

Primeiros testes com o AEM/LAGE na BCAL/UFPR

Anderson Renato Viski ¹
Suelen Cristina Movio Huinca ²
Profa. Dra. Cláudia Pereira Krueger ²

UFPR-Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra

¹ Curso de Engenharia Cartográfica

² Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - CPGCG, Curitiba - PR
andernxs@hotmail.com, {suelenhuinca, ckrueger}@ufpr.br

Resumo: A BCAL/UFPR (Base de Calibração de Antenas GNSS da Universidade Federal do Paraná) é a primeira base de calibração de antenas GNSS implantada na América Latina. Nela pode-se determinar os parâmetros de calibração destas antenas, contudo é de extrema importância que o efeito de multicaminho seja mínimo nessa base de calibração. Desta forma surgiu a necessidade em se desenvolver um material, que acoplado a uma antena GNSS, possa atenuar os sinais indiretos que chegam até a antena do receptor GNSS. Esse artigo tem como objetivo apresentar os primeiros testes realizados visando verificar a eficiência do AEM/LAGE (Atenuador do Efeito de Multicaminho/Laboratório de Geodésia Espacial), desenvolvido neste laboratório. Mediante uma comparação entre os resultados alcançados com o emprego do AEM/LAGE e com emprego do atenuador de frequência importado, verificou-se que o primeiro protótipo do AEM/LAGE produziu resultados positivos.

Palavras chaves: BCAL/UFPR, Efeito do Multicaminho, AEM/LAGE

Abstract: The BCAL/UFPR is the first baseline Calibration Station for GNSS Antennas establishment in Latin America. In this baseline is possible to determine the phase center offset the antennas, however it is extremely important the multipath effect must be minimized at the calibration station, for that reason there is the need to develop a material that might be attached to the antenna GNSS to mitigating the indirect signs in its direction. This paper have as objective presenting the firsts tests realized to order to verify the efficiency of AEM/LAGE (Multipath Effect Attenuator/ Geodesy Space Laboratory), developed in this laboratory. Comparing the results achieved between AEM/LAGE and the frequency attenuator imported, the AEM-LAGE prototype present positive results. More prototypes are being developed aiming to achieve better results.

Keywords: BCAL/UFPR, Multipath, AEM/LAGE

1 Introdução

A BCAL/UFPR é uma base calibração de antenas GNSS composta de três pilares (Figura 4) implantada na Universidade Federal do Paraná com o objetivo de determinar os parâmetros definidores do centro de fase das antenas GNSS. Porém para produzir esses parâmetros de calibração das antenas GNSS o efeito do multicaminho em qualquer base de calibração deve ser minimizado.

O efeito do multicaminho (Figura 1) é caracterizado pela chegada de um ou mais sinais a antena do receptor GNSS além do sinal direto do satélite devido às reflexões em superfícies refletoras próximas da antena e durante o percurso do sinal do satélite ao receptor (BAEBIERI et al., 2006). Segundo RAY (1999), esse erro pode variar desde poucos centímetros até metro, dependendo da quantidade e obstruções existentes na área do levantamento e da refratividade da superfície do material em que incide o sinal advindo dos satélites.

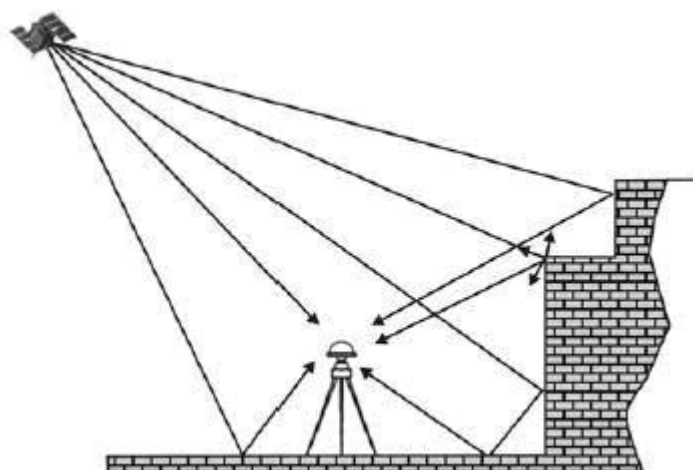


Figura 1 - Efeito de Multicaminho
Fonte: SOUZA et al., (2006)

Alguns experimentos realizados na BCAL/UFPR para analisar o comportamento do efeito do multicaminho nos pilares que compõem essa base de calibração mostraram que existem elementos no entorno desses pilares, os quais estão influenciando para o aumento do efeito do multicaminho. Visando minimizar esse efeito na BCAL/UFPR está sendo desenvolvido no LAGE (Laboratório de Geodésia Espacial) um atenuador de sinais indiretos. Esse atenuador foi denominado de AEM/LAGE (Atenuador do Efeito do Multicaminho/ Laboratório de Geodésia Espacial) e está sendo testado na BCAL/UFPR. O material foi acoplado em uma antena GPS possibilitando analisar a minimização do efeito do multicaminho nos pilares da BCAL/UFPR.

2 Efeito do Multicaminho na BCAL/UFPR

Em estudos realizados anteriormente (HUINCA, 2009) visando à análise do efeito do multicaminho nos pilares que compõem a base de calibração de antenas GNSS, detectou-se a ocorrência desse efeito. Com o auxílio de alguns programas de processamento de dados GPS foi possível verificar qual era o pilar mais influenciável por este efeito. Constatou-se que o pilar 3000 Sul sofre a maior ação deste efeito do multicaminho (Figura 2), em face das obstruções existentes em seu entorno como pode ser verificado na Figura 3.

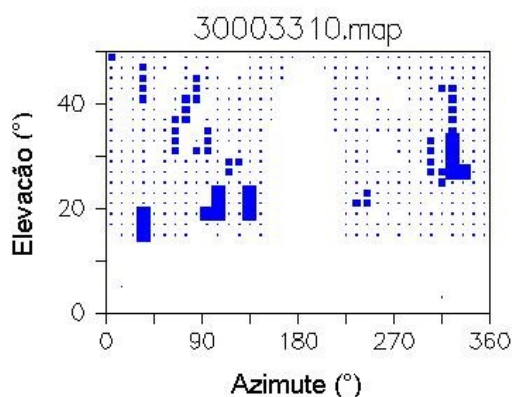


Figura 2 – Pilar 3000 Sul
Fonte: Huinca (2009)

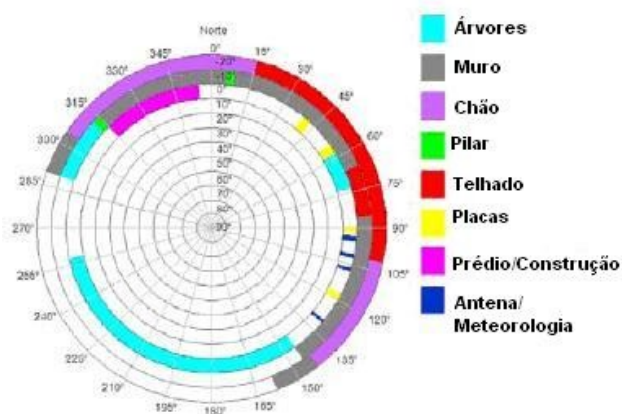


Figura 3 - Obstruções ao redor do Pilar 3000 Sul.
Fonte: Huinca (2009)

Na Figura 2 pode-se verificar a influência do efeito do multicaminho em função do azimute e elevação dos satélites. Pode-se observar na Figura 3 o diagrama de obstrução do Pilar 3000 Sul. Nela constata-se que

nos azimutes de 10° à 45° tem-se o telhado que dá acesso a BCAL/UFPR e o muro de proteção localizados, em azimutes próximos a 90° visualiza-se ainda o telhado, placas e antenas da estação meteorológica do SIMEPAR e em azimuth superior a 300° existem árvores, o muro e o chão.

Analisando os experimentos para verificar o efeito do multicaminho na BCAL/UFPR verificou-se que próximo aos pilares de calibração existem alguns elementos que contribuem para a ocorrência desse efeito. Desta forma iniciou-se uma investigação visando o desenvolvimento de materiais que possibilitem a minimização desse efeito, surgindo o AEM/LAGE.

2.1 Área de Estudo

Os primeiros experimentos visando testar a eficiência do atenuador do efeito de multicaminho foram realizados sob o Pilar 3000 Sul, localizado na BCAL/UFPR (Figura 4). Essa base de calibração está localizada no Campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, na laje do antigo observatório Astronômico Camil Gemael.

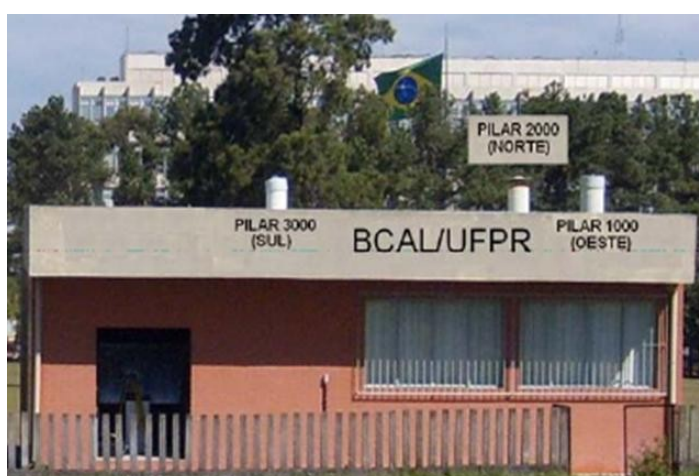


Figura 4 – BCAL/UFPR
Fonte: Huinca (2009)

2.2 Materiais e Métodos

Observações GPS foram coletadas com o método de posicionamento absoluto estático no Pilar 3000 Sul. Empregou-se um receptor Trimble 4000 SSI e uma antena TRM22020.00+GP (Figura 5). O intervalo de gravação dos dados utilizado foi de 1 segundo e um tempo de rastreamento de 3 horas.



Figura 5 – Equipamento utilizado para levantamento GPS.
Fonte: Huinca (2009)

Visando a verificação da eficiência do AEM-LAGE foram realizados três posicionamentos. No Quadro 01 podem-se observar os equipamentos empregados e os materiais atenuantes acoplados na antena GPS instalada sobre o pilar 3000 Sul. Verifica-se que no experimento 1 não foi utilizado nenhum material

atenuante, no experimento 2 foi utilizado um material importado que atenua o efeito do multicaminho e no experimento 3 utilizou o material atenuante que está sendo desenvolvido no LAGE, o AEM/LAGE.

Quadro 1 – Experimentos realizados, Equipamentos e Materiais Atenuantes empregados

Experimentos	Equipamentos	Material Atenuante
Experimento 1	receptor/antena (Figura 3)	Nenhum
Experimento 2	receptor/antena (Figura 3)	Material Importado
Experimento 3	receptor/antena (Figura 3)	AEM/LAGE

Para quantificar o efeito do multicaminho e comparar os resultados alcançados com os experimentos utilizou-se o programa de processamento TEQC (*Translate Edit Quality Check*). Esse programa realiza o processamento dos dados de um posicionamento, coletado com um único receptor GPS de dupla frequência, através dos arquivos RINEX de observação e de navegação. O programa TEQC fornece uma série de arquivos, os quais contêm informações sobre a razão sinal/ruído, o efeito do multicaminho na onda portadora L1 e na onda portadora L2 (MP1 e MP2), o atraso do sinal causado pela ionosfera, a deriva do relógio do receptor, os ângulos de azimute e elevação dos satélites.

4 Resultados

Para verificar a eficiência do primeiro protótipo AEM/LAGE os três experimentos foram analisados através do módulo QC do TEQC. Foi quantificado a indicação do nível de variação média do efeito do multicaminho numa estação para a fase da onda portadora L1 (MP1) e para a fase da onda portadora L2 (MP2).

Observa-se na Figura 6 a variação média do efeito do multicaminho para a onda portadora L1 para os três experimentos realizados (Quadro 1). Verifica-se que para o experimento 1 onde não se utilizou nenhum material para atenuar este efeito têm-se uma variação média de aproximadamente 0,45 metros. Para o experimento 2 têm-se uma variação média de aproximadamente 0,30 metros e para o experimento 3 esta variação média foi de aproximadamente 0,40 metros. Comparando o experimento 1 e o experimento 3 percebe-se que o primeiro protótipo AEM/LAGE já produziu resultados significativos. Ele atenuou o efeito do multicaminho, pois a variação média desse efeito foi menor quando se utilizou o material atenuador produzido pelo LAGE. Comparando o experimento 2 e 3 onde se utilizou o material importado e o AEM/LAGE para atenuar o efeito do multicaminho, verificou-se que o experimento 3 variou em 0,5 metros com relação ao experimento 2 (Quadro 1).

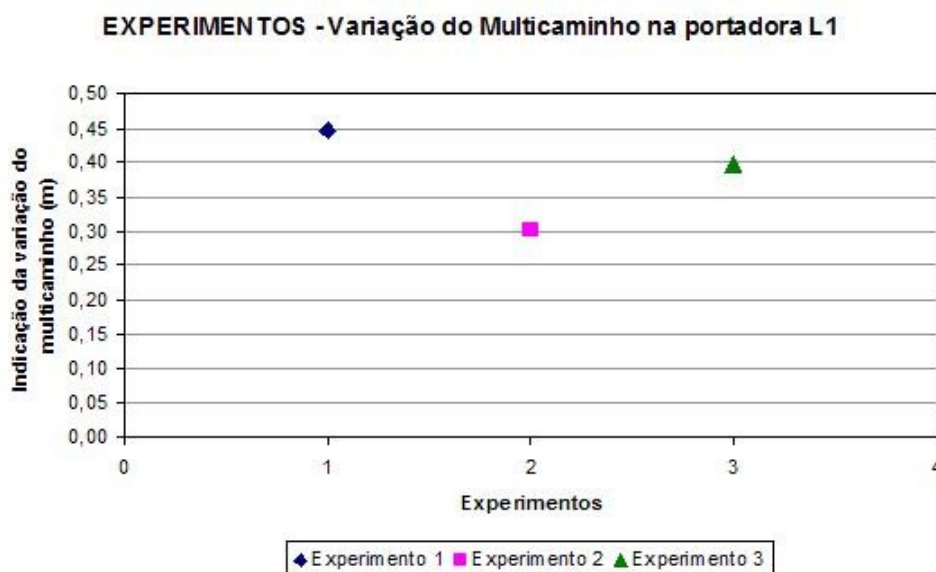


Figura 6 – Variação do efeito do multicaminho na portadora L1

Visualiza-se na Figura 7 a variação média do efeito do multicaminho para a fase da onda portadora L2. Comparando as Figuras 6 e 7 percebe-se que a variação média na onda portadora L2 é maior que L1. Analisando os três experimentos percebe-se que a variação média entre os experimentos é de aproximadamente 0,20 metros. Também nota-se que a variação média do efeito do multicaminho para o experimento 2 e 3 é praticamente igual.

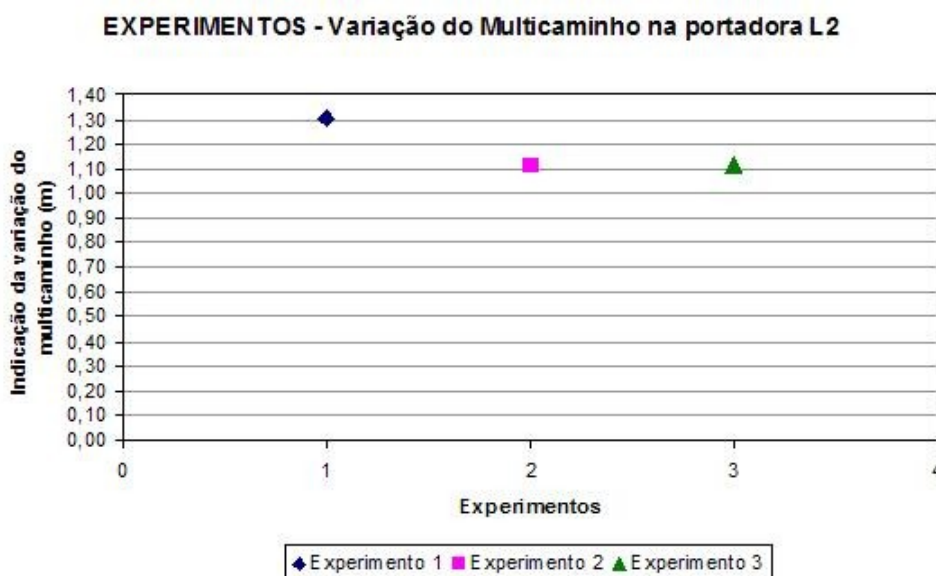


Figura 7 – Variação do efeito do multicaminho na portadora L2

5 Conclusão

Com a realização dos primeiros testes constatou-se que o primeiro protótipo AEM/LAGE desenvolvido produziu resultados significativos e se mostrou eficiente. Mais alguns protótipos do AEM/LAGE estão sendo produzidos visando à atenuação máxima do efeito do multicaminho sobre o pilar 3000 Sul. A variação desse efeito também será analisada com o emprego de outros programas de processamento de dados. Este material será ainda utilizado em outros experimentos, como por exemplo, em posicionamentos cinemáticos onde as antenas GNSS são instaladas a bordo de embarcações estando sujeitas a um significativo efeito do multicaminho em face da água ser uma superfície refletora.

6 Referências Bibliográficas

- KRUEGER, C. P., FREIBERGER JR, J., HECK, B., MAYER, M., KNÖPFLER, A.** Establishing a GNSS Receiver Antenna Calibration Field in the Framework of PROBIAL In: Observing our Changing Earth ed. : Springer, 2008, v.133, p. 701-708.
- LEANDRO, D.** *Investigação do Posicionamento GPS em Ambientes Internos com o Auxílio do Efeito de Multicaminho*. Dissertação. Curitiba, 2009.
- HUINCA, S.C.M.** *Calibração Relativa de antenas GNSS na BCAL/UFPR*. Dissertação. Curitiba, 2009.
- RAY, J.K.** *Use of Multiple Antennas to Mitigate Carrier Phase Multipath in Reference Stations*. In: International Technical Meeting, 12., 1999, Nashville. Proceedings. Kansas City: The satellite Division of the Institute of Navigation, 1999. p. 269-280.
- SEEBER, G.** *Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications*. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 586 páginas, 2003.

SOUZA, E. M.; POLEZEL, W. G. C.; MONICO, J. F. G.: *Metodologia de Redução do Multicaminho em Estações de Referência GPS*. COBRAC 2006- Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário- UFSC. Florianópolis- 15 a 19 de outubro de 2006.

UNAVCO (2010). University NAVSTAR Consortium. TEQC – **Tutorial**. Disponível em <<http://www.unavco.org>>. Acesso realizado em 25 de fevereiro de 2010.