

VERIFICAÇÃO DA MEDIDA DE DISTÂNCIA HORIZONTAL OBTIDA COM ESTAÇÃO TOTAL ELETRÔNICA

RODRIGO ARNS¹; SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA²; SÉRGIO
FERNANDES LEAL³

¹Universidade Federal de Pelotas – arnsrodrigo@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas– suelen.huinca@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas– slealfernandes@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

Uma estação total reúne as funções de um teodolito eletrônico (medida angular), de um medidor eletrônico de distâncias (medida linear) e um computador em um único instrumento. Este equipamento mede ângulos horizontais e verticais, assim como as distâncias inclinadas. Destes dados podem ser calculadas distâncias horizontais, elevações e coordenadas dos pontos visados (Miranda, 2007).

A medida de distância obtida pelo MED é de forma indireta, pois o princípio de funcionamento baseia-se na contagem do tempo t que a onda eletromagnética leva para percorrer a distância, de ida e volta, entre o equipamento de medição e o refletor (Faggion, 2001).

Com o passar do tempo de uso dos equipamentos topográficos, tal como a estação total, devem ser feitas verificações visando identificar se ainda assumem a sua classificação inicial quanto à precisão, e se necessário a devida calibração. As estações totais são classificadas de acordo com a NBR 13133.

Esse trabalho tem como objetivo verificar e comparar a medida de distância horizontal obtida com quatro estações totais do modelo SOKKIA 30RK pertencentes ao Laboratório de Topografia do Departamento de Engenharia Rural (DER) da FAEM (Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel). Esses equipamentos são utilizados nas aulas práticas de topografia ministradas pelo DER e tem aproximadamente 8 anos de uso. Como muitos alunos iniciantes na área de topografia utilizam desse equipamento é necessário realizar a verificação dos mesmos.

Segundo o Inmetro o procedimento de verificação consiste de um conjunto de operações, compreendendo o exame, a marcação ou selagem, ou emissão de um certificado e que constate que o instrumento de medir ou medida materializada satisfaz às exigências regulamentares. Uma vez essas estações totais verificadas e constatadas uma variação maior que a precisão da classificação inicial é necessário realizar o processo de calibração desses equipamentos (Faggion, 2001).

Para realizar esse trabalho, verificação da medida horizontal das quatro estações totais, materializaram-se sete pontos, instalaram-se o equipamento em cada ponto e mediram-se a distância horizontal entre eles. Anotou-se também o horário das medidas realizadas para posteriormente realizar o cálculo do fator de correção atmosférica.

Para analisar os resultados as distâncias essas foram corrigidas via fator de correção atmosférica. Compararam-se os valores das distâncias obtidas com os quatro equipamentos, calcularam-se valores médios, máximos, mínimos e diferenças entre valores médios, máximos e mínimos. Essas diferenças também

foram confrontadas com o valor da precisão especificadas no manual de operação da estação total.

Ainda compararam-se os valores de distâncias médias com distâncias medidas de forma direta com um diastímetro.

2. METODOLOGIA

Para realizar a verificação das estações totais materializaram-se sete pontos em linha reta ao lado da rua que dá acesso ao Campus Capão do Leão-UFPEL. As distâncias entre os pontos variam entre 10 a 20 m, sendo que a maior distância é entre o ponto 1-7 sendo de aproximadamente 84 m.

As estações totais verificadas são da marca SOKKIA do modelo 30RK e os prismas utilizados para realizar a medida da distância são prismas padrões do modelo GPR111.

As distâncias foram medidas a partir de um ponto (denominado de estação) até os demais pontos (denominados de pontos de vante). O esquema de medição pode ser visualizado na Tabela 1. Verifica-se que para cada estação total mediu-se 21 distâncias horizontais.

Tabela 1 - Esquema de medição das distâncias horizontais.

Ponto inicial Estação	Distâncias Medidas (Estação - Ponto de Vante)					
1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7
2	****	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7
3	****	****	3-4	3-5	3-6	3-7
4	****	****	****	4-5	4-6	4-7
5	****	****	****	****	5-6	5-7
6	****	****	****	****	****	6-7

Durante a medida das distâncias com as estações totais não se tinha os equipamentos necessários para medir as variáveis atmosféricas para inserir nas estações totais para calcular de forma automática o fator de correção atmosférica. Diante disso optou-se por anotar o horário de cada medida para correlacionar as variáveis atmosféricas de uma estação e calcular posteriormente esse valor. Esse valor é calculado em função da temperatura, umidade e pressão atmosférica. Os valores dessas variáveis foram coletados da estação meteorológica do INPE que consta anexa estação RSPE do IBGE. Essa estação está localizada na laje do IFM (Instituto de Física e Matemática) da UFPEL, no Campus Capão do Leão. Os dados necessários foram retirados do site do IBGE.

De posse desses dados utilizou-se da equação 1, retirada do manual de operação da estação total para calcular o fator de correção atmosférica no momento das medidas de distâncias.

$$289,59 - \frac{0,2942 \times p}{1 + 0,003661 \times t} + \frac{0,0416 \times e}{1 + 0,003661 \times t} \quad \text{Equação (1)}$$

$$e = h \times \frac{E}{100} \quad E = 6,11 \times 10^{\frac{(7,5 \times t)}{(t+237,3)}}$$

Onde: p = pressão (hPa) t = temperatura (°C)

e = pressão de vapor d'água h = umidade relativa E = pressão de vapor d'água saturada

A partir dos valores medidos calcularam-se valores médios, máximos e mínimos. Esses valores foram confrontados os quais deram origem as diferenças médias. Também se calcularam as diferenças entre os valores médios, máximos e mínimos. Nesse momento pode-se correlacionar essas diferenças com a precisão que consta no manual de operação da estação total. Posteriormente os valores médios foram comparados com distâncias obtidas de forma direta com um diastímetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 constam os valores utilizados na Equação (1) para realizar o cálculo do fator de correção atmosférica das distâncias medidas a partir de uma das estações totais. Observou-se que os valores das distâncias horizontais corrigidas do fator de correção atmosférica não diferem dos valores medidos, portanto na tabela 3 apresentam-se somente o cálculo para a estação número (163241). Os valores medidos são determinados com condições atmosféricas padrão, isso é pressão 1013 hPa, temperatura 15° Celsius e umidade relativa 0 %. Essa não diferença entre as distâncias corrigidas e medidas podem estar vinculada ao fato das condições atmosféricas do dia que foi efetuada as medições serem semelhantes às condições padrão e também ao comprimento das distâncias medidas, esses que foram menores que 100 m.

Tabela 2. Correção dos erros sistemáticos na estação total 163241.

Estação	Vante	Distância Horizontal medida (m)	Hora	Variáveis Atmosféricas			Fator de correção atmosférico		Distância Horizontal corrigida (m)
				p (hPa)	t (° Celsius)	h	ppm (partes por milhão)	Correlacionado com a distância medida (mm)	
1	2	10,340	16:08:00	1019	11,3	50	-5,2877	-0,0546	10,340
1	3	19,847	16:11:00	1019	11,1	49	-5,4903	-0,1089	19,847
1	4	29,831	16:15:00	1019	11,1	51	-5,4902	-0,1637	29,831
1	5	40,042	16:17:00	1019	11,2	51	-5,3889	-0,2157	40,042
1	6	64,143	16:20:00	1019	11	51	-5,5916	-0,3586	64,143
1	7	83,978	16:25:00	1019	10,6	54	-5,9978	-0,5036	83,978

Na Figura 1 podem-se verificar as diferenças obtidas entre as distâncias medidas e o valor médio calculado para as quatro estações totais e na Figura 2 visualizam-se as diferenças obtidas entre os valores médios e os valores máximos e mínimos.

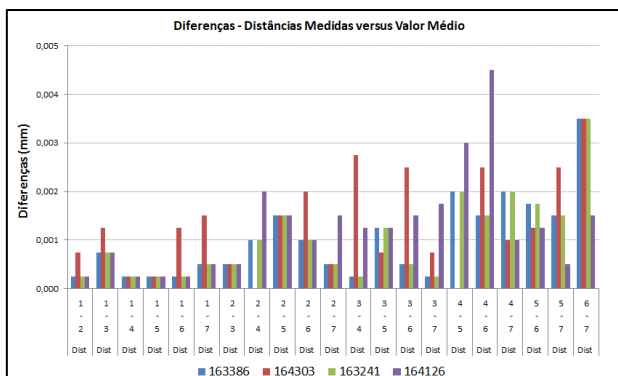


Figura 1 – Diferenças entre as distâncias medidas e o valor médio.

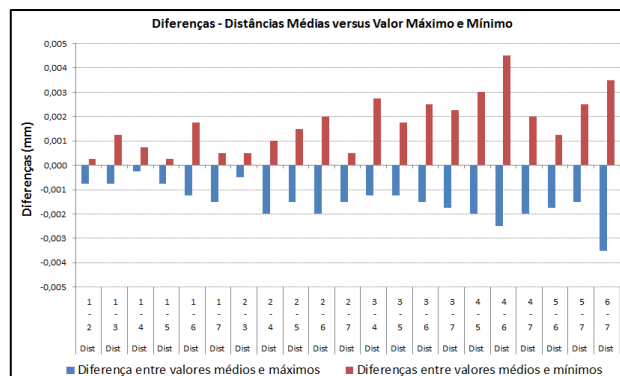


Figura 2 – Diferenças entre o valor médio e os valores máximos e mínimos.

Analisando as Figuras 1 e 2 observam-se que as diferenças são inferiores a 5 mm, sendo que a precisão para medidas de distância de forma rápida, isso é somente uma medida é de $\pm 5\text{mm} + 2\text{ppm} \times \text{Distância}$, portanto todas as estações totais estão dentro dessa precisão quando comparam-se com os valores médios, valor máximo e o valor mínimo.

Na tabela 3 observam-se os valores médios obtidos ponto a ponto e as distâncias medidas com um diastímetro. Percebe-se que a diferença entre as distâncias é de -60 mm para as distâncias médias de 10 metros e de - 100 mm para as distâncias médias de 20 metros.

Tabela 3. Diferenças entre os valores médios e as medidas com diastímetro.

Estação	Vante	Distância Horizontal média (m)	Distância Direta com Diastímetro (m)	Diferença (mm)
1	2	10,340	10,290	-50,25
2	3	9,545	9,479	-65,50
3	4	10,019	9,959	-59,75
4	5	10,247	10,187	-60,00
5	6	24,143	24,041	-102,22
6	7	19,871	19,779	-91,5

4. CONCLUSÕES

A partir do presente trabalho concluiu-se que a correção da distância medida em função do fator de correção atmosférico não variou. Portanto utilizaram-se as medidas de distância determinada com a condição de correção padrão.

Quando se comparou as distâncias medidas com as quatro estações totais verificou-se que as mesmas independente das menores e maiores distâncias não variaram mais que 5 mm. Adotou-se esse valor de comparação, pois é o que consta como precisão para esse modelo de estação total. Conclui-se também que seria importante realizar a verificação de distâncias mais longas para analisar se ainda as estações totais se enquadram dentro da precisão inicial, mesmo já tendo sido utilizada por um grupo grande de alunos e durante alguns anos.

Para verificar os valores das distâncias medidas com estação total, distâncias indiretas, comparou-se com as medidas realizadas com um diastímetro. Nessa comparação percebe-se que existe uma diferença de aproximadamente - 60 mm para distâncias médias de 10 metros e quase o dobro para distâncias de 20 metros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGGION, P. L. **Obtenção dos elementos de calibração e certificação de medidores eletrônicos de distância em campo e laboratório.** Curitiba, 2001. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

MIRANDA, F. DAS D. A. **Metodologia Para o Monitoramento de Pontos em Áreas Instáveis Empregando-se Estações Totais.** Curitiba, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.