é o de mostrar os resultados obtidos no cálculo de uma poligonal topográfica fechada, levantada em campo com 34 vértices, pelo método das compensações, utilizando diferentes estratégias. Na primeira estratégia calculou-se a poligonal utilizando-se correção angular proporcional ao número de vértices; na segunda estratégia correção linear proporcional às projeções; na terceira estratégia, correção angular proporcional as distâncias e, por ultimo, conduziu-se os cálculos sem efetuar correções nos ângulos e distancias. Os diferentes resultados obtidos são mostrados e comparados e, ao final, são apresentadas as conclusões.

Palavras Chave: Ajustamento

ABSTRACT: With the advent of electronic industry, precision and optical, surveying instruments were lighter, precise and versatile, in addition to providing more rapid development work topographical traverses. Despite all these positive factors, there is an obstacle with respect to the final results: the unreliability of them. This problem is caused by the methodology widely employed in the processing of data coming from the field. This methodology is based on the method of compensation, which allows the treatment of measurement errors, and does not provide an unequivocal solution for the coordinates of the points raised on the ground. Thus, the purpose of this paper is to show the results obtained in the calculation of a topographic polygonal closed, raised in the field with 34 vertices, the method of compensation, using different strategies. In the first strategy was calculated using the polygonal angular correction to the number of vertices, the second strategy linear correction proportional to projections, the third strategy, angular correction proportional distances and, finally, led to the calculations without making corrections the angles and distances. The different results are shown and compared and, finally, conclusions are drawn.

Keywords: Adjustment

1 Introdução

As atividades de planejamento rural e urbano, projetos e implantação de obras de engenharia, arquitetura e agronomia, mapeamento, e etc., requerem o apropriado conhecimento da superfície física da Terra. A consecução deste conhecimento se dá por meio de levantamentos topográficos apropriados. Dentre as atividades intrínsecas aos levantamentos topográficos, tem-se a formação ou o desenvolvimento de poligonais topográficas, a partir das quais são feitas a caracterização de propriedades rurais e urbanas, demarcação de obras, levantamento de detalhes, definição da topologia dos terrenos e etc.

Com o advento da eletrônica, da indústria de precisão e da ótica, os instrumentos topográficos ficaram mais leves, precisos e versáteis, além de propiciar maior rapidez nos trabalhos de desenvolvimento de poligonais topográficas. Não obstante a todos estes fatores positivos, existe um entrave no que diz respeito aos resultados finais: a falta de confiabilidade dos mesmos. Este problema é originado pela metodologia amplamente empregada no tratamento dos dados advindos do campo. Esta metodologia baseia-se no método das compensações, que não permite o tratamento dos erros de medição, e não propicia uma solução unívoca para as coordenadas dos pontos levantados no terreno.

Com o advento da Lei 10.267/01 (INCRA, 2003) – que criou o Sistema Público de Registro de Terras, pretendendo assim coibir a apropriação irregular e a transferência fraudulenta de terras, exigindo que no registro de todos os imóveis rurais, constem seus limites definidos através de coordenadas precisas e referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), caracterizando assim, o Georreferenciamento de Imóveis Rurais – este problema ganha uma conotação ainda maior, pois a definição das propriedades rurais deve atender a especificações técnicas rigorosas, como por exemplo, precisão posicional, saindo assim do âmbito meramente descritivo e sem rigor técnico. A precisão posicional é conseguida, dentre outros fatores, por meio de controle da propagação de erros observacionais, bem como, pela obtenção de solução única, fatores estes que conduzem à confiabilidade dos resultados finais. Neste contexto, o método das compensações, que não permite solução unívoca e nem o devido controle da propagação de erros, apesar de ter sido contemplado na Lei 10.267/01 através da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA, não propicia a confiabilidade exigida para as atividades de Georreferenciamento. Deste modo, o propósito deste trabalho é o de mostrar os resultados obtidos no cálculo de uma poligonal topográfica fechada, levantada em campo com 34 vértices, pelo método das compensações, utilizando diferentes estratégias. Na primeira estratégia calculou-se a poligonal utilizando-se correção angular proporcional ao número de vértices; na segunda estratégia correção linear proporcional às projeções; na terceira estratégia, correção angular proporcional às distâncias e, por último, conduziu-se os cálculos sem efetuar correções nos ângulos e distâncias.

2 MÉTODO DAS COMPENSAÇÕES

O método das compensações realizada neste trabalho foi proposta com a comparação de diferentes métodos de correção, tais como, correção angular proporcional ao número de vértices, correção linear proporcional às projeções, correção angular proporcional às distâncias.

2.1 FECHAMENTO ANGULAR PARA ANGULOS INTERNOS

O fechamento angular é dado a partir do somatório dos ângulos horizontais internos, logo somamos dois ao número de vértices e depois multiplicamos o resultado por 180.

$$\sum \hat{A}H = (n^{\circ} \text{ vértices} + 2) \cdot 180^{\circ}$$

2.2 ERRO ANGULAR PARA ANGULOS INTERNOS

O erro angular da poligonal é dado pelo somatório dos ângulos internos menos o somatório dos ângulos horizontais internos.

$$\varepsilon\hat{A} = (n^{\circ} \text{vértices} + 2).180^{\circ} - \sum \hat{A}H$$

2.3 COMPENSAÇÃO DO ERRO ANGULAR

A compensação do erro angular pode ser realizada proporcional ao numero de vértices e proporcional ao numero de distancias.

2.3.1 Proporcional ao numero de vértices

A compensação do erro proporcional ao numero de vértices, e dada dividindo-se o erro angular pelo numero de vértices, posteriormente soma-se este resultado com o ângulo horizontal lido.

$$\Delta\varepsilon\hat{A} = \frac{\varepsilon\hat{A}}{n^{\circ} \text{vértices}}$$

2.3.2 Proporcional as distancias

A compensação do erro proporcional as distancias, e dada dividindo-se o erro angular pelo somatório das distancias horizontais, posteriormente multiplicando-se por cada distancia horizontal, e pelo ângulo horizontal lido.

$$\Delta\varepsilon\hat{A} = \frac{\varepsilon\hat{A}}{\sum DH} \cdot DH_1 \dots DH_n$$

2.4 Cálculo de Azimute

O azimute e calculado a partir da soma subsequente dos ângulos ao azimute inicial da poligonal, onde obtém estes valores a partir do cateto oposto e do adjacente.

$$\Delta X = X_2 - X_1 \quad e \quad \Delta Y = Y_2 - Y_1$$

$$RUMO_{1-2} = \tan^{-1} \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

$$1^{\circ} \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = RUMO$$

$$2^{\circ} \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = 180^{\circ} - RUMO$$

$$3^{\circ} \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = 180^{\circ} + RUMO$$

$$4^{\circ} \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = 360^{\circ} - RUMO$$

$$AZ_{2-3n} = (AZ_{1-2} + \hat{A}I) - 180^{\circ} \quad se \{ < 0; +360^{\circ} \}; se \{ > 360^{\circ}; -360^{\circ} \}$$

2.5 Calculo da Distancia Horizontal

A distancia horizontal é calculada a partir do seno do ângulo vertical vezes a distancia inclinada, posteriormente calculando a media somando a distancia horizontal da re mais a vante e dividindo por dois.

$$DH = \sin \hat{AV} \cdot DI$$

$$DH = \frac{DH_{vants} + DH_{ré}}{2}$$

2.6 Cálculo das Projeções Diretas

As projeções são calculadas a partir do seno ou cosseno do azimuth vezes a distancia horizontal. Para abscissa seno e ordena cosseno.

$$P_X = \sin AZ \cdot DH$$

$$P_Y = \cos AZ \cdot DH$$

2.7 Erro Linear

O erro linear e calculado a partir do somatório das projeções negativas e positivas para X e para Y.

$$\varepsilon L_X = \sum_{P_X}^{+} + \sum_{P_X}^{-}$$

$$\varepsilon L_Y = \sum_{P_Y}^{+} + \sum_{P_Y}^{-}$$

2.8 Compensação do Erro Linear Proporcional as Projeções

A compensação do erro linear proporcional as projeções e realizado a partir da divisão do erro linear pelo somatório das projeções negativas e positivas de X e Y vezes as projeções, posteriormente soma-se este valor a cada projeção correspondente.

$$\Delta \varepsilon L_X = \frac{-\varepsilon L_X}{|\sum_{P_X}^{-}| + |\sum_{P_X}^{+}|} \cdot P_{X1...n}$$

$$\Delta \varepsilon L_Y = \frac{-\varepsilon L_Y}{|\sum_{P_Y}^{-}| + |\sum_{P_Y}^{+}|} \cdot P_{Y1...n}$$

2.9 Compensação do Erro Linear Proporcional ao Número de Vértices

A compensação o erro linear e realizada dividindo o erro linear pelo numero de vértices, mais a projeção relativa do erro.

$$P_{XCOR} = \frac{\varepsilon L_X}{n^{\circ} \text{ vértices}} + P_{X1...n}$$

$$P_{YCOR} = \frac{\varepsilon L_Y}{n^{\circ} \text{ vértices}} + P_{Y1...n}$$

2.10 Calculo das Coordenadas

As coordenada são calculadas a partir da soma da coordenada anterior com a projeção corrigida anterior.

$$(E) X_{2...n} = X_{1...n} + P_{XCor1...n}$$

$$(E) Y_{2...n} = Y_{1...n} + P_{YCor1...n}$$

2.11 Soma Binária

A soma binária é realizada somando a coordenada com a projeção corrigida.

$$SBC_X = X_{1...n} + P_{XCor1...n}$$

$$SBC_Y = Y_{1...n} + P_{YCor1...n}$$

2.12 Cálculo de Dupla Área

O cálculo de dupla área é realizado para X, utilizando a soma binária de X1 vezes a coordenada de Y2. E para Y e utilizado a soma binária de Y1 vezes a coordenada de X2. No entanto, o somatório da dupla área de X tem que ser igual ao de Y.

$$2S_X = SBC_{X1...n} \cdot Y_{2...n} ; \quad 2S_Y = SBC_{Y1...n} \cdot X_{2...n}$$

$$\sum 2SX = \sum 2SY$$

2.13 Cálculo da Área

Para calcular a área em metros quadrados deve-se dividir o somatório da dupla área por dois.

$$S_{n^2} = \frac{2S}{2}$$

2.14 Cálculo do azimute corrigido

Para calcular o azimute corrigido deve-se dividir a projeção corrigida de X por Y e posteriormente calcular a arc tangente. Assim será encontrado o rumo que é depois o azimute.

$$RUMO = \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$1^\circ \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = RUMO$$

$$2^\circ \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = 180^\circ - RUMO$$

$$3^\circ \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = 180^\circ + RUMO$$

$$4^\circ \text{ Quadrante} \Rightarrow AZ_{1-2} = 360^\circ - RUMO$$

$$AZ_{2-3n} = (AZ_{1-2} + \hat{A}I) - 180^\circ \quad se \{ < 0; +360^\circ \}; se \{ > 360^\circ; -360^\circ \}$$

2.15 Cálculo da distância horizontal corrigida

O cálculo da distância horizontal corrigida é efetuado calculando a raiz quadrada da projeção corrigida de X ao quadrado mais a projeção corrigida de Y ao quadrado.

$$DH_{Cor1-2} = \sqrt{(P_{X1...n})^2 + (P_{Y1...n})^2}$$

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do projeto é composta de 34 vértices pertencentes à Fazenda Cachoeira, localizada no município de Jussari no Sul da Bahia, conforme visto na figura 3.1.

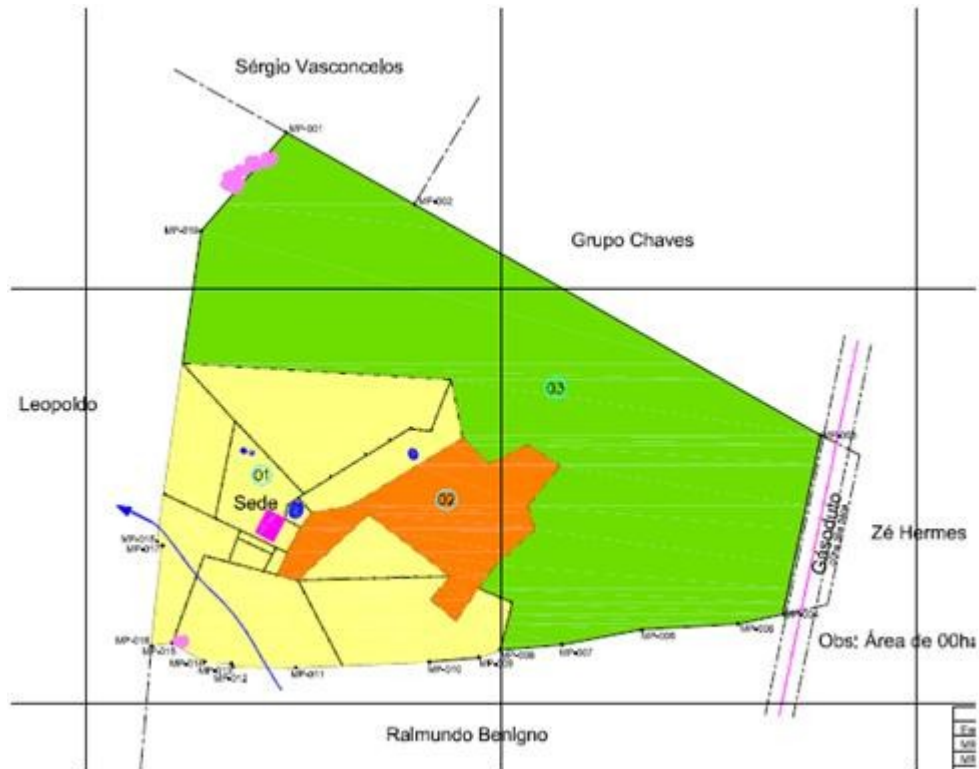


Figura 3.1 – Fazenda Cachoeira

O levantamento Topográfico da Poligonal foi realizado com a Estação Total Topcon 105N, com precisão angular de 5" e leitura de 1'; e a precisão linear de 2mm +2ppm, conforme figura 3.2.



Figura 3.2 – Estação Total TOPCON 105N

A tabela 3.1 mostra os dados de campo.

Tabela 3.1 – Tabela de Dados de Campo

Alinhamento			Azimutes	Distâncias
Ind	Estação	P. Visado	Observado	Observada
1	E-2	E-3	121°32'03.7"	4,472
2	E-3	E-4	180°56'16"	51,685
3	E-4	E-5	181°19'01.3"	102,868
4	E-5	E-6	183°07'35.9"	72,646
5	E-6	E-7	219°03'30.5"	40,108
6	E-7	E-8	208°54'54.2"	17,66
7	E-8	E-9	242°31'52.8"	16,564
8	E-9	E-10	192°33'37.2"	23,821
9	E-10	E-11	293°05'23.2"	106,069
10	E-11	E-12	293°01'53.7"	73,037
11	E-12	E-13	293°17'26.6"	42,896
12	E-13	E-14	294°46'01.9"	47,955
13	E-14	E-15	292°35'04"	58,246
14	E-15	E-16	292°44'26"	87,721
15	E-16	E-17	294°52'46.9"	28,539
16	E-17	E-18	5°04'28.2"	95,549
17	E-18	E-19	6°51'10.7"	36,972
18	E-19	E-20	71°17'55.7"	33,107
19	E-20	E-21	77°59'22.2"	37,623
20	E-21	E-22	82°58'22"	32,331
21	E-22	E-23	72°47'07.9"	58,701
22	E-23	E-24	79°25'04.9"	36,651
23	E-24	E-25	76°12'00.8"	8,581
24	E-25	E-26	62°47'11.6"	15,915
25	E-26	E-27	78°57'50.1"	36,375
26	E-27	E-28	85°25'18.8"	4,533
27	E-28	E-29	80°42'28.8"	91,907
28	E-29	E-30	82°22'01"	26,578
29	E-30	E-32	93°28'48.7"	20,398
30	E-32	E-33	86°59'01.1"	19,178
31	E-33	E-34	116°42'11.4"	18,464
32	E-34	E-35	106°46'12.5"	8,893
33	E-35	E-1	82°19'06.4"	15,885
34	E-1	E-2	180°05'20"	72,815

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como mencionado anteriormente, o propósito deste trabalho é o de mostrar os resultados obtidos no cálculo de uma poligonal topográfica fechada, levantada em campo com 34 vértices, pelo método das compensações, utilizando diferentes estratégias. Na primeira estratégia calculou-se a poligonal utilizando-se correção angular proporcional ao número de vértices; na segunda estratégia correção linear proporcional às projeções; na terceira estratégia, correção angular proporcional as distâncias e, por ultimo, conduziu-se os cálculos sem efetuar correções nos ângulos e distancias.

4.1 AJUSTAMENTO PELO MÉTODOS DOS MÍNIMOS QUADRADOS

Como referência de comparação utilizou-se os resultados obtidos do ajustamento da referida poligonal pelo Método dos Mínimos Quadrados. Os azimutes e as distâncias ajustadas podem ser vistas na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Azimutes e Distâncias Ajustadas

Alinhamento			Azimutes		Distâncias	
Ind	Estação	P. Visado	Observado	Ajustado	Observada	Ajustada
1	E-2	E-3	121°32'03.7"	121°32'03.70"	4,472	4,4914
2	E-3	E-4	180°56'16"	180°56'16.00"	51,685	51,7073
3	E-4	E-5	181°19'01.3"	181°19'01.30"	102,868	102,8925
4	E-5	E-6	183°07'35.9"	183°07'35.90"	72,646	72,6687
5	E-6	E-7	219°03'30.5"	219°03'30.50"	40,108	40,1182
6	E-7	E-8	208°54'54.2"	208°54'54.20"	17,66	17,6734
7	E-8	E-9	242°31'52.8"	242°31'52.80"	16,564	16,5644
8	E-9	E-10	192°33'37.2"	192°33'37.20"	23,821	23,8395
9	E-10	E-11	293°05'23.2"	293°05'23.20"	106,069	106,0478
10	E-11	E-12	293°01'53.7"	293°01'53.70"	73,037	73,0171
11	E-12	E-13	293°17'26.6"	293°17'26.60"	42,896	42,8771
12	E-13	E-14	294°46'01.9"	294°46'01.90"	47,955	47,9355
13	E-14	E-15	292°35'04"	292°35'04.00"	58,246	58,2268
14	E-15	E-16	292°44'26"	292°44'26.00"	87,721	87,7007
15	E-16	E-17	294°52'46.9"	294°52'46.90"	28,539	28,5202
16	E-17	E-18	5°04'28.2"	5°04'28.20"	95,549	95,5258
17	E-18	E-19	6°51'10.7"	6°51'10.70"	36,972	36,9516
18	E-19	E-20	71°17'55.7"	71°17'55.70"	33,107	33,1103
19	E-20	E-21	77°59'22.2"	77°59'22.20"	37,623	37,6291
20	E-21	E-22	82°58'22"	82°58'22.00"	32,331	32,3391
21	E-22	E-23	72°47'07.9"	72°47'07.90"	58,701	58,7051
22	E-23	E-24	79°25'04.9"	79°25'04.90"	36,651	36,6577
23	E-24	E-25	76°12'00.8"	76°12'00.80"	8,581	8,5861
24	E-25	E-26	62°47'11.6"	62°47'11.60"	15,915	15,9147
25	E-26	E-27	78°57'50.1"	78°57'50.10"	36,375	36,3815
26	E-27	E-28	85°25'18.8"	85°25'18.80"	4,533	4,5415
27	E-28	E-29	80°42'28.8"	80°42'28.80"	91,907	91,915
28	E-29	E-30	82°22'01"	82°22'01.00"	26,578	26,5857
29	E-30	E-32	93°28'48.7"	93°28'48.70"	20,398	20,4098
30	E-32	E-33	86°59'01.1"	86°59'01.10"	19,178	19,1874
31	E-33	E-34	116°42'11.4"	116°42'11.40"	18,464	18,4829
32	E-34	E-35	106°46'12.5"	106°46'12.50"	8,893	8,9088
33	E-35	E-1	82°19'06.4"	82°19'06.40"	15,885	15,8925
34	E-1	E-2	180°05'20"	180°05'20.00"	72,815	72,8384

A tabela 4.2 mostra as coordenadas UTM (E, N) ajustadas.

Tabela 4.2 – Coordenadas UTM (E, N) Ajustadas

Coordenadas						
Ponto	E(X) Obs.	Correção	N(Y) Obs.	Correção	E(X) Ajust.	N(Y) Ajust.
E-3	448.050,81	0,0165	8.319.339,66	-0,0101	448.050,83	8.319.339,65
E-4	448.049,97	0,0161	8.319.287,98	-0,0324	448.049,98	8.319.287,95
E-5	448.047,60	0,0156	8.319.185,14	-0,0569	448.047,62	8.319.185,09
E-6	448.043,64	0,0143	8.319.112,60	-0,0795	448.043,65	8.319.112,52
E-7	448.018,37	0,0079	8.319.081,46	-0,0874	448.018,37	8.319.081,37
E-8	448.009,83	0,0014	8.319.066,00	-0,0991	448.009,83	8.319.065,90
E-9	447.995,13	0,001	8.319.058,36	-0,0993	447.995,13	8.319.058,26
E-10	447.989,95	-0,003	8.319.035,11	-0,1174	447.989,95	8.319.034,99
E-11	447.892,38	0,0165	8.319.076,71	-0,1257	447.892,40	8.319.076,58
E-12	447.825,16	0,0348	8.319.105,28	-0,1335	447.825,20	8.319.105,15
E-13	447.785,76	0,0521	8.319.122,24	-0,1409	447.785,82	8.319.122,10
E-14	447.742,22	0,0698	8.319.142,33	-0,1491	447.742,29	8.319.142,18
E-15	447.688,44	0,0876	8.319.164,70	-0,1565	447.688,53	8.319.164,55
E-16	447.607,54	0,1063	8.319.198,61	-0,1643	447.607,64	8.319.198,45
E-17	447.581,65	0,1234	8.319.210,62	-0,1722	447.581,77	8.319.210,45
E-18	447.590,10	0,1214	8.319.305,79	-0,1953	447.590,22	8.319.305,60
E-19	447.594,51	0,1189	8.319.342,50	-0,2156	447.594,63	8.319.342,29
E-20	447.625,87	0,122	8.319.353,12	-0,2146	447.625,99	8.319.352,90
E-21	447.662,67	0,128	8.319.360,95	-0,2133	447.662,80	8.319.360,73
E-22	447.694,76	0,1361	8.319.364,90	-0,2123	447.694,89	8.319.364,69
E-23	447.750,83	0,14	8.319.382,27	-0,2111	447.750,97	8.319.382,06
E-24	447.786,86	0,1466	8.319.389,00	-0,2099	447.787,00	8.319.388,79
E-25	447.795,19	0,1516	8.319.391,05	-0,2087	447.795,34	8.319.390,84
E-26	447.809,34	0,1513	8.319.398,33	-0,2088	447.809,49	8.319.398,12
E-27	447.845,04	0,1577	8.319.405,29	-0,2076	447.845,20	8.319.405,08
E-28	447.849,56	0,1662	8.319.405,65	-0,2069	447.849,73	8.319.405,45
E-29	447.940,26	0,1741	8.319.420,49	-0,2056	447.940,44	8.319.420,29
E-30	447.966,61	0,1817	8.319.424,02	-0,2046	447.966,79	8.319.423,82
E-32	447.986,97	0,1935	8.319.422,79	-0,2053	447.987,16	8.319.422,58
E-33	448.006,12	0,2029	8.319.423,79	-0,2048	448.006,32	8.319.423,59
E-34	448.022,61	0,2197	8.319.415,50	-0,2133	448.022,83	8.319.415,28
E-35	448.031,13	0,2348	8.319.412,93	-0,2179	448.031,36	8.319.412,71
E-1	448.046,87	0,2422	8.319.415,06	-0,2169	448.047,11	8.319.414,84
E-2	448.046,76	0,2422	8.319.342,24	-0,2403	448.047,00	8.319.342,00

Além destas quantidades calculou-se a área da poligonal resultando num valor de: 12ha 70a 64ca. Logo após o ajustamento foi realizado o teste Qui-Quadrado com um nível de significância de 1%, o qual foi aprovado. Detalhes podem ser vistos na figura 4.1.

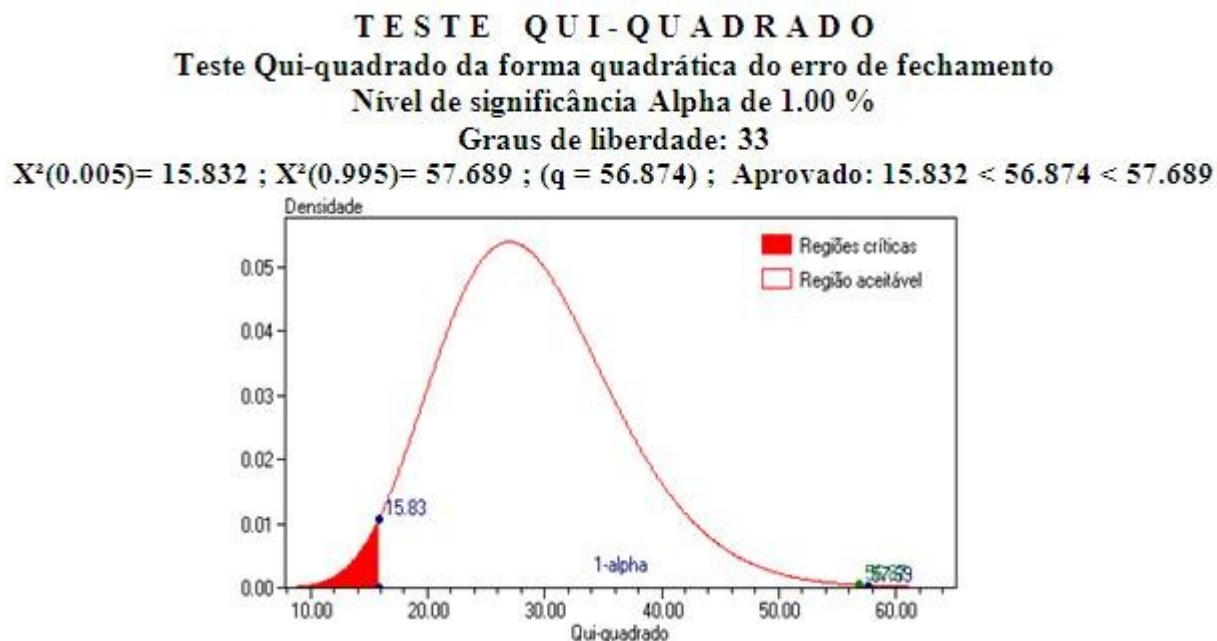


Figura 4.1 – Teste Qui-Quadrado

As elipses de erros dos pontos da poligonal podem ser vistas na figura 4.2

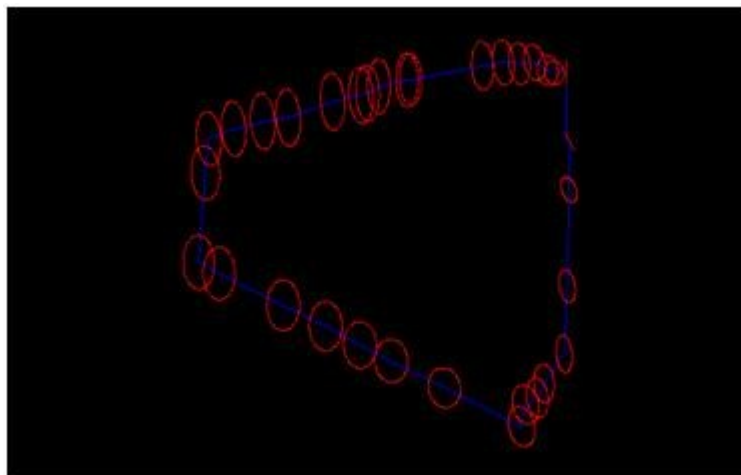


Figura 4.2 – Elipses de Erros

4.2 DIFERENÇAS ENTRE OS RESULTADOS DO M.M.Q. E DAS COMPENSAÇÕES

Diferentes estratégias foram utilizadas para o cálculo da poligonal topográfica com o método das compensações. Na primeira estratégia calculou-se a poligonal utilizando-se correção angular proporcional ao número de vértices; na segunda estratégia correção linear proporcional às projeções; na terceira estratégia, correção angular proporcional às distâncias e, por ultimo, conduziu-se os cálculos sem efetuar correções nos ângulos e distancias.

Os resultados obtidos pelo M.M.Q. foram utilizados como referência para a comparação dos resultados. Deste modo, para esta comparação utilizou-se como estratégia as diferenças entre as distâncias e azimutes ajustadas pelo M.M.Q. e as distâncias e azimutes corrigidos pelo método das compensações, bem como, as diferenças entre áreas obtidas pelos distintos métodos. A figura 4.3 mostra as diferenças entre as distâncias otidas pelo M.M.Q. e as obtidas pelas diferentes estratégias utilizadas pelo método das compensações.

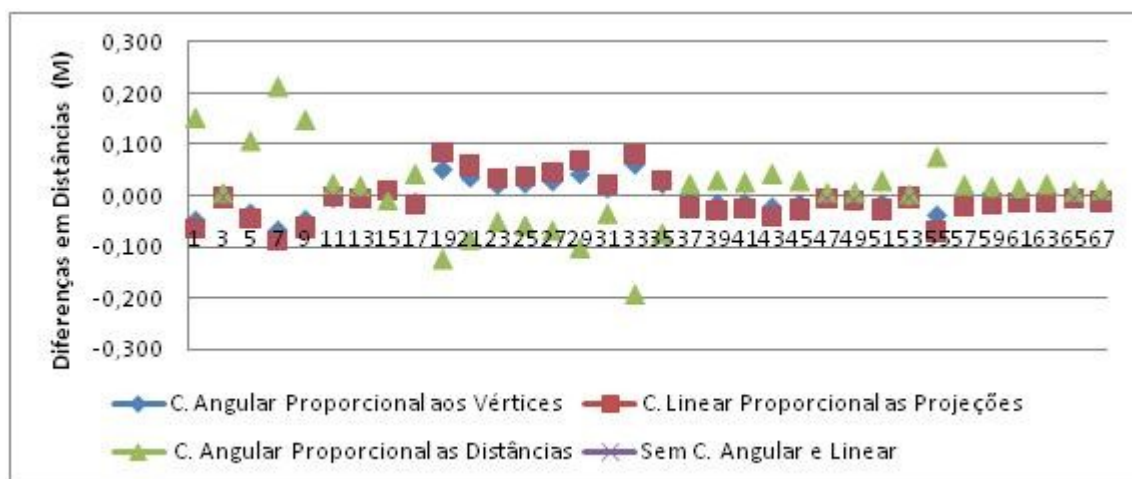


Figura 4.3 – Diferenças Entre Distâncias Obtidas pelo M.M.Q. e o Método das Compensações

Observa-se pela figura 4.3 que em média as menores diferenças em distâncias são aquelas advindas do Método das Compensações com correção angular proporcional ao número de vértices. Enquanto que as maiores diferenças foram as obtidas pela correção angular proporcional as distâncias. Também pode-se verificar que a correção linear proporcional as projeções e os resultados obtidos sem correção angular e linear tiveram as mesmas diferenças. A maior diferença foi 0,213m, para a correção angular proporcional as distâncias. O menor valor foi de -0,002m para as três estratégia exceto para correção angular proporcional as distâncias.

A figura 4.4 mostra as diferenças entre os azimutes obtidos pelo M.M.Q. e os obtidos pelas diferentes estratégias utilizadas pelo método das compensações.

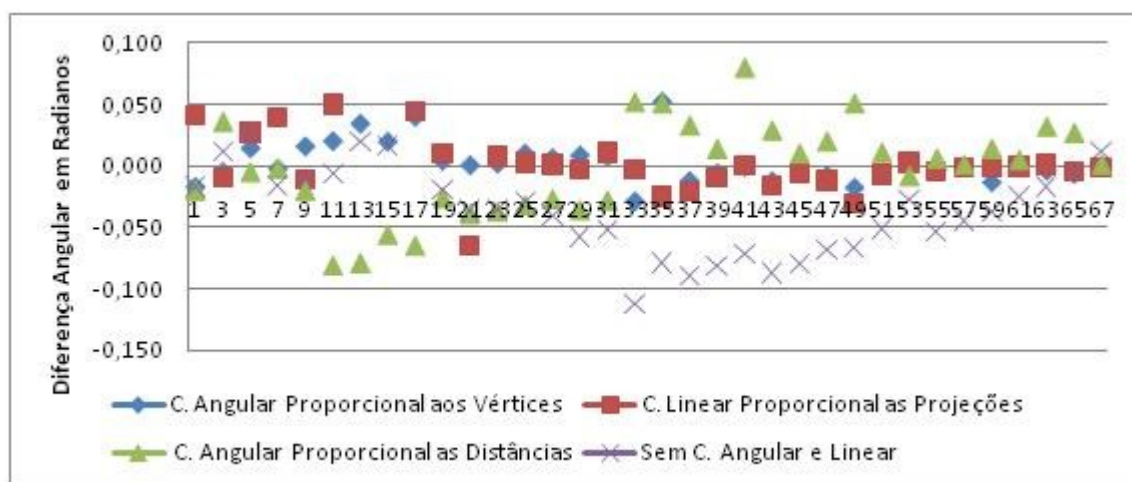


Figura 4.4 – Diferenças Entre Azimutes Obtidos pelo M.M.Q. e o Método das Compensações

As menores diferenças, em média, para azimutes, como pode ser visto pela figura 4.4, foram correção linear proporcional as projeções, enquanto que as maiores foram correção angular proporcional as distâncias e sem correção angular e linear. A maior diferença de $-0,113\text{rad}$ para sem correção angular e linear, e o menor valor foi de $-0,001\text{rad}$ para todas as estratégias exceto sem correção angular e linear.

Logo após efetuou-se as diferenças para o cálculo de áreas. A tabela 4.3 mostra as áreas com a utilização de todas as estratégias.

Tabela 4.3 – Áreas Calculadas com as Diferentes Estratégias e Respectivas Diferenças

Estratégias	M.M.Q.	Correção Angular proporcional aos Vértices	Correção Linear Proporcional as Projeções	Correção Angular Proporcional as Distâncias	Sem Correção Angular e Linear
Área	12,7064ha	12,7006ha	12,7014ha	12,7014ha	12,7056ha
Diferenças	0,0000ha	0,0058ha	0,0050ha	0,0050ha	0,0008ha

Pode-se observar pela tabela 4.3 que a menor diferença em área foi de 0,0008ha, referente à estratégia sem correção angular e linear, enquanto que a maior foi de 0,0058 ha para a correção angular proporcional aos vértices.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho foi de mostrar os resultados obtidos no cálculo de uma poligonal topográfica fechada, levantada em campo com 34 vértices, pelo método das compensações, utilizando diferentes estratégias. Na primeira estratégia calculou-se a poligonal utilizando-se correção angular proporcional ao número de vértices; na segunda estratégia correção linear proporcional às projeções; na terceira estratégia, correção angular proporcional as distâncias e, por ultimo, conduziu-se os cálculos sem efetuar correções nos ângulos e distâncias.

Os resultados obtidos pelo M.M.Q. foram utilizados como referência para a comparação dos resultados. Deste modo, para esta comparação utilizou-se como estratégia as diferenças entre as distâncias e azimutes ajustadas pelo M.M.Q. e as distâncias e azimutes corrigidos pelo método das compensações, bem como, as diferenças entre áreas obtidas pelos distintos métodos.

Com relação às diferenças em distâncias, a maior diferença foi 0,213m, para a correção angular proporcional as distâncias. O menor valor foi de $-0,002\text{m}$ para as três estratégias exceto para correção angular proporcional as distâncias. Já para as diferenças em azimutes, as menores diferenças, em média, foram correção linear proporcional as projeções, enquanto que as maiores foram correção angular proporcional as distâncias e sem correção angular e linear. A maior diferença de $-0,113\text{rad}$ para sem correção angular e linear, e o menor valor foi de $-0,001\text{rad}$ para todas as estratégias exceto sem correção angular e linear.

A menor diferença em área foi de 0,0008ha, referente à estratégia sem correção angular e linear, enquanto que a maior foi de 0,0058 ha para a correção angular proporcional aos vértices.