

Resultados alcançados com o PROBRAL entre o CPGCG e o GIK

Profa. Dra. Cláudia Pereira Krueger

UFPR - Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra

Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - CPGCG
Curitiba - PR
ckrueger@ufpr.br

Resumo: Este artigo apresenta os principais resultados alcançados com o projeto de cooperação internacional PROBRAL, intitulado “Densificação do SIRGAS no Brasil com o posicionamento GPS de alta precisão: modelagem de erros e integração da componente vertical”. Ele se desenvolveu entre o Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná, Brasil, e o Instituto de Geodésia de Karlsruhe (UK), Alemanha. A cooperação se deu em nível de pós-graduação e foi financiado pelo convênio CAPES/DAAD.

Palavras chaves: PROBRAL; SIRGAS; Posicionamento Preciso

Abstract: This article presents the main results obtained in the project of international cooperation PROBRAL, called Precise positioning and height determination by means of GPS: Modeling of errors and transformation into physical heights. It developed between the Department of Geomatics (DGEOM), Federal University of Paraná (UFPR), Curitiba (Brazil) and the Geodetic Institute (GIK), University Karlsruhe (TH), Karlsruhe (Germany). The aim of this research project, which started in 2006 and is founded by the Brazilian academic exchange service CAPES and the German academic exchange service DAAD.

Keywords: PROBRAL; SIRGAS; *Precise positioning*

1 Introdução

Este programa PROBRAL proporciona a formação de recursos humanos de alto nível no Brasil e na Alemanha, nas diversas áreas do conhecimento. Ele é financiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e pelo DAAD (Serviço de Intercâmbio Alemão). Segundo as suas diretrizes ele tem por objetivo estimular, por meio de projetos conjuntos de pesquisa, o intercâmbio de docentes e pesquisadores brasileiros e alemães, vinculados a Programas de Pós-Graduação de Instituições de Ensino Superior (IES).

Neste artigo apresentam-se os resultados alcançados com este PROBRAL firmado entre o Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas (CPGCG), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil, e o Instituto de Geodésia de Karlsruhe (GIK), Universidade de Karlsruhe (UK), Alemanha, ao longo destes quatro anos de cooperação.

2 Objetivos

Este programa teve como objetivo superior o desenvolvimento de um projeto conjunto de pesquisa intitulado “Densificação do SIRGAS no Brasil com o posicionamento GPS de alta precisão: modelagem de erros e integração da componente vertical” e a cooperação científica entre a UFPR (SCT/DGEOM/CPGCG) e a UK (GIK). Este projeto de pesquisa foi desmembrado em três subprojetos, sendo:

- I. Investigação de fontes de erro no posicionamento GPS preciso e a modelagem dos erros;
- II. Integração da rede vertical brasileira ao SIRGAS;
- III. Aplicação no monitoramento tridimensional da superfície da Terra.

Dentre os objetivos específicos almejados com o desenvolvimento deste projeto de cooperação internacional cita-se:

- Elevar a formação de recursos humanos em nível de pós-graduação nas Ciências Geodésicas, na área de Geodésia;
- Possibilitar o aperfeiçoamento de docentes na área das Ciências Geodésicas;
- Intensificar a troca de informações científicas;
- Contribuir para a Definição do Datum Vertical SIRGAS e sua materialização no Brasil;
- Investigar erros que atuam no posicionamento de alta precisão;
- Modelar erros que atuam no posicionamento de alta precisão através da inteligência artificial;
- Gerar produção conjunta de publicações científicas e/ou técnico-científicas;
- Aumentar substantivamente a produtividade científica do programa de pós-graduação;
- Desenvolver pesquisas conjuntas em áreas prioritárias nas Ciências Geodésicas.

Os objetivos anteriormente indicados visavam:

- Contribuir na solução de problemas quanto aos posicionamentos GPS precisos;
- Contribuir com soluções para o monitoramento ambiental em nosso país;
- Disponibilizar a primeira Base de Calibração de Antenas GNSS para o Brasil;
- Contemplar a formação de doutorandos-sanduíche e pós-doutorandos com experiências em centros de excelência internacionais;
- Aprimorar e elevar internacionalmente as áreas de pesquisa institucional;
- Fortalecer o intercâmbio com as instituições alemãs.

3 Missões Brasileiras Realizadas

Os participantes brasileiros que realizaram missões de estudo ou de trabalho nestes anos desta cooperação encontram-se listados no Quadro 1. Nele apresentam-se o participante da equipe, o seu título e cargo junto às instituições de origem, as missões desenvolvidas na Alemanha e as áreas em que atuam dentro do projeto original elaborado e encaminhado a CAPES. Na seqüência são apresentados alguns detalhamentos sobre as missões de estudo desenvolvidas na Alemanha.

O doutorando Eng. Roberto Teixeira Luz desenvolveu a sua missão de estudos com apoio tutorial no Instituto de Geodésia (GIK), da Universidade de Karlsruhe, pelo Prof. Dr. Bernhard Heck e no Brasil pelo Prof. Dr. Sílvio Rogério C. de Freitas. O aluno desenvolveu o seu doutorado sanduíche dentro do sub-projeto 7.2 “Integração da rede vertical brasileira ao SIRGAS”. As atividades desenvolvidas por este aluno, em linhas gerais, focaram as análises de dados provenientes de levantamentos gravimétricos e sua integração com linhas de nivelamento da Rede Vertical Brasileira Fundamental (BFVN). Verifica-se ainda que o desenvolvimento desta missão possibilitou importantes discussões, intercâmbio de idéias e desenvolvimento de atividades junto a outras instituições alemãs como: o Instituto de Pesquisas Geodésicas Alemã em Munique (Prof. Dr. Ing. Wolfgang Bosch) e o Instituto de Levantamentos em Hannover (Prof. Dr. Ing. Jürgen Muller). A defesa desta tese ocorreu em Março de 2008.

O Maurício Ihlenfeldt Sejas, sendo orientado no Instituto de Geodésia (GIK), da Universidade de Karlsruhe, pelo Prof. Dr. Ing. Bernhard Heck e no Brasil foi orientado pela Profa Dra. Claudia Pereira Krueger. O seu tema de pesquisa estava ligado ao sub-projeto 7.1. “Investigação de fontes de erro no posicionamento GPS preciso e a modelagem dos erros”. Sua tese teve como objetivo principal propor um modelo ionosférico local. Ele utilizou uma rede de estações realizando observações com o emprego de receptores de dupla freqüência e empregou as estimativas de coeficientes independentes para cada satélite em cada época. Supõe-se que os erros de cada satélite são aproximadamente lineares na área coberta pela rede, e

em seguida, um modelo simples é usado para descrever o erro. Como coeficientes de rede são gerados para cada época, as rápidas mudanças no conteúdo total de elétrons podem ser monitoradas. Os experimentos foram realizados em regiões com condições diferentes da ionosfera: na Europa Central (latitudes) e no Sul do Brasil (região equatorial). O modelo desenvolvido foi testado utilizando o método de posicionamento ponto, que trabalha com as observações de código e os produtos (órbitas e relógios) são obtidos pela internet. Os resultados mostraram que o modelo pode retirar 92% de todos os efeitos ionosféricos para as estações européias e 87% das estações brasileiras, em média, quando comparados com correções geradas para as estações próprias e usando o mesmo código (observável). A defesa desta tese ocorreu em Agosto de 2009.

Quadro 1 – Missões Brasileiras Realizadas entre 2006 a 2009

NOME	TITULO/POSIÇÃO	MISSÃO	ÁREA DE ATUAÇÃO
EM 2006			
Cláudia Pereira Krueger	Doutora/ Professora UFPR/CPGCG	Trabalho, 30 dias	Geodésia Espacial, Geodésia Marinha, Monitoramento Ambiental, Levantamentos
Sílvio Rogério Correia de Freitas	Doutor/ Professor UFPR/CPGCG	Trabalho, 21 dias	Geodésia/ Geodinâmica
Roberto Teixeira Luz	Doutor/ formado pelo CPGCG/ IBGE	Estudo, Doutorado sanduíche, 8 meses	Geodésia/ Geodinâmica
EM 2007			
Mauricio I. Sejas	Doutor/ formado pelo CPGCG/ UTFFB	Estudo, Doutorado sanduíche, 12 meses	Geodésia Espacial
Juliana Moulin Fosse	Doutor/ formado pelo CPGCG/ UTFRJ	Estudo, Doutorado sanduíche, 5 meses	Sensoriamento Remoto
EM 2008			
Cláudia Pereira Krueger	Doutora/ Professora UFPR/CPGCG	Trabalho, 21 dias	Geodésia Espacial, Geodésia Marinha, Monitoramento Ambiental, Levantamentos
Sílvio Rogério Correia de Freitas	Doutor/ Professor UFPR/CPGCG	Trabalho, 15 dias	Geodésia/ Geodinâmica
Rodrigo Mikosz Gonçalves	Doutorando do CPGCG	Estudo, Doutorado sanduíche, 12 meses	Monitoramento Ambiental, Geodésia Espacial
Vagner Gonçalves	Doutorando do CPGCG	Estudo, Doutorado sanduíche, 9 meses	Geodésia/ Geodinâmica

A terceira missão de estudo foi desenvolvida pela doutoranda Juliana Moulin Fosse sendo orientada pelo Prof. Dr. Hans-Peter Bähr, da Universidade de Karlsruhe e pelo Prof. Dr. Jorge Silva Centeno, do CPGCG. O seu trabalho estava inserido no sub-projeto “Aplicação no monitoramento tridimensional da superfície da Terra”. A doutoranda estuda a elaboração de representações tridimensionais interativos,

que tem como ferramenta de modelagem e de visualização técnicas de Realidade Virtual (VRML), de forma que tais mapas sejam avaliados quanto aos elementos da linguagem cartográfica, através de um teste de percepção usuária. Dentre os diversos tipos de Realidade Virtual, tem-se a Realidade Aumentada, que é uma ferramenta de visualização de modelos virtuais, substituindo o monitor e o mouse por um sistema de câmera e óculos especiais. Durante o estágio de doutorado no exterior foi feita a realização da etapa final de implementação do Mapa 3D, fazendo uso dos laboratórios e demais dependências do Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto do IPF. Também foi aproveitado o material bibliográfico, relevante para esta área de estudo, e que é escasso no Brasil.

O doutorando Rodrigo Mikosz Gonçalves realizou a quarta missão de estudo em nível de estágio de doutorado sanduíche. Ele desenvolveu o seu trabalho de pesquisa dentro principalmente do sub-projeto 7.3. "Aplicação no monitoramento tridimensional da superfície da Terra". O acompanhamento e gestão do litoral é importante ao longo da costa, mas continua a ser uma tarefa difícil. O objetivo deste estudo foi demonstrar uma comparação e avaliação entre os três diferentes modelos de previsão do litoral: estimativa do parâmetro robusto, redes neurais e regressão linear. O estudo de caso está localizado na praia de Matinhos, no estado do Paraná, Brasil. Os dados, relacionados com os anos 1954, 1963, 1980, 1991 e 1997, foram utilizados para a extração de costa em uma seção de 6 km. Os problemas para extrair informações a partir deste material estão relacionados à má qualidade das fotos (1963 e 1963) e a dificuldade de interpretar a posição do conjunto de recursos como o limite entre o mar e o oceano. Usando esses dados incertos fotogramétrica e GPS (Global Position System) dados relativos a 2001, 2002, 2005 e 2008, como controle. Algumas hipóteses mudaram a matriz de peso para o caso de regressão linear e estimativa robusta foram feitas e em todos os casos, a estimativa robusta deram resultados promissores e também semelhantes. Diferentes testes com a rede neural foram organizados possibilitando definir os parâmetros como: Arquitetura (Elman e de redes *feedforward* e *backpropagation*), número de neurônios nas camadas escondidas e os algoritmos de treinamento. Os resultados foram mostrados em sua tese defendida em Fevereiro de 2010. Ele foi orientado pelo Prof Dr. Ing. Bernhard Heck, no Instituto de Geodésia (GIK) e no Brasil pela Profª Dra. Claudia Pereira Krueger e Prof Dr. Leandro Coelho.

O doutorando Vagner Gonçalves desenvolveu a sua missão de estudo tendo o seu trabalho de pesquisa dentro do sub-projeto 7.2 "A Integração da rede vertical brasileira ao SIRGAS". Ele também foi orientado pelo Dr. Bernhard Heck, no Instituto de Geodésia (GIK) e no Brasil pelo Prof Dr. Silvio Rogério C. de Freitas. Realmente a precisão da medição, da superfície da Terra, pode atingir um centímetro, com o amplo uso do GNSS (Global Navigation Satellite System). A associação entre o nivelamento utilizando GNSS, GPS em especial, sigla para Sistema de Posicionamento Global, com a determinação do campo gravitacional da Terra pode substituir os nivelamentos tradicionais em muitas situações. As altitudes geodésicas obtidas por GPS já pode ser facilmente observadas com alta precisão e medição da gravidade pode chegar no fim da ugual, consequentemente, a gravidade da perturbação pode ser facilmente obtida com uma alta precisão. Martin Hotine no final da década de 1960 propôs uma solução do potencial perturbador (fórmula Hotine's), que usa gravidade distúrbios como dados de entrada. A estratégia para alcançar esse objetivo é determinar o potencial de perturbação na superfície do geóide por solução iterativa de acordo com o distúrbio da gravidade sobre o elipsóide. Esta abordagem está em consonância com a solução para a formulação do Geodésico Boundary Value Problem (GBVP). Portanto, para o problema de valor limite geodésico segundo, que é baseado em distúrbios da gravidade, é muito importante nos dias de hoje. Um problema prático é a forma de abordagem de uma solução do GBVP em situações reais relacionadas com uma má distribuição de informações sobre a gravidade, como é habitual na América do Sul. Este é o caso, especialmente em longas distâncias e em todo o terreno íngreme combatido em muitos desses países (por exemplo, Brasil). O doutorando retornou ao Brasil e continua com o desenvolvimento de seu trabalho.

4 Missões Alemãs Realizadas

Os participantes alemães que realizaram missões de estudo ou de trabalho nestes anos desta cooperação encontram-se listados no Quadro 2. Nele apresentam-se o participante da equipe, o seu título e cargo junto às instituições de origem, as missões desenvolvidas no Brasil e as áreas em que atuam dentro do projeto original elaborado e encaminhado a CAPES.

5 Produção Técnica Gerada

Nos quatro anos em que se realizou este projeto de pesquisa dentro desta cooperação internacional foram geradas diversas publicações em conjunto. No Quadro 3 indica-se o montante das publicações geradas conforme o tipo até o presente momento, além do numero de trabalhos de graduação, dissertações de mestrado e teses de doutorado desenvolvidas dentro dos sub-projetos indicados no item

6 Principais Resultados Alcançados

No subprojeto “Investigação de fontes de erro no posicionamento GPS preciso e a modelagem dos erros”, foram iniciadas as pesquisas em calibração relativa de antenas GPS conjuntamente com análise do efeito do multicaminho do entorno das estações. Verifica-se também que com as discussões entre os pesquisadores e estudos desenvolvidos na Alemanha pelo doutorando Jaime Freiberger Junior, foi possível a implantação da Primeira Base Brasileira de Calibração de Antenas GNSS (BCAL/UFPR), no Campus do Centro Politécnico, da UFPR. Esta base foi construída aplicando-se os conhecimentos adquiridos na Alemanha e atendendo as especificações do IBGE. Esta base e os estudos desenvolvidos até o presente momento estão e irão contribuir na solução de problemas quanto aos posicionamentos GNSS precisos em nosso país.

Quadro 2 – Missões Alemãs Realizadas entre 2006 a 2009

NOME	TITULO/POSIÇÃO	MISSÃO	ÁREA DE ATUAÇÃO
EM 2006			
Michael Mayer	Doutor/GIK	Por 15 dias	Geodésia Espacial
Franziska Wild-Pfeiffer	Doutora/ formada pelo GIK	Por 21 dias	Geodésia/ Geodinâmica
Andréas Knöpfler	Doutorando do GIK	Por 30 dias	Geodésia Espacial
EM 2007			
Bernhard Heck	Doutor/Diretor do GIK	Por 17 dias	Geodésia Espacial, Geodésia/ Geodinâmica
Norbert Rösch	Doutor/GIK	Por 15 dias	Geodésia, Sistemas de Referência e SIG
Xiaoguang Luo	Doutorando do GIK	Por 30 dias	Geodésia Espacial
EM 2008			
Bernhard Heck	Doutor/ Diretor do GIK	Por 10 dias	Geodésia Espacial, Geodésia/ Geodinâmica
Michael Mayer	Doutor/GIK	Por 15 dias	Geodésia Espacial
Andréas Knöpfler	Doutorando do GIK	Por 30 dias	Geodésia Espacial
Xiaoguang Luo	Doutorando do GIK	Por 30 dias	Geodésia Espacial
EM 2009			
Bernhard Heck	Doutor/ Diretor do GIK	Por 10 dias	Geodésia Espacial, Geodésia/ Geodinâmica
Michael Mayer	Doutor/GIK	Por 15 dias	Geodésia Espacial
Andréas Knöpfler	Doutorando do GIK	Por 15 dias	Geodésia Espacial
Xiaoguang Luo	Doutorando do GIK	Por 30 dias	Geodésia Espacial

Quadro 3 - Publicações geradas com este PROBRAL

Tipo	Quantidade
Artigos completos publicados em periódicos	05
Artigos completos aceitos para a publicação em periódicos	02
Capítulos de livros publicados e aceitos para publicação	02
Trabalhos completos publicados em anais de congressos	23
Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo expandido)	11
Resumos publicados em anais de congressos	07
Trabalhos completos aceitos para apresentação em congressos	04
Trabalhos de Graduação	02
Dissertações de Mestrado	03
Teses de Doutorado	05

A BCAL/UFPR é composta de três pilares, sendo designados de 1000, 2000 e 3000, os quais seguem exigências internacionais e situa-se no Campus do Centro Politécnico na parte superior do laboratório astronômico Camil Gemael ao lado do Laboratório de Geodésia Espacial (<http://www.lage.ufpr.br/>).

A calibração de antenas GNSS pelo método proposto (método relativo) torna-se interessante em termos de rendimento e precisão considerando os investimentos básicos para a instalação dos equipamentos, a condução das medições e a manutenção do sistema. Os esforços operacionais são reduzidos uma vez que as medições são realizadas automaticamente, podendo também ser realizadas manualmente, porém exigindo maior tempo de rastreio. Trata-se de um método eficiente, por meio do qual podem ser determinadas as PCV dependentes de azimute e elevação com alta resolução e considerável redução do efeito de multicaminho. Com os primeiros experimentos realizados constatam-se a possibilidade de se obter soluções de calibração de antenas GNSS no nível absoluto a partir do método relativo de calibração. Esta base de calibração de antenas é a primeira da América Latina.

As experiências realizadas no Brasil mostraram que as influências do multicaminho agiram com intensidade similar nos pilares de calibração 1000 (Oeste) e 2000 (Norte), sendo o pilar 1000 (Oeste) sensivelmente mais afetado. Em vista dos resultados obtidos na Alemanha, conclui-se que a influência do efeito de multicaminho é um aspecto extremamente importante e deve ser considerado nas medições GNSS de alta precisão, em especial na calibração de antenas de receptores GNSS.

Experimentos foram realizados para a obtenção dos parâmetros de calibração da antena TRM 22020.00+GP. Esta antena foi calibrada com três estações de 24 horas, intervalos de gravação de dados de 25 segundos. No processamento dos dados foi empregado o programa WaSoft/Kalib. Os valores do centro de fase das ondas portadoras e a variação do centro de fase foram determinados com relação a antena Chokering.

Estudos foram e estão sendo intensificados neste ano de 2010, principalmente, no que tange ao desenvolvimento de um material para a atenuação do efeito do multicaminho, sendo os resultados alcançados com este comparado com os resultados alcançados com um material importado. Este material foi adquirido com projeto de pesquisa aprovado pelo Edital MCT/CNPq 02/2006, intitulado "Posicionamentos GPS de Alta Precisão: Investigação de Algumas Fontes de Erros e Suas Modelagens e Implantação da 1ª Base de Calibração de Antenas GPS no Brasil"

No subprojeto "Integração da rede vertical brasileira ao SIRGAS" os estudos desenvolvidos pelo grupo do Laboratório de Referenciais Geodésicos e Altimetria por Satélites (LARAS), associados à tese de doutorado do Dr. Roberto Teixeira Luz permitiram definir procedimentos de integração de dados de nivelação geométrico, gravimetria, estações maregráficas e altimetria por satélites. Esses procedimentos foram materializados sob a forma de programas computacionais, desenvolvidos em Fortran e Octave, levando em consideração as especificidades do contexto brasileiro, enfatizando-se a importância da montagem semi-automática da rede de diferenças de geopotencial internodais, implementada via programa IDNOS, em vista do grande volume de dados de nivelação e gravimetria associados à Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP).

No subprojeto "Aplicação no monitoramento tridimensional da superfície da Terra" teve inicio a organização dos dados espaço-temporais e a construção um CGIS (*Coastal G/S*) contendo dados de extração da linha

de costa, conforme as técnicas de mapeamentos históricas realizadas, quais sejam: sensoriamento remoto, geodésia espacial e técnicas fotogramétricas; a simulação da movimentação da linha de costa e o desenvolvimento de modelos capazes de efetuar a predição. Foram realizadas comparações entre modelos diferentes de predição de linhas de costa: com estimativa robusta, redes neurais e regressão linear.

6 Referências Bibliográficas

- DE FREITAS, S. R. C. ; FERREIRA, V.G. ; PALMEIRO, A. S. ; DALAZONA, R. ; LUZ, R. T. ; FAGGION, P. L. *.Modelagem do potencial anômalo no Datum vertical brasileiro visando sua nova definição.* Boletim de Ciências Geodésicas, 2007, v. 13, p. 395-419.
- FOSSE, Juliana Moulin. *Avaliação da simbologia e da orientação geográfica para as representações cartográficas tridimensionais.* 2008. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
- FREIBERGER JUNIOR, J.; MAYER, M.; SEITZ, K.; HECK, B.; KRUEGER, C. P. *Calibração de antenas GPS em Diferentes Estações GPS.* Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, 2005, v. 11, n. 2, p. 157-178.
- FREIBERGER JUNIOR, Jaime. *Investigações para a Calibração Relativa de Antenas de Receptores GNSS”.* 2007, 203 p. tese de doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.
- FREIBERGER JUNIOR, Jaime ; MAYER, Michael ; SEITZ, Kurt ; HECK, Benhard ; KRUEGER, Cláudia Pereira . *Calibração de antenas GPS em Diferentes Estações GPS.* Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 157-178, 2005.
- HUINCA, Suelen Cristina Movio. *Calibração Relativa de Antenas GNSS na BCAL/UFPR.* 2009. Dissertação (Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.
- KNOCH, P. *Influence of different sets of antenna calibration values on point positioning.* 2006, 29p., Universidade Federal do Paraná (UFPR).
- KRUEGER, Cláudia Pereira, FREIBERGER JR, Jaime, HECK, Benhard, MAYER, Michael, Knöpfler, Andreas. *Establishing a GNSS Receiver Antenna Calibration Field in the Framework of PROBRAL* In: Observing our Changing Earth ed. : Springer, 2008, v.133, p. 701-708.
- KRUEGER, Cláudia Pereira, GONÇALVES, Rodrigo Mikosz, HECK, Bernhard. *Surveys at the coast of Paraná, Brazil, to determinate the temporal coastal changes.* Journal of Coastal Research. , v.1, p.632 - 635, 2009.
- LUZ, Roberto Teixeira. *Estratégias para Modernização da Componente Vertical do Sistema Geodésico Brasileiro e sua Integração ao SIRGAS.* 2008. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
- SCHÄFER, B. *Investigations on multipath effects of GPS reference stations in Paraná and the First Baseline Calibration Station of Brazil (1aBCALBR) in Curitiba, PR”.* 2006, p.47, Universidade Federal do Paraná (UFPR).
- SEJAS, Maurício I. *Modelamento de Erros que atuam em um posicionamento GPS visando a determinação de parâmetros de correção de área para uma rede de estações de referência.* 2009. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a CAPES e ao DAAD pelo financiamento deste projeto PROBRAL. Também agradece ao CNPq (MCT/CNPq 02/2006) pelo financiamento do projeto de pesquisa “Posicionamentos GPS de Alta Precisão: Investigação de Algumas Fontes de Erros e Suas Modelagens e Implantação da 1^a Base de Calibração de Antenas GPS no Brasil” .