

DESENVOLVIMENTOS DO LABORATÓRIO DE GEODÉSIA ESPACIAL E HIDROGRAFIA

C.P. Krueger¹, J.F. Euriques¹, A.R. Viski¹, S.C.M. Huinca², R.M.C. Werlich¹

¹Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH), Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Brasil

²Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

Comissão II - Geodésia, Astronomia, Topografia e Agrimensura

RESUMO

O Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH), localizado no Campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, agrega as atividades de posicionamento e navegação baseadas em técnicas espaciais. Desde 2006 tem dedicado esforços na inovação de produtos e de processos. Dentre as inovações tecnológicas desenvolvidas e em desenvolvimento pelo LAGEH cita-se: Base de Calibração de Antenas GNSS no Brasil (BCAL/UFPR); desenvolvimento de um material capaz de atenuar o sinal indireto (AEM-LAGEH) que chega a uma antena receptora dos sinais de uma constelação de satélites artificiais e o desenvolvimento de Plataformas Eulerianas para o monitoramento do nível de massas de água. No presente artigo serão apresentadas algumas inovações desenvolvidas e os resultados alcançados até o momento.

Palavras chave: Multicaminho, Calibração de Antenas, Inovação Tecnológica.

ABSTRACT

The Laboratory of Space Geodesy and Hydrography (LAGEH), located on the Centro Politecnico campus from Federal University of Paraná, adds positioning and navigation activities based on space techniques. Since 2006, it has dedicated efforts in product and process innovation. Among the technological innovations developed and under development by LAGEH, it is mentioned: *GNSS receiver antenna calibration field, called Baseline Calibration Station for GNSS Antennas at UFPR (BCAL/UFPR), Attenuator of the Multipath Effect (AEM-LAGEH)* and Eulerian buoys for monitoring the level of water bodies. This article will present the innovations developed and the results achieved so far to the user community positioning satellites.

Keywords: Multipath Effect, Antenna Calibration, Technological Innovation.

1- INTRODUÇÃO

De acordo com o Manual de Oslo (FINEP, 2004) Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, um processo, novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas, definição esta que é abrangente compreendendo um amplo conjunto de inovações possíveis. A introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne as suas características ou usos previstos caracterizam uma inovação de produto, segundo este mesmo manual. Estes melhoramentos significativos podem ser em especificações técnicas, componentes e materiais,

softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais.

Tendo em vista estes conceitos pode-se dizer que, desde 2006, o Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH) da Universidade Federal do Paraná (Fig. 1) tem focado esforços na inovação de produtos. Dentre eles tem-se os que buscam contribuir com a minimização dos erros sistemáticos (centro de fase das antenas GNSS e efeito de multicaminho) atuantes nos posicionamentos acurados. Outros produtos, nos quais houveram mudanças em materiais, componentes, com custos reduzidos e com facilidade de uso para a sociedade tem sido também elaborados.

No presente artigo são apresentados alguns produtos e processos de inovação desenvolvidos e em desenvolvimento por este laboratório, dentre eles cita-se: a Calibração de Antenas GNSS no Brasil

(BCAL/UFPR), um material capaz de atenuar o sinal indireto que chega a uma antena GNSS (AEM-LAGEH) e plataformas Eulerianas visando o

monitoramento da variação do nível de massas de água.

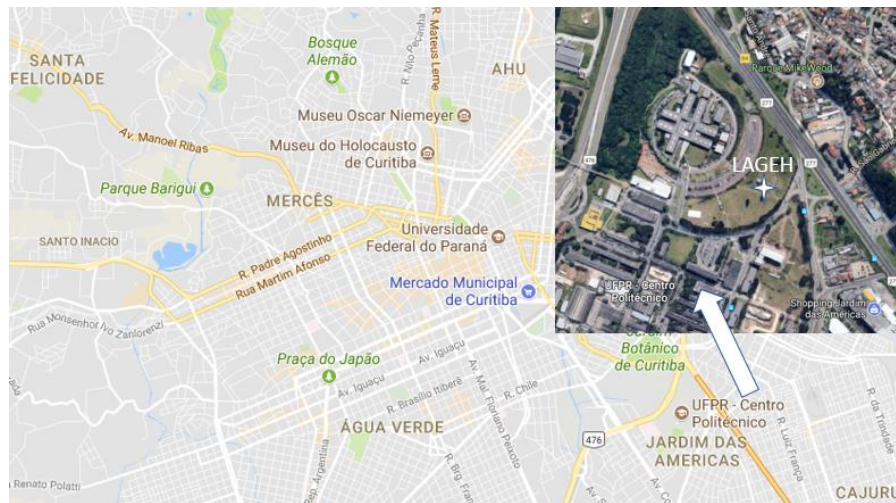


Fig. 1 – Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH), UFPR.

2- CALIBRAÇÃO DE ANTENAS GNSS

A calibração de antenas GNSS consiste na determinação do centro de fase (PCO e PCV) das antenas, podendo ser efetuada pelo método absoluto e relativo. O primeiro pode ser realizado em campo e em laboratório ou com a denominação de ambientes controlados, já o método relativo só pode ser efetuada em campo.

A Base de Calibração de Antenas GNSS foi implantada em 2006 (Fig. 2), e é fruto de um programa de cooperação internacional denominado PROBRAL, (CAPES/ DAAD) e de um projeto de pesquisa aprovado pelo CNPq, edital MCT/CNPq 02/2006. É a primeira Base de Calibração de Antenas GNSS no Brasil e na América Latina. São efetuadas calibrações relativas em campo gerando parâmetros próprios de calibração das antenas GNSS em nível relativo. Sendo as antenas posicionadas em dois pilares de centragem forçada formando uma linha de base curta (± 5 metros). Utiliza-se uma antena como referência (calibrada), e a outra a qual se almeja calibrar. Nesta situação os parâmetros podem ser fornecidos também em nível absoluto. São necessárias observações de 24 horas a fim de proporcionar cobertura de dados de satélites no horizonte completo da antena e a redução da influência do efeito de multicaminho (Wanninger e May, 2000). A calibração relativa pode ser aperfeiçoada por meio de rotações das antenas em torno de seu eixo mecânico, inclinações da antena sobre um ponto conhecido ou intercâmbio de antenas (Wanninger e May, 2000).

A principal característica deste método consiste em eliminar os erros dos relógios dos receptores e dos satélites, da propagação do sinal na troposfera e na ionosfera, pois as antenas são posicionadas sobre pilares que compõem uma linha de base curta. O êxito na calibração depende do conhecimento dos

parâmetros de calibração da antena de referência e o erro do multicaminho atuante, o qual deve ser minimizado.



Fig. 2 – Base de Calibração de Antenas GNSS (BCAL/UFPR).

Fonte: Adaptado de Huinca (2014)

Análises dos gráficos (PCO componentes horizontais e verticais) mostraram que antenas do mesmo modelo tem comportamento distinto. Na Figura 3 e 4 observam-se os valores das componentes: norte e leste, respectivamente para as portadoras L1 e L2 obtidos para cinco antenas TRM57971.00 NONE calibradas por duas vezes (S1 e S2). Percebe-se que as diferenças em 2D entre as duas calibrações de cada antena são menores do que 1mm, o que indica a confiabilidade do procedimento de calibração.

As diferenças entre as componentes verticais obtidas para a mesma antena calibrada (S1 e S2) também encontram-se inferiores a 1mm para dados coletados com a mesma máscara de elevação. Analisando-se as componentes verticais para as ondas portadoras L1 e L2 obtidas para todas as dez

calibrações efetuadas verificou-se variações da ordem de 2mm.

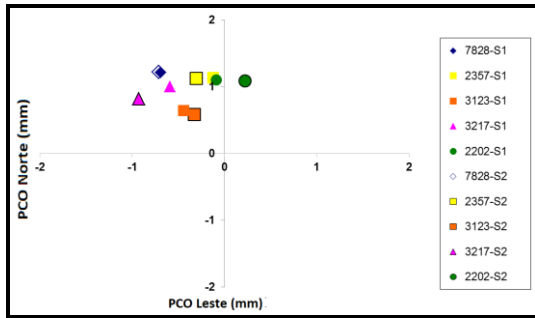


Fig. 3 – PCO (Norte e Leste) determinados para antenas TRM22020.00+GP, para a L1.
Fonte: Huinca, et al (2013)

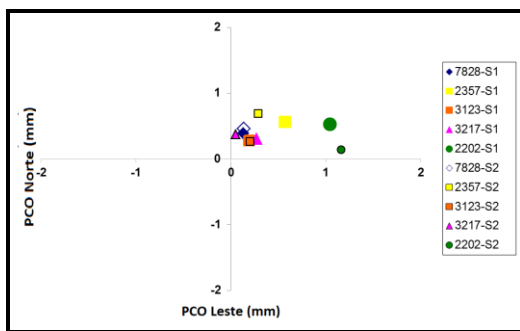


Fig. 4 – PCO (Norte e Leste) determinados para antenas TRM22020.00+GP, para a L2.
Fonte: Huinca, et al (2013)

Outros resultados obtidos na estação BCAL/UFPR mostram que os parâmetros determinados de uma mesma antena são diferentes quando obtidos em épocas distintas e sob diferentes condições ambientais. Constatou-se que as antenas apresentam maiores variações com relação aos parâmetros de calibração com o passar dos anos. Desta forma, quando se almeja empregá-las em levantamentos acurados, calibrações dessas antenas devem ser realizadas no mesmo período. Segundo Huinca (2014) as maiores variações nos parâmetros próprios ocorreram em períodos de chuva e de máxima umidade relativa do ar. Pesquisas continuam a ser desenvolvidas no que tange a estas calibrações visando a geração dos parâmetros próprios de antenas e no desenvolvimento de uma metodologia adequada para a calibração relativa das antenas GNSS.

A BCAL/UFPR é capaz de fornecer resultados de calibração confiáveis e cada antena tem o seu próprio parâmetro de calibração.

3- ATENUADOR DO EFEITO DE MULTICAMINHO

Visando minimizar outra fonte de erro sistemático que está diretamente ligado à antena de recepção do sinal dos satélites observados, o efeito multicaminho, foi desenvolvido um material que tem a propriedade de refletir ou absorver ondas eletromagnéticas, transformando essas ondas em calor

denominado de AEM-LAGEH. O material baseia-se no princípio da tecnologia MARE (Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética) empregado no uso civil como isolante de sinais eletromagnéticos ou uso militar *Stealth* (termo em inglês para escondido ou furtivo), a qual é empregada em aviões, submarinos e helicópteros de combate, tornando esses aparelhos imperceptíveis aos radares e sonares. O primeiro protótipo desenvolvido foi empregado sob o Pilar 3000 Sul, localizado na BCAL/UFPR (Fig. 2). Os dados coletados foram analisados através do programa TEQC, (*Translate Edit Quality Check*), que indica o nível de variação média do feito do multicaminho numa estação de observação para a fase da portadora L1 e L2. Verificou-se que houve a atenuação do multicaminho, pois a variação média desse efeito foi menor quando se utilizou o material atenuador produzido pelo laboratório. Novos protótipos foram desenvolvidos visando atenuar o efeito do multicaminho em antenas GNSS instaladas próximas a massas de água visto que a mesma é afetada por reflexões do sinal quando este sinal incide sobre a água (Viski, 2012). O terceiro protótipo foi desenvolvido de forma a envolver parte da antena com relação ao ARP (*Antenna Reference Point*) e o corpo da mesma (Fig 5), desta forma minimizando parte da incidência da reflexão do tipo LHCP proveniente do multicaminho provocado pela água. Para a portadora L1 o índice MP1 de multicaminho foi em média 0,2436m sem o uso do isolante eletromagnético AEM-LAGEH 3. Após o uso do material houve uma redução média de 0,126m. Para a portadora L2 o índice MP2 de multicaminho foi em média 0,5136m sem o uso do isolante eletromagnético AEM-LAGEH 3, acarretando numa redução média de 0,2544m. Verificou-se que com o emprego dos materiais atenuadores os melhores resultados alcançados foram para a portadora L1 cerca de 55% de eficiência de atenuação com o emprego deste protótipo, e para a portadora L2 a eficiência foi de 57%.



Fig. 5 – AEM/LAGEH – 3º PROTÓTIPO.
Fonte: Viski (2017)

4- PLATAFORMAS EULERIANAS

As plataformas de monitoramento de massas de água (Eulerianas), as quais realizam observações GPS com relação à elevação de níveis de água, seja de forma pontual fixa ou em uma área geográfica específica fazem parte dos equipamentos desenvolvidos pelo LAGEH (Viski, 2012). Elas são de baixo custo, porém de qualidade e empregando

tecnologia nacional. A última versão da plataforma Euleriana desenvolvida possibilita a emissão de um alerta que pode ser enviado entre uma estação de monitoramento (Plataformas PEN-01, Fig. 6) a uma estação de controle por meio de sistemas de comunicação (Xbee ou TK-103B). Verificou-se através de observações que esta plataforma teve um melhor desempenho para estudos cíclicos temporais de massas de água ou aplicações de emissão de alerta com variações superiores a 0,5m. Com a segunda plataforma Euleriana denominada PEN-02 verificou-se mensurações centimétrica obtidas pelos sensores ultrassom e chave de contato switch, sendo indicada esta plataforma para emissão de alerta de enchente (Viski, 2017).



Fig. 6 – Plataforma Euleriana (PEN-01/LAGEH/UFPR)

Fonte: Viski (2017)

Estes desenvolvimentos estão contribuindo com a inovação tecnológica brasileira e com o monitoramento de áreas sujeitas a desastres naturais, bem como, com outras aplicações que demandam posicionamentos precisos e informações geoespaciais

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo fomento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Huinca, S.C.M., 2009. Calibração Relativa de antenas GNSS na BCAL/UFPR. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 130 páginas.

Huinca, S.C.M., Krueger C.P., Mayer M., Knöpfler A., Heck B., 2012. Installation of a baseline calibration station for GNSS antennas at UFPR/Brazil, em Geodesy for Planet Earth Kenyon S, Pacino MC, Marti U (eds) Proceedings of IAG Symposium 2009

Scientific Assembly, 31. Springer Series International Association of Geodesy Symposia 136, pp.739-744.

Huinca, S.C.M., 2014. Análise de Influências Ambientais na Calibração de Antenas de Receptores GPS. Tese em Ciências Geodésicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 215 páginas.

Krueger, C. P., 2007. Relatório apresentado a CAPES: Investigação de Fontes de Erros no posicionamento GPS e modelagem dos erros. Curitiba, 45 páginas.

Krueger CP, Freiburger Jr. J, Heck B, Mayer M, Knöpfler A, Schäfer B., 2008. Establishing a GNSS Receiver Antenna Calibration Field in the Framework of PROBRAL em Sideris MG (ed): Observing our Changing Earth. Proceedings of the 2007 IAG General Assembly, Perugia, Italy. Springer Series: IAG Symposia 133, pp. 701-708, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

FINEP, 2004. Manual de Oslo. Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação. OCDE e Eurostat Financiadora de Estudos e Projetos, traduzido pela FINEP, 3 ed., 184 páginas.

Seeber, G. , 2003. Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 612 páginas.

Viski, A, R, 2012. Análise da Atenuação do Efeito de Multicaminho no Posicionamento GPS De Plataforma Lagrangeanas e Eulerianas em Massas De Água. Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 130 páginas.

Viski, A, R, 2017. Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento de Massa de Água por meio de plataformas Eulerianas e sensores de baixo custo aplicados na prevenção de desastres naturais. Tese em Ciências Geodésicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, no prelo, 218 páginas.

Wanninger L., May M., 2000. Carrier phase multipath calibration of GPS reference stations in Proceedings of the 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, ION GPS 2000, Salt Lake City, UT, USA.