

# **INVESTIGAÇÕES PARA A CALIBRAÇÃO DE ANTENAS DE RECEPTORES GNSS**

*Investigation for calibrating GNSS receptor antennas.*

Jaime Freiberger Junior

Doutorado

Orientador:      Claudia Pereira Krueger  
                      Bernhard Heck

Defesa: 28/02/2007

Resumo: O propósito deste trabalho é propor e investigar um método de calibração de antenas de receptores GNSS para a Primeira Base de Calibração de Antenas GNSS no Brasil (1<sup>a</sup>BCALB). Foram realizados experimentos fundamentados em medições geodésicas e processamento computacional visando a calibração de antenas GPS de diferentes modelos via método de calibração relativo em campo. Os experimentos foram realizados no Instituto de Geodésia da Universidade de Karlsruhe. As correções do centro de fase (PCO e PCV) das antenas foram determinadas empregando programas específicos e devidamente representadas em diagramas de fase por meio de rotinas computacionais. Constatou-se que as antenas Trimble modelo TRM22020.00+GP possuem comportamento eletrônico mais homogêneo comparado ao das antenas Leica modelo LEIAT502, as quais são mais vulneráveis às influências do efeito de multicaminho. A partir de levantamentos com diferentes equipamentos GPS, os resultados foram analisados visando detectar a influência causada pela alteração do entorno da estação nos resultados de calibração, para os quais se obtiveram diferenças de até 6 mm na componente vertical do PCO quando do emprego de diferentes pilares. Comprovou-se que as antenas GPS testadas possuem comportamento eletrônico distinto e estão sujeitas às influências do entorno da estação, e.g., o efeito de multicaminho dos sinais, que alteram a característica de recepção das antenas GPS e causam erros de até 1 cm no PCO. O efeito de multicaminho foi investigado considerando diferentes alturas da antena, objetivo que foi alcançado com o uso de dois adaptadores de diferentes comprimentos e um

programa computacional para a detecção, localização e quantificação deste efeito. Foram realizados estudos acerca dos valores da razão sinal-ruído (SNR) de observações conduzidas em diferentes cenários. Mostrou-se que a SNR pode ser uma ferramenta para avaliar a qualidade das observações GPS. No Brasil, foram realizadas investigações preliminares em dois pilares geodésicos, edificados na cobertura do auditório anexo ao observatório astronômico da Universidade Federal do Paraná. Estes pilares constituem parte da 1<sup>a</sup>BCALBR a ser estabelecida segundo diretrizes internacionais para levantamentos geodésicos de alta precisão. Inerente à construção dos pilares está a monitoração dos fundamentos do edifício no qual os pilares foram construídos, tarefa de extrema importância para garantir a confiabilidade dos levantamentos. Foram empregados receptores e antenas geodésicas para a realização dos primeiros rastreios na 1<sup>a</sup>BCALBR. Os dados foram usados para a realização das primeiras análises de multicaminho e emprego de valores de correção do centro de fase de antenas. Mostrou-se que a aplicação de correções do centro de fase de diferentes origens no pós-processamento causou diferenças de até 1 cm na coordenada vertical.

**Abstract:** The purpose of this work is to investigate a GNSS antenna calibration method to be introduced in the first GNSS antenna calibration base in Brazil (called 1<sup>a</sup>BCALBR). Geodesic measurements were carried out aiming the calibration of GPS antennas. Different antenna models were calibrated through relative field calibration. The experiments were carried out in the Institute of Geodesy of the University of Karlsruhe, Germany. Phase center corrections (PCO and PCV) were estimated using specific programs. The phase diagrams were outlined with computational routines. It was revealed that the Trimble antennas TRM22020.00+GP have homogeneous electronic behavior in comparison to the Leica antennas LEIAT502, which is more vulnerable to multipath effect. The calibration results were analyzed aiming the detection of influences caused by modifications in the vicinities of the GPS station. Differences of up to 6 mm in the up component of the PCO are evident for measurements carried out on different pillars. The tested antennas exhibited distinct electronic behaviour. They are sensitive to all influences of station vicinities, e.g., multipath effect that causes error of up to 1 cm in the PCO. The multipath effect was investigated considering different antenna heights. Two adapters of different lengths were used to simulate different antenna heights. The detection, localization and quantification of this effect were performed by using specific software. Studies concerning the signal to noise-ratio (SNR) values as a tool to evaluate the quality of GPS measurements were carried out considering different scenarios. In Brazil, preliminary measurements on two geodesic pillars were carried out. These pillars were built on the roof top of the astronomical observatory of the Federal University of Paraná. They were built

according to international lines and constitute part of the 1<sup>a</sup>BCALBR to be established for geodesic purposes. Inherent to the construction of these pillars is the vertical monitoring of the building of great importance to assure geodetic measurements with high precision. The first measurements on the 1<sup>a</sup>BCALBR were carried out aiming multipath analysis as well the use of antenna phase center corrections to investigate changes in the coordinates. The introduction of antenna phase center corrections from different sources cause differences of up to 1 cm in the up coordinate.