



A CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES ELETRÔNICOS DE DISTÂNCIAS EM LINHAS DE BASES DO BRASIL

Daniel Carneiro da Silva

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Brasil, danielcs@ufpe.br

Resumo: Os Medidores Eletrônicos de Distâncias apresentam os erros sistemáticos que se alteram com o uso e idade e devem ser verificados a cada ano, mas o Brasil dispõe de apenas três bases de calibração. Este artigo discute os procedimentos de medições usados, os tipos das linhas de bases e modelos matemáticos e analisa os resultados dos experimentos.

Palavras chaves: calibração de MED, linhas de base, constante aditiva, erro de escala, erro de fase.

1. INTRODUÇÃO

A estabilidade dos componentes eletrônicos internos do MED varia com a idade que afetam os erros sistemáticos de escala, constante aditiva e erro cíclico, e devem ser calibrados a cada ano ou se sofreram quedas, avarias e consertos. Existem diversas normas internacionais ([1], [2], [3], [4]) e vasta literatura sobre a calibração de MED.

No Brasil há uma experiência acadêmica na calibração de MED ([5], [6], [7], [8], [9]) que não se estendeu para atender às exigências normativas na engenharia. A NBR 1333-Execução de Levantamentos Topográficos, recomenda que todos os equipamentos topográficos, tanto MED como goniômetros devem ser calibrados a intervalos regulares. Como não existam laboratórios e instituições que prestem este serviço devidamente credenciados pelo INMETRO, em número suficiente (existe apenas a USP), as empresas fazem uso de certificados emitidos por entidades privadas mesmo sem o credenciamento oficial.

Neste trabalho são analisados as linhas de base existentes e os procedimentos adotados no Brasil para a calibração de MED. São discutidos as configurações de distribuição dos pilares das bases de calibração, os modelos matemáticos usados para a determinação dos erros sistemáticos e são comparados com os procedimentos adotados internacionalmente. Finalmente são mostrados os resultados, de medições novas e das pesquisas existentes, que foram ajustadas com vários modelos matemáticos para determinação dos erros, principalmente do erro cíclico (EC), e são sugeridos os modelos mais adequados.

2. ERROS DOS MED

A calibração de um MED visa determinar os erros instrumentais e pode ser realizada em laboratório ou em uma base certificada (como na figura 1) para o nível de precisão

prescrito e que deve obedecer à padrões oficiais, que ainda não estão estabelecidos no Brasil.

Os erros calibrados dos MED são a Constante Aditiva C, o Erro de Escala K e o Erro Cíclico EC, que podem ser modelados por:

$$L' = K.L + C + EC \quad (1)$$

Em que L' = distância medida pelo MED a ser calibrado e L = distância aceita como padrão;

A constante aditiva C é a mais fácil de ser determinada e basta algumas leituras simples e compostas entre os pilares.

O erro de escala K necessita que as distâncias entre pilares sejam previamente definidas por meio de medição da mais alta precisão, seguindo padrões internacionais e repetidas regularmente.

O erro cíclico EC é resolvido por uma adequada distribuição de distâncias entre pilares e uso de um ou mais termos do desenvolvimento em harmônico, que envolve a função senoidal da onda modulada do instrumento. A necessidade de determinação do EC não tem um consenso. Seu valor é muito pequeno para a maioria das aplicações de medições em engenharia e algumas das normas internacionais não o determina. Ele varia de 2 a 10 mm, pode atingir valores mais significativos com a idade dos instrumentos, porém é insignificante nos instrumentos novos com ondas moduladas de 3,0m e não ocorre nos instrumentos que funcionam a pulsos.

A escolha de um procedimento de medições e ajustamento tem relação com o projeto da linha de base disponível, que podem ser classificadas em Tipo 1 (Figura 1), Tipo 2 e Tipo 3, conforme os espaçamentos, número de pilares e seqüências das medições.

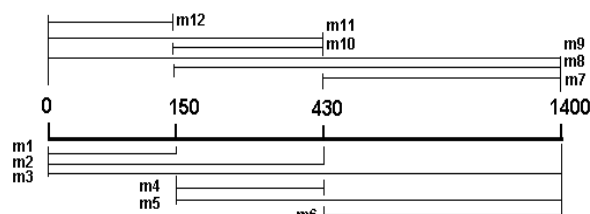


Fig. 1 – Distribuição típica entre pilares e seqüência de medições a vante e a ré em base tipo 1.

O tipo 2 é o mais difundido [6] e adotado nas bases brasileiras. Uma está localizada na USP em São Paulo, outra na Fazenda Ganguiri da UFPR, próxima a Curitiba, e a outra na UFPE, em Recife, com 8, 6 e 7 pilares respectivamente.

3. EXPERIMENTOS

Foram realizadas medições na linha de base da UFPE e em uma instalação especial sobre trilho para a determinações de EC, e efetuados diversos ajustamentos com variações nos modelos matemáticos.

Também foram usados dados das pesquisas de [6] na USP e de [7] e [8] na UFPR e [9] na UFPE.

A figura 2 mostra um dos resultados de análise do EC. Os modelos usados nas determinações do EC foram os seguintes: o modelo 1 com um harmônico; o modelo 2 com dois harmônicos; e o modelo 3 com três harmônicos. Nos gráficos, na legenda “Observado” estão os resíduos; e em “Ajust 1” a “3”, os modelos 1 a 3, com os valores em metros.

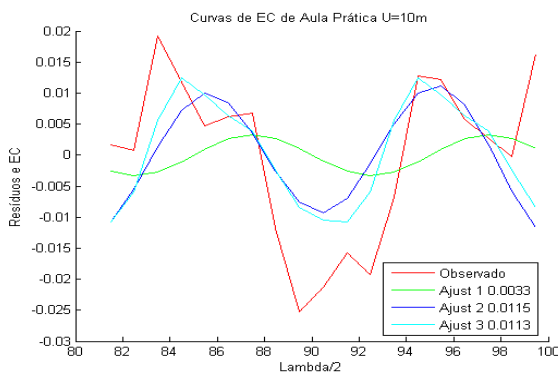


Figura 2. Exemplo de Gráfico de medição na UFPE.

4. CONCLUSÕES

Os diversos ajustamentos executados, com dados novos e existentes, com variações na quantidade de observações e modelos matemáticos permitem concluir o seguinte:

- As linhas de base existentes no Brasil de modo geral apresentam alguma restrição que não permitem a determinação de todos os erros sistemáticos de um MED.
- O erro cíclico pode ser significativo e deve ser determinado nas calibrações de MED, com o uso de mais de um harmônico e melhoria na geometria das linhas de base existentes.

Sugere-se um esforço conjunto de todas as instituições de ensino superior de agrimensura, cartografia e geomática, IBGE, INCRA, Mex-DSG e INMETRO, para implantação de novas bases e de laboratórios de calibração, e normatização dos procedimentos de calibração.

5. REFERÊNCIAS

[1] ACT. *EDM Calibration Handbook v7*. Canberra, Au: ACT Planning & Land Authority. 23 p. 2009.

[2] LAND VICTORIA. *EDM Calibration Handbook, Edition 10*. Melbourne, Au: Geodetic Survey, Office of the Surveyor-General Victoria, Department of Sustainability and Environment. 31 p. 2008.

[3] ALBERTA. *Guidelines for Electronic Distance Measurement Calibration Baseline Surveys in Alberta*. Alberta, Ca: Geodetic Control Unit, Alberta Sustainable Resource Development, 23 p. 2003.

[4] LANDGATE. *Calibration of Electronic Distance Measurement Instruments*. Western Australian Land Information Authority. 6 p. 2009. Disponível em <http://www.landgate.wa.gov.au/corporate.nsf/web/EDM+Calibration+Software>. Acessado em 10/02/2010.

[5] Gripp Junior, J. *Calibração de Distanciômetros com Medidas de Campo*. Dissertação de mestrado. Curitiba: CPGCG, UFPR. 115 p. 1986.

[6] Netto, P., N. *Calibração de Medidores Eletrônicos de Distância: Construção de uma base Multipilar na USP e Metodologia de Aferição*. Tese de Doutorado. São Paulo: Escola Politécnica, USP. 185 p. 1990.

[7] Cordini, J. *Determinação do Erro Cíclico em Distanciômetros Eletrônicos*. Dissertação de mestrado. Curitiba: CPGCG, UFPR. 138 p. 1991.

[8] Faggion, P., L. *Obtenção dos Elementos de Calibração e Certificação de Medidores Eletrônicos de Distâncias em Campo e Laboratório*. Tese de Doutorado. Curitiba: CPGCG, UFPR. 130 p. 2001.

[9] Barbosa, F., S. *A Escala do Basímetro Linear*. Dissertação de mestrado. Recife: PPGCGTG, UFPE. 112p. 2009.

MDOT. *MDOT Survey Manual*. Mississippi OT 10/1/98. Mississippi: Department of Transportation. 164 p. 1998.

Moffit, F., H. *Calibration of EDM's for Precision Measurement*. Surveying and Mapping. v 35 n 2. p. 147-154. 1975.