

ALGUMAS PESQUISAS EM DESENVOLVIMENTO NO LABORATÓRIO DE GEODÉSIA ESPACIAL

Prof. Dra. Claudia Pereira Krueger¹
Prof. Dr. Luiz Danilo Damasceno Ferreira²

¹Laboratório de Geodesia Espacial - Departamento de Geomática - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná - ckrueger@ufpr.br

¹Laboratório de Geodesia Espacial - Departamento de Geomática - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná luizdanilo@ufpr.br

RESUMO

Neste artigo apresenta-se algumas pesquisas que se encontram em desenvolvimento junto ao Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE), da Universidade Federal do Paraná, pelos pesquisadores, pelos estudantes dos cursos de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e de Engenharia Cartográfica. Eles encontram-se vinculados a linha de pesquisa "Posicionamento e Navegação Baseada em Técnicas Espaciais" devidamente registrada junto ao CNPq. As pesquisas serão descritas a seguir, sucintamente.

Palavras Chave: LAGE, Pesquisas em andamento, Posicionamento e Navegação Baseada em Técnicas Espaciais

SOME DEVELOPEMENT RESEARCHS IN LABORATORY SPACIAL GEODESY

ABSTRACT

This paper present some researches by the Space Geodesy Laboratory (LAGE) of the Federal University of Paraná. LAGE supports the on-going research developed within the Graduate Programme in Geodetic Sciences and teaching related activities for the Undergraduate Surveying Programme. These researches belong to the Navigation Positioning projetct based on the Space Techniques. Such project includes Space Geodesy, Positioning and Navigation and Marine Geodesy.

Keywords: LAGE, Researches by LAGE, Navigation Positioning projetct based on the Space Techniques

1. INTRODUÇÃO

No Campus III do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná localiza-se o Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE) (Figura 01). Ele agrega as atividades de Posicionamento e Navegação Baseada em Técnicas Espaciais e vem dando suporte instrumental e computacional aos projetos de pesquisas, nacionais e internacionais, desenvolvidos no âmbito dos Cursos de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e de Engenharia Cartográfica do Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, envolvendo, com maior ênfase, o Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Este laboratório está equipado com receptores GPS de navegação, de cadastro e geodésicos, um sistema de comunicação para os posicionamentos diferenciais e ecobatímetro digital; todos eles, com os seus devidos acessórios. Ele conta com diversos programas para o processamento de dados provenientes do posicionamento por satélites, sendo alguns comerciais (p.ex. PRISM, GPSurvey, Ashtech Solutions, Relaince) e outros científicos (p.ex. GEONAP-K, BERNESE, GIPSY). Para o processamento de dados provenientes de levantamentos hidrográficos emprega-se o programa HYPACK.

Em suas instalações encontra-se a estação GPS permanente Curitiba/UFPR, conhecida pela sigla internacional "PARA" (do Paraná). Esta estação incorporou-se à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos satélites GPS (RBMC) no dia 13 de dezembro de 1996, tornando-se a primeira estação desta rede em operação. Desde 26/10/1994, ela está em operação, possibilitando a participação da

UFPR em campanhas GPS internacionais, tais como o BRASION (BRASIl-IONosfera) , GIG e SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul). Ela foi a primeira estação permanente do gênero no Brasil totalmente mantida por uma instituição brasileira, como a UFPR.

Atuam neste laboratório pesquisadores das áreas de geodésia espacial e geodésia marinha, alunos do curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas (05 doutorandos e 03 mestrandos, em 2004), alunos do curso de engenharia cartográfica, bolsistas de programas de Iniciação Científica e alunos de programas de intercâmbio estudantil (p.ex. UNIBRAL).

Neste artigo apresenta-se resumidamente algumas pesquisas que estão sendo desenvolvidas por este grupo de pesquisa e um pequeno histórico relatando as atividades já desenvolvidas dentro desta linha de pesquisa.

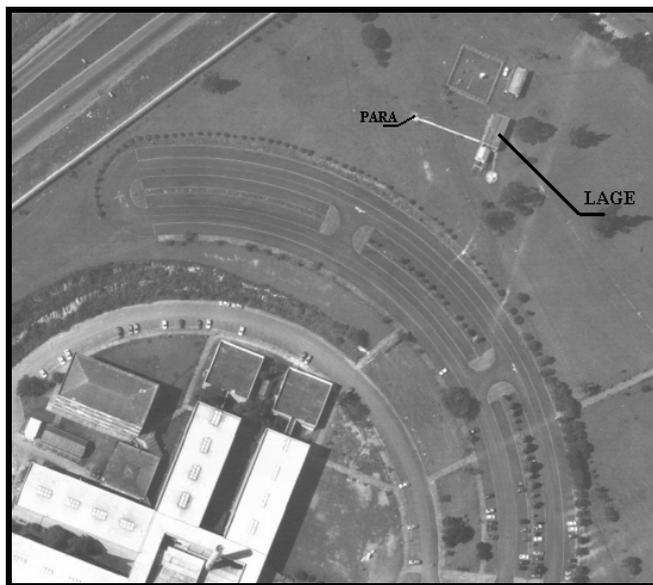


Figura 01 – Localização do LAGE e da estação GPS "PARA"

2 HISTÓRICO DA LINHA DE PESQUISA

Esta linha de pesquisa, na UFPR, teve seu início com o rastreamento de satélites em 1979 com o emprego de um rastreador Marconi CMA 751, visando desenvolver pesquisas sobre o posicionamento Doppler.

Em 1985 foi desenvolvido um projeto de pesquisa através de um convênio de Cooperação Técnica Brasil-República Federal da Alemanha. Ele tinha como objetivo principal estudar o comportamento do Método Doppler na solução multiestação e com essa solução realizar o controle da Rede Planimétrica Fundamental Brasileira (CAMPOS, 1987). Nele contou-se com o apoio da *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (ITCF), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), do *Institut für Erdmessung* (IfE) da Universidade de Hannover (UH) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Dando continuidade aos trabalhos de pesquisa, em 1987 foram utilizados 4 receptores Texas TI 4000 (trazidos da Alemanha) visando a realização de redes de controle; uma para o controle de deformações em barragens, e outra para o controle de uma rede metropolitana básica para fins de planejamento e cadastro; e a reocupação de parte dos pontos da Rede Planimétrica Fundamental Brasileira (CAMPOS e SEEGER, 1988; CAMPOS et al., 1988).

Em 1990 foi desenvolvido o projeto de pesquisa intitulado "Estudo das observações GPS em uma área de grandes perturbações ionosféricas". Participaram deste projeto a UFPR, IfE (UH), CTA/IAE, IBGE, UFPE, Observatório Nacional e USP.

Visando monitorar o movimento do eixo de rotação da Terra, o Nível Médio dos Mares e controlar os movimentos e deformações de placas tectônicas, reuniram-se 44 países em uma campanha na qual foram ocupadas mais de 150 estações, dentre as quais 2 localizavam-se nesse Laboratório, o marco PARA e o RM03 (situados próximo as dependências do LAGE). Além da UFPR, participaram desta campanha o IBGE e o INPE/NASA.

Em 1994 foi firmado um convênio entre a UFPR e a Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) objetivando uma cooperação técnica e científica no controle da malha ferroviária do Paraná (KRUEGER, 1994; MASSINHAN, 1996).

Um novo projeto entre a UFPR e o IfE (UH), envolvendo o CNPq e a KFA, foi desenvolvido em 1995. Tinha como objetivo a obtenção de um sistema de referência geodésico. Em 1997 foi aplicado o DGPS Preciso no ambiente marinho dentro deste projeto (KRUEGER et al., 1997).

De 1998 a 2001 desenvolveu-se outro projeto de cooperação técnica e científica internacional intitulado "Desenvolvimento de Redes de Referência Locais Visando Aplicações do GPS de Alta Precisão em Tempo Real". As instituições de ensino e pesquisa que participaram deste projeto foram a UFPR, a UFPE e o IfE (UH), contando-se também com o apoio do IBGE, da COPEL e da empresa alemã GEO ++ (KRUEGER, 2001).

Dentro destas cooperações internacionais foi doado a este laboratório 2 receptores Trimble 4000 SST, 1 receptor Trimble 4000 SSI e os programas GEONAP S e K e o GNNET/GNREF/GNRT-K.

Em 2001, com o auxílio financeiro da Fundação Araucária, desenvolveu-se o projeto de pesquisa intitulado "Determinação do Impacto Ambiental Decorrente da Ação Antrópica na Linha Costeira da Região de Matinhos (PR)" (DIAMAT). Ele tinha como objetivo caracterizar a tendência erosiva da linha costeira no município de Matinhos nos últimos anos e o impacto ambiental decorrente da ocupação urbana nesta região e visava também o fortalecimento dos levantamentos geodésicos e disponibilizar informações atualizadas da região através de informações georeferenciadas de qualidade que sirvam de base para o gerenciamento do ecossistema costeiro (KRUEGER et al., 2003).

Verifica-se até o presente momento cerca de 25 trabalhos de iniciação científica, 45 dissertações de mestrado e 8 teses de doutorado concluídos.

3. PROJETOS EM DESENVOLVIMENTO

Existem alguns projetos de pesquisa em andamento pelos membros deste grupo de pesquisa. Eles serão descritos na seqüência, sucintamente.

3.1 – PROJETO 01

Aplicações dos dados obtidos pelos receptores GPS/GLONASS em Geodésia, Dinâmica Orbital e em estudos Geodinâmicos e Geofísicos.

Este projeto de pesquisa está registrado junto ao BANPESQ/UFPR, nº1999005975. Ele está sendo desenvolvido em conjunto com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, situado em São José dos Campos-SP e a Universidade Tuiuti do Paraná, situada em Curitiba- PR. Consta das seguintes etapas: Determinação de Órbitas/Posicionamento; Determinação de Atitudes; Estudos Geodinâmicos e Estudos da Ionosfera. A seguir citam-se trabalhos concluídos: Modelagem da função covariância para a integração de referenciais geodésicos por Colocação (tese); Modelagem dos efeitos de Re-emissão térmica em satélites artificiais: LAGEOS e GPS (tese); Determinação de atitude de satélites artificiais estabilizados por rotação (tese); Modelo regional da ionosfera para o uso em posicionamento com receptores GPS de uma frequência (tese); Detecção e análise de deslocamentos vertical utilizando os sistemas NAVSTAR/GPS (dissertação); Integração GPS e GLONASS aplicada aos levantamentos geodésicos (dissertação). Trabalhos em andamento: Modelagem dos parâmetros de deformação por Colocação (doutorado); Estudo do movimento de rotação da Terra (doutorado); Decaimento orbital do satélites LAGEOS durante a sua passagem pela sombra da Terra devido a força de re-emissão térmica (dissertação); Efeitos relativísticos sobre os satélites GPS (dissertação). Ele é coordenado pelo Prof. Dr. Luiz Danilo Damasceno Ferreira.

3.2 – PROJETO 02

Levantamentos Geodésicos em Áreas Costeiras do Paraná.

Este projeto está em andamento desde 1997 e registrado junto ao BANPESQ/UFPR, nº97004755. Ele trata do desenvolvimento de levantamentos geodésicos na área do litoral paranaense, onde ainda verifica-se uma falta de dados pretéritos e uma grande possibilidade de atuação multidisciplinar. Os levantamentos geodésicos vem sendo desenvolvidos desde 1996, sendo esta uma área pioneira no Brasil, os quais se iniciaram com um trabalho de tese intitulado "Investigações sobre Aplicações da Alta Precisão do GPS no Âmbito Marinho" (KRUEGER,1996), seguido de diversos outros trabalhos como: a implantação e o levantamento de 11 pontos na região, formando uma rede geodésica de apoio para os demais levantamentos; monitoramento dos marcos que compõem esta rede geodésica no litoral paranaense; monitoramento da linha de costa compreendida entre a antiga Ponta de Embarque para a Ilha do Mel até a Ponta do Poço, no Pontal do Paraná utilizando o GPS; levantamentos batimétricos de alta precisão na região compreendida entre a antiga Ponta de Embarque para a Ilha do Mel até a Ponta

do Poço, no Pontal do Paraná; levantamentos cadastrais de cais portuários; conexão dos marégrafos existentes nas regiões de Antonina e Paranaíba; monitoramento da linha de costa na região de Matinhos; estudos integrados de dados batimétricos com dados de sensores remotos de alta resolução para estimativa de profundidades em uma área teste em Guaratuba, levantamentos cadastrais de algumas áreas marinhas visando a geração futura de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o monitoramento do istmo da ilha do Mel. Contudo em face de que ainda se verifica, em nosso litoral, a necessidade de dados confiáveis e precisos e o desenvolvimento de outros trabalhos de pesquisa, propiciando a outros usuários subsídios para auxiliar em tomada de decisões o projeto de pesquisa em questão continua ativo. Ele é coordenado pela Profa. Dra. Claudia Pereira Krueger.

3.3 – PROJETO 03

Implantação de uma Estação de Referência Local visando Investigações de Aplicações do GPS de Alta Precisão em Tempo Real.

Esse projeto desenvolve-se em Curitiba e no litoral paranaense, ele visa estudos quanto a implantar uma estação de referência local visando a obtenção de alta precisão em aplicações GPS em tempo real. Visa também investigar alguns efeitos que influenciam no posicionamento preciso em tempo real como por exemplo: a propagação dos erros; a dependência da distância; a precisão; o tempo de fixação das ambigüidades. Outro fator a ser analisado refere-se aos meios de comunicação possíveis de serem empregados. Algumas análises já foram realizadas com estações de referência instaladas em dois locais distintos no Campus III, Centro Politécnico, UFPR. Ocupou-se marcos distribuídos radialmente em relação à estas estações de referência, distando delas até 40 km. Também alguns sistemas de comunicação já foram testados, por exemplo por rádios VHF/UHF, por Rádiofarol e por RDS. Este projeto de pesquisa continua ativo sendo coordenado pela Profa. Dra. Claudia Pereira Krueger.

4. PESQUISAS EM 2003/2004

4.1 ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO INTEGRADO DE DADOS BATIMÉTRICOS COM DADOS DE SENSORES REMOTOS DE ALTA RESOLUÇÃO PARA ESTIMATIVA DE PROFUNDIDADE (TEDESCO, 2003).

O objetivo geral desta pesquisa consistiu na verificação da viabilidade do uso integrado de dados batimétricos e de imagens de alta resolução para estimativa de profundidades de corpos d' água. Buscou-se uma metodologia alternativa para a obtenção de profundidades visando a atualização de mapas batimétricos. Um levantamento batimétrico, utilizando ecobatímetro de feixe único e posicionamento horizontal através do método Diferencial GPS (DGPS) foi realizado, propiciando a geração de um mapa batimétrico e um modelo digital do solo oceânico. Buscou-se também verificar a existência de correlação entre a informação espectral e a profundidade medida. A imagem de satélite IKONOS foi calibrada através dos dados batimétricos, determinando os parâmetros que correlacionam estas grandezas. As precisões atingidas foram analisadas a partir das profundidades obtidas através da imagem do satélite.

A partir da comparação entre as profundidades estimadas e as verdadeiras, no intervalo de 0,3 m a 1,53 m (figura 02), constatou-se que as maiores diferenças entre elas ocorreram para as profundidades mais baixas, regiões rasas, chegando a cerca de 45cm, mantendo-se em torno de 10cm a 20cm para as demais profundidades. Comprova-se que nas regiões rasas, onde não há grande variabilidade das profundidades e, conseqüentemente, dos valores digitais, o modelo proposto não ajustou adequadamente os parâmetros para a correlação. Nestas regiões há uma influência da resposta do fundo. Ao analisar-se as profundidades entre 0,3 m e 4,97 m percebe-se que os maiores erros ocorreram para as profundidades superiores a 3,50m. Nestas profundidades detecta-se que não há variação dos valores digitais em função da absorção quase que total da energia eletromagnética incidente. Mediante o exposto, optou-se por analisar o modelo de regressão para o intervalo 0,60 m a 3,01 m, excluindo-se os extremos. Com a retirada destes valores os erros obtidos (diferenças entre profundidades verdadeiras e estimadas) foram em média de 0,26m, sendo que o erro máximo obtido foi de 1,38m. Extrapolando-se o modelo obtido para o intervalo 0,6m a 3,01m, para todo o conjunto de dados, obteve-se um erro médio de 0,46m, sendo que o erro máximo obtido foi de 2,14m. Avaliando-se os resultados obtidos, conclui-se que as profundidades estimadas poderiam ser utilizadas na confecção/atualização de cartas náuticas de Ordem 2 ou 3 (as profundidades devem ter precisão em torno de 1,00m para níveis de confiança de 95%).

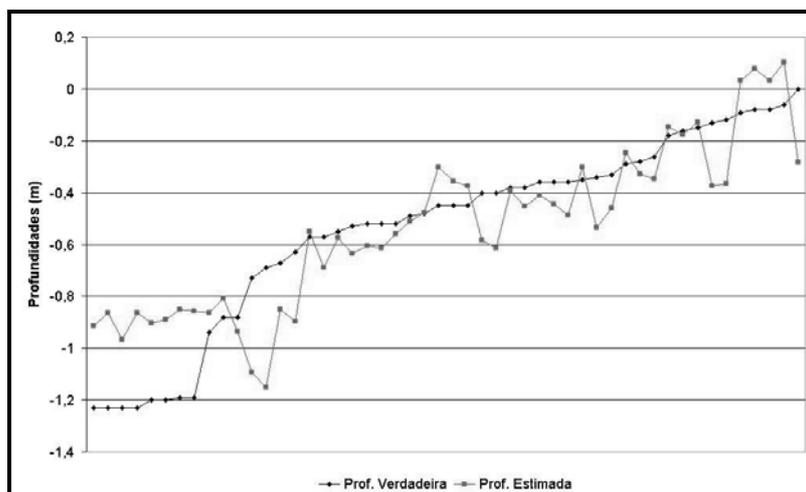


Figura 02 - Gráfico Comparativo de Profundidades Verdadeiras e Estimadas para Intervalo de 0,30m a 1,53m
Fonte: TEDESCO (2003)

4.2 AVALIAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DA NBR 14.166 COM ÊNFASE AO POSICIONAMENTO COM O NAVSTAR-GPS (SILVA, 2003).

Dentre os itens a serem investigados, cita-se: avaliação da influência ionosférica; investigação da curvatura da Terra e da simplificação da redução da distância elipsóidica ao plano topográfico local e análise das linhas de base nos limites do sistema topográfico local. Diversos resultados foram obtidos a partir da análise de 4 grupos de dados, coletados regiões distintas no estado do Paraná. Na seqüência apresenta-se apenas alguns dos resultados alcançados.

O processamento *Wide Lane* sem a manipulação dos dados apresentou ótimos resultados quando utilizada no processamento de linhas de base de até 60 km. É importante lembrar, que a norma em estudo recomenda que acima de 50 km, seja utilizado o processamento *Ionosphere Free*. Identificou-se que para os dados analisados cujos levantamentos de campo ocorreram entre as 12:00 h e as 16:00 h, houve uma elevação nas diferenças entre a coordenada padrão e a coordenada calculada para a ordem do decímetro. Uma forma de evitar esses erros nas coordenadas é realizar levantamentos em horários noturnos ou pelo começo da manhã evitando os horários de maior influência solar, que ocasionam uma elevação do TEC (Conteúdo total de Elétrons) na ionosfera. Foram avaliadas linhas de base superiores a 20 km e obteve-se que o processamento com L1 não pode ser aplicado para esses comprimentos, pois não gerou solução. A norma NBR14.166 recomenda que até 50 km seja empregado receptores de apenas uma frequência (L1). Mediante as análises realizadas para um dos grupos de dados, pode-se dizer que há um forte indicativo quanto a presença de ruído do software. Verificou-se que houve sempre um deslocamento dos valores obtidos com um dos programas em relação as demais soluções geradas pelo outro programa.

4.3 MODELAGEM DA FUNÇÃO COVARIÂNCIA PARA A INTEGRAÇÃO DE REFERENCIAIS GEODÉSICOS POR COLOCAÇÃO (COSTA, 2003).

O objetivo principal desta pesquisa é a apresentação da metodologia utilizada para a integração de referenciais geodésicos baseada na Colocação por Mínimos Quadrados, onde as distorções são modeladas e os erros das observações são filtrados. A estimativa dos parâmetros, bem como a modelagem das distorções sistemáticas são feitas simultaneamente no mesmo modelo matemático.

Os resultados mostraram que 98% dos casos estudados, as coordenadas estimadas pela Colocação se aproximam mais dos valores de referência em comparação com o Ajustamento clássico.

4.4 VARIAÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DA TERRA (PIMENTA, 2003).

Com esta pesquisa pretende-se estabelecer um modelo semi-empírico que descreva a dinâmica do sistema Terra-Lua e forneça a velocidade de rotação da Terra em qualquer tempo, a partir da combinação de dados fornecidos pelo IERS com equações da Mecânica Celeste.

4.5 PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE DEFORMAÇÕES DE ESTRUTURAS A PARTIR DE DESLOCAMENTOS TRIDIMENSIONAIS ADVINDOS DAS TÉCNICAS ESPACIAIS DE POSICIONAMENTO (TEIXEIRA, 2003).

O objetivo principal desta pesquisa consiste em elaborar uma metodologia para análise de deformações de estruturas a partir de deslocamentos tridimensionais advindos das técnicas espaciais de posicionamento.

Dentre os objetivos específicos a serem atingidos cita-se: aplicar o teste global para a verificar a qualidade do ajustamento das observações advindas das técnicas espaciais de posicionamento; aplicar o teste Data Snooping na detecção de erros nas referidas observações; apresentar e aplicar o teste de Sensibilidade na análise de deslocamentos; proceder ao estudo da geometria das deformações; proceder ao estudo dos parâmetros de deformações a partir dos deslocamentos, utilizando como ferramenta o cálculo tensorial e os operadores matemáticos: gradiente e rotacional; utilizar o método de Colocação por Mínimos Quadrados no processo de estimativa dos parâmetro de deformações; estabelecer critérios para escolha da Função Covariância; estimar os parâmetros da Função Covariância analítica pelo método dos Mínimos Quadrados e Utilizar como área teste a rede de monitoramento da região da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, pertencente à Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL).

4.6 ANÁLISES GEOESTATÍSTICAS DE DADOS BATIMÉTRICOS VISANDO A GERAÇÃO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS DE SUPERFÍCIE (SOUZA, 2003).

Ele tem como objetivo realizar estudos e análises geoestatísticas dos dados coletados em levantamentos GPS e batimétricos em diferentes épocas, utilizando diferentes equipamentos e empregando diferentes técnicas, visando à obtenção de modelos tridimensionais precisos no âmbito marinho. Este trabalho esta em fase inicial e até o presente momento foi realizada uma pesquisa quanto ao estudo sistemático de uma metodologia para interpolar e integrar dados GPS usando RNA e realizar um estudo comparativo com o interpolador Inverso do Quadrado de uma Distância, visando a Modelagem Digital do terreno, avaliando e ponderando as diferenças inerentes a cada método. Verificou-se que a RNA tese seu uso indicado, em função da excelente capacidade de treinamento, generalização e integração para os dados de campo testados. Novos testes estão sendo implementados.

4.7 CALIBRAÇÃO DE ANTENAS GPS (FREIBERGER, 2003).

Este trabalho de pesquisa tem por objetivo desenvolver um algoritmo computacional destinado à exploração de observações de calibração em métodos relativos de campo. Nos levantamentos realizados pretende-se empregar simultaneamente uma antena de referência e a antena a ser calibrada, em pequenas distâncias, realizando observações de satélites GPS em períodos de pelo menos 24 horas. Conforme as informações preexistentes do centro de fase da antena de referência, poderão ser gerados tanto valores de calibração relativos como absolutos. Nas observações com maior período de rastreo poderão ser determinados, além do PCO e a PCV dependentes da elevação, a PCV dependente do azimute.

A antena do receptor GPS é uma das fontes de erro que incide nas coordenadas calculadas em virtude do comportamento não-homogêneo do centro de fase eletrônico. Visando aprofundar os estudos sobre estas limitações, procurou-se detectar e avaliar a ordem de grandeza do offset do centro de fase de uma antena geodésica. Realizou-se um experimento de campo, nas dependências do LAGE. Cujo objetivo foi comparar as coordenadas geodésicas de um mesmo ponto, obtidas em seções consecutivas (antes e após a rotação de 180 graus da antena GPS sobre o seu eixo mecânico) a fim de se avaliar o efeito da rotação sobre as coordenadas calculadas e assim estimar o comportamento do centro de fase da antena. Com o auxílio do programa Ashtech Solutions obteve-se as soluções. Os pontos representativos de cada orientação foram plotados em um gráfico de dispersão. Analisando-se a distribuição dos pontos nas direções norte-sul e leste-oeste, nota-se que os deslocamentos são evidentes e podem ser representados por dois vetores transversos. Observa-se que o maior deslocamento planimétrico ocorreu na orientação norte-sul, com 1,4 mm; e a menor 0,8 mm na direção leste-oeste. Estes resultados comprovam o surgimento de uma excentricidade quando a antena é rotacionada de 180 graus sobre seu eixo geométrico.

4.8 ANÁLISE DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E DAS CORREÇÕES DIFERENCIAIS GPS (SOARES,2003).

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um modelo matemático que propicie o uso das correções diferenciais para aplicação do DGPS, em situações onde houver disponibilidade de

poucas estações de referência e separadas por grandes distâncias. Dentre os objetivos específicos a serem alcançados cita-se: desenvolver um sistema computacional que possibilite a gravação e decodificação das mensagens diferenciais, para posterior análise e processamento, no formato RTCM; desenvolver um sistema que permita o envio e o recebimento de arquivos de dados, gravados em meios digitais, por meio de um computador acoplado a um radiomodem; determinar áreas de sombra, que dificultem o contato via rádio entre estações de referência e as estações móveis.

4.9 INTEGRAÇÃO GPS/INS BASEADA EM SISTEMAS MICROELETROME CÂNICOS (MEMS) VISANDO LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS (LIMA, 2002).

Esta pesquisa tem por objetivo geral o desenvolvimento de uma metodologia para a integração GPS/INS utilizando-se de arranjos instrumentais contendo múltiplos sensores inerciais considerados de baixo custo, baseados em Sistemas MicroEletroMecânicos (MEMS), visando levantamentos geodésicos. Como objetivos específicos cita-se: utilizar sensores inerciais com tecnologia MEMS; utilizar arranjo instrumental contendo múltiplos acelerômetros; integração GPS/INS por meio de filtragem apoiada por algoritmo adaptativo; realizar experimentos adicionais em laboratório; elaborar levantamentos de campo visando aplicações geodésicas.

4.10 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA SUAVIZAÇÃO DA PSEUDODISTANCIA (SEJAS,2003).

Verifica-se no Brasil uma carência no desenvolvimento de sistemas para processamento de dados GPS, obrigando aos usuários deste sistema buscarem sistemas criados por empresas do exterior. O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema para a suavização da pseudodistância pela portadora. Desta forma, este trabalho justifica-se pelo fato de poder assegurar o conhecimento de uma parte desta tecnologia para o tratamento de dados GPS. A suavização da pseudodistância é um processo que combina as não ambíguas, porém imprecisas medidas dos códigos, com as ambíguas mas no entanto acuradas medidas de fase das portadoras. Em virtude da precisão obtida com o posicionamento absoluto não ser satisfatória para muitas aplicações, a suavização das pseudodistâncias pela portadora pode vir a suprir esta necessidade de maior acurácia, pois segundo alguns autores, pode-se alcançar precisões entre 0,3 e 3 metros, o que pode ser suficiente para determinadas aplicações, tais como posicionamento de embarcações, de automóveis, entre outros.

4.11 LEVANTAMENTOS CADASTRAIS NA ILHA DO MEL COM O GPS (HOLLER, 2003).

O objetivo geral deste trabalho consiste na realização de levantamentos cadastrais em uma área teste da Ilha do Mel (PR) (Figura 03). A área na qual foi efetuado este levantamento situa-se próxima à região istmo dessa ilha, o qual está sofrendo ações erosivas (Holler, 2003). Desta forma, fica clara a importância de levantamentos desta natureza, pois é uma área que constantemente está sujeita ao impacto ambiental e antrópico. Como objetivos específicos tem-se: avaliar a utilização do método de posicionamento relativo com a técnica "Stop & Go" em uma base curta, o qual na atualidade está sendo mais utilizado em levantamentos cadastrais e no monitoramento ambiental; verificar a qualidade das coordenadas geodésicas obtidas nestes levantamentos mediante uma análise de parâmetros como: Desvios Padrão, RMS, PDOP e número de satélites; organizar as coordenadas obtidas em um banco de dados, no sistema WGS-84, utilizado na coleta em campo de coordenadas geodésicas obtidas por GPS; gerar uma planta topográfica para a região considerando os elementos de interesse; e elaborar um SIG para a área em estudo a partir das feições cadastradas.

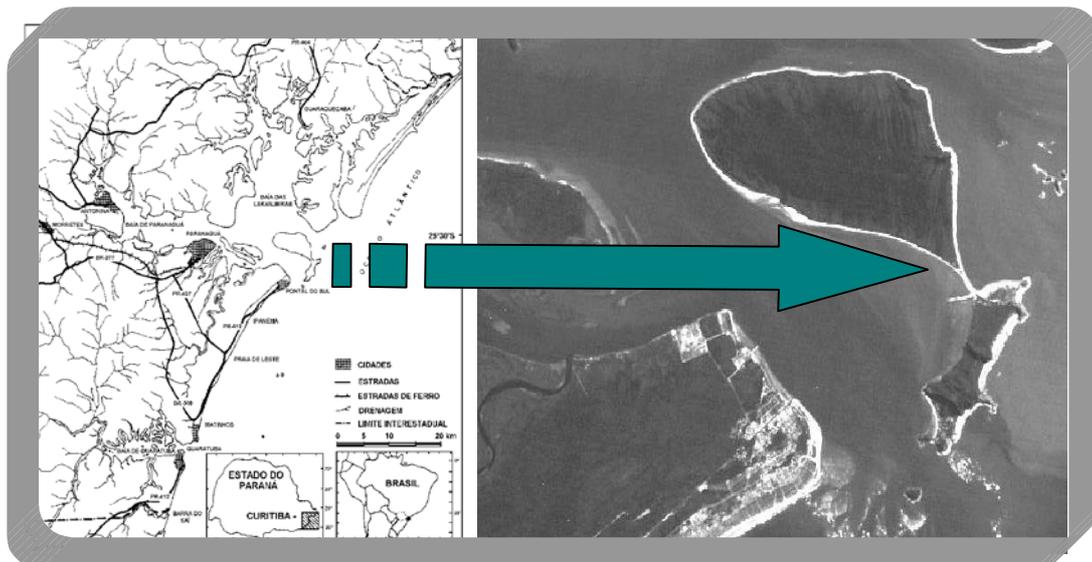


Figura 03 – Área de Estudo - Ilha do Mel.
 Fonte: adaptada de (KRUEGER, et. al., 2002, p. 2)

Dentro da área em estudo, escolheu-se alguns elementos de interesse para figurarem no levantamento cadastral. Instalou-se uma estação de referência no marco CEM2, a qual consistiu de um receptor *Ashtech Z-XII* com portadoras L_1 e L_2 , uma antena geodésica e um computador (386) para descarga dos dados. Os elementos de interesse foram posicionados relativamente com a técnica “*Stop & Go*”.

Cadastraram-se passagens, acessos e as testadas de lotes totalizando 42 pontos levantados. Durante este levantamento foi efetuada também a obtenção de atributos para cada um dos ponto (tipo de edificação, estado de conservação, uso e material) visando o SIG.

Verifica-se que na maioria dos pontos levantados (estações itinerantes) contava-se com uma constelação de 6 a 9 satélites e um valor de PDOP entre 1,5 e 3,0. Verifica-se que 67 % das feições cadastradas estão sendo utilizadas como residencial (particulares) e que são construídas em madeira. Percebe-se que 64% das feições encontram-se em um estado de conservação “Ruim”. Considera-se “Ruim”, neste trabalho, feições onde sua estrutura está amostra e onde visualmente percebe-se um mal estado de conservação. Observa-se que RMS encontra-se aproximadamente entre 3 e 17 cm para as feições levantadas e na tabela 01 pode-se observar que 97% dos elementos cadastrados apresentaram um RMS inferior a 10 cm. De uma forma geral a precisão obtida para todos os pontos foi satisfatória.

Tabela 01 - % de elementos cadastrados e seus respectivos RMS

% de Pontos Cadastrados	RMS(m)
42,86	< 0,05
97,62	< 0,10
100	< 0,16

Fonte: HOLLER (2003)

4.11 ANALISE DOS EFEITOS RELATIVÍSTICOS NOS SATÉLITES NAVSTAR-GPS (CARARO, 2004).

Há uma diferença de potencial gravitacional não negligenciável entre os satélites GPS e os usuários sobre a superfície da Terra. A grande velocidade desses satélites, a rotação da Terra e essa diferença de potencial, combinados com medidas de tempo com precisão de nanossegundos, nos quais está fundamentado o GPS, dão lugar a importantes efeitos relativísticos. Esses efeitos devem ser devidamente avaliados. Nesta pesquisa, é proposto o desenvolvimento de um programa computacional, utilizando um modelo matemático no qual os efeitos relativísticos mais importantes são considerados juntos, a fim de avaliar seu impacto na propagação das orbitas dos satélites GPS.

4.12 RE-EMIÇÃO TÉRMICA DO SATÉLITE NA SOMBRA DA TERRA (MORESKI JR, 2004).

Os efeitos da força térmica devido a radiação do infravermelho da Terra, pode explicar o decaimento orbital observado em satélites de alta altitude. Propõem-se um modelo de decaimento orbital para um

satélite teste, por exemplo, o satélite LAGEOS, durante sua passagem pela sombra da Terra, levando-se em consideração a força total de re-emissão térmica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, M.A.. **Controle da Rede Geodésica Brasileira por meio de satélites do sistema NNSS**, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 1987.
- CAMPOS, M.A. e SEEBER, G. **Posicionamento com GPS no Brasil-Projetos e Resultados**. In Anais do Primeiro Seminário Panamericano de Cartografia, Vol. I, Bogotá, Colômbia, 1988.
- CAMPOS, M.A. et al. **Positioning with GPS in Brazil**. CSTG Bulletin, N^o.10, 1988.
- COSTA, M. **Modelagem da função covariância para a integração de referenciais geodésicos por Colocação**, Universidade Federal do Paraná, Plano de Tese, Seminário de Qualificação do CPGCG, Curitiba, Paraná, 2003.
- DA SILVA, M.M.S. **Avaliação das Recomendações da NBR14.166 com Ênfase ao Posicionamento com o NAVSTAR-GPS**, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2004, 148p.
- DUHA, J. **Modelagem dos Efeitos de RE-emissão Térmica em Satélites Artificiais: LAGEOS e GPS**, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2000, 146p.
- FREIBERGER, J. Jr. **Análise da degradação do posicionamento em tempo real com o emprego do GNRT**. Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2002, 136p.
- FREIBERGER, J. Jr. **Panorama das Metodologias de Calibração Relativa de Antenas de Receptores GPS**, Universidade Federal do Paraná, Seminário apresentado à disciplina de Tópicos Especiais em Geodésia, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2003, 13p.
- GARNES, S.J. dos A **Resolução das Ambigüidades GPS para linhas de base curta: análise dos algoritmos de otimização**, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2000, 204p.
- KRUEGER, C.P. **Posicionamento Cinemático de Trens**, Universidade Federal do Paraná, , Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 1994, 185p.
- KRUEGER, C.P. **Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho**, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 1996, 267p.
- KRUEGER, C.P. et al. **Aplicações do DGPS Preciso em tempo real no âmbito marinho**. In. Anais do CBC, 1997.
- KRUEGER, C.P. **Desenvolvimento de redes de referência locais visando aplicações do GPS de alta precisão em tempo real**. Relatório Final Consolidado dos Resultados (CNPq / DLR), Curitiba, Paraná, 2001, 95p.
- KRUEGER, et al. **Determinação da Linha de Costa na região de Matinhos (PR) através de Diferentes Métodos**. In: Séries em Ciências Geodésicas, E.A. Mitshita,.1 ed., Curitiba, Paraná, Brasil, 2003.
- LAGO, I. F. do. **Integração GPS e GLONASS Aplicada aos Levantamentos Geodésicos**, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2001, .96p.
- LIMA, S. R. de **Sistemas, referenciais e processos associados à integração GPS/INS**, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2000, 140p.
- LIMA, S. R. de. **Integração GPS/INS baseada em sistemas MicroEletroMecânicos (MEMS) visando levantamentos geodésicos**, Universidade Federal do Paraná, Plano de Tese, Seminário de Qualificação do CPGCG, Curitiba, Paraná, 2002, 58p.
- MASSINHAN, J. **Utilização do GPS no Apoio ao Controle Operacional de Veículos Ferroviários**, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 1996.
- PIMENTA, A **Variação da velocidade de rotação da Terra**, Universidade Federal do Paraná, Plano de Tese, Seminário de Qualificação do CPGCG, Curitiba, Paraná, 2003, 32p.
- PRADO, A. do. **Análise da Acurácia e da Correlação Espacial nas Técnicas DGPS e RTK**, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná. 2001.
- SAATKAMP, E.D. **Desenvolvimento e experimentação de um formato para a transmissão de correções DGPS pelo RDS no Brasil**, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2003, 161p.

SEEBER, G. **Some examples of Doppler measurements for control surveys in Latin America.** In Anais do FIG Joint Meeting, Vol. I, Bogotá, Colômbia, 1987.

SILVA, M.M.S. da **Avaliação das recomendações da NBR 14.166 com ênfase ao posicionamento com o NAVSTAR-GPS,** Universidade Federal do Paraná, Plano de Dissertação, Seminário de Qualificação do CPGCG, Curitiba, Paraná, 2003,.54p.

SOUZA, E.C.B. de **Análises temporais de alta precisão utilizando o GPS para avaliação das variações volumétricas ocorridas no istmo da ilha do Mel,** Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2002.

TEDESCO, A. **Estudo da viabilidade do uso integrado de ecobatímetros com dados de sensores remotos para determinação e atualização de mapas batimétricos,** Universidade Federal do Paraná, Plano de Dissertação, Seminário de Qualificação do CPGCG, Curitiba, Paraná, 2002, 76p.

TEIXEIRA, N. N. **Detecção e Análise de Deslocamento Vertical Utilizando o Sistema NAVSTAR-GPS,** Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2001, 112p.