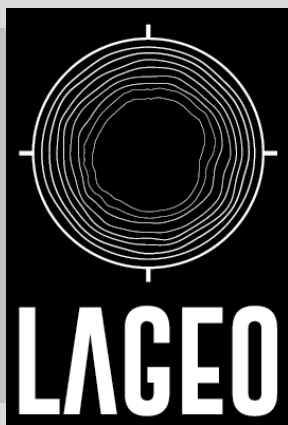


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL



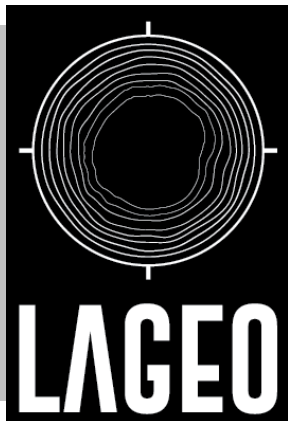
SAPGU 2019

IX SEMINÁRIO ANUAL DE PESQUISAS EM GEODESIA DA UFRGS – 2019
Organização LAGEO – LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM GEODESIA

ANAIS

IGEO
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



SAPGU 2019

IX Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia da UFRGS – 2019
Organização LAGEO – Laboratório de Pesquisas em Geodésia
Porto Alegre, RS 13 de dezembro de 2019

ANAIS

Coordenadores
Gilberto Gagg
Reginaldo Macedonio da Silva

IGEO - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS Porto
Alegre, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Jane Fraga Tutikian

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

S471 Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia da UFRGS (9. : 2019. : Porto Alegre, RS). [Anais] ... / coordenadores: Gilberto Gagg; Reginaldo Macedonio da Silva. – Porto Alegre, RS: IGEO/UFRGS, 2019.

ISBN: 978-85-61424-77-0

1. Geodésia. 2. Cartografia. 3. Território. I. Gagg, Gilberto. II. Silva, Reginaldo Macedonio da. III. Laboratório de Pesquisas em Geodésia – LAGEO. IV. Título.

CDU 528(063)

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

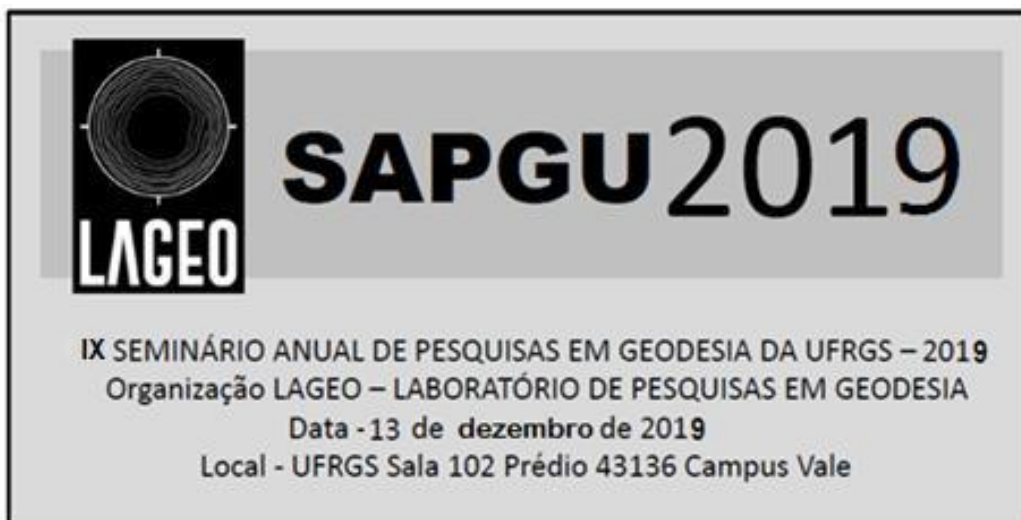
Renata Cristina Grun

CRB 10/1113

PREFÁCIO

O SAPGU – Seminário Anual de Pesquisas em Geodesia da UFRGS tem como objetivo incentivar a divulgação de pesquisas desenvolvidas pelos professores na área de Geodesia. Nesta sua 9ª edição, além da área de Geodesia, contempla artigos nas áreas de Cartografia, e de Processos que envolvem a Reforma Curricular do Curso de Engenharia Cartográfica.

Os conteúdos dos artigos foram revisados pelos respectivos professores orientadores. Sendo assim, os artigos publicados são de inteira responsabilidade dos respectivos autores. As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista dos editores.



SUMÁRIO

MONITORAMENTO DO NÍVEL DO MAR COM SENSOR GPS/GNSS REFLETOMÉTRICO EXPERIMENTAL – TESTES INICIAIS NO RIO GUAÍBA	07
<i>Manuela A. R. Fagundes, Felipe Geremia-Nievinski</i>	
REFLETOMETRIA GNSS: TESTES DE UMA MATRIZ VERTICAL DE SENSORES	08
<i>Maurício Kenji Yamawaki, Felipe Geremia-Nievinski</i>	
SUPORE À REFORMA CURRICULAR NA ENGENHARIA CARTOGRÁFICA	09
<i>Katherine G. Rosso, Felipe Geremia Nievinski</i>	
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE REFLETOMETRIA GPS	10
<i>Iuri M. Tinti, Felipe Geremia Nievinski</i>	
VERIFICAÇÃO DAS DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OS MAPEAMENTOS DE REFERÊNCIA E, ESCALAS GRANDES DAS ÁREAS URBANAS DO ESTADO DO PARANÁ E DA CIDADE DE PORTO ALEGRE	11
<i>Davi S. Mücke</i>	
MAPEAMENTO POR MICROONDAS UTILIZANDO RADAR INTERFEROMÉTRICO DE ABERTURA SINTÉTICA (INSAR) AEROTRANSPORTADO – UMA EXPERIÊNCIA NA VENEZUELA	12
<i>Reginaldo Macedonio da Silva</i>	
ALTERNATIVAS DE MONUMENTAÇÃO GEODÉSICA PARA CONTROLE VERTICAL DE MARÉGRAFOS	13
<i>Douglas Leipelt e Felipe Geremia Nievinski</i>	
EFEITO DA CURVATURA TERRESTRE NA REFLETOMETRIA GPS/GNSS	14
<i>Vitor H. Almeida Junior, Marcelo T. Matsuoka, Felipe Geremia Nievinski</i>	

Programação SAPGU2019 – 13/12/2019

Local sala 102 prédio 43136 – Campus do Vale – UFRGS

18h25min – 18h30min – **Abertura**

18h30min – 18h45min – **Monitoramento do nível do mar com sensor GPS/GNSS refletométrico experimental – Testes iniciais no Rio Guaíba - M. A. R. Fagundes¹, F. Geremia-Nievinski²**

18h45min – 19h00min – **Refletometria GNSS: Testes de uma matriz vertical de sensores - M. K. Yamawaki¹, F. Geremia-Nievinski²**

19h00min – 19h15min – **Suporte à reforma curricular na Engenharia Cartográfica - K. G. Rosso¹, F. Geremia Nievinski²**

19h15min – 19h30min – **Desenvolvimento de software para estações maregráficas através da técnica de Refletometria GPS. - I. M. Tinti¹, F. Geremia Nievinski²**

19h30min – 19h45min – **Verificação das diferenças e semelhanças entre os mapeamentos de referência e, escalas grandes das áreas urbanas do estado do Paraná e da cidade de Porto Alegre - D. S. Mücke**

19h50min – 20h10min – **Coffee-Break**

20h15min – 20h30min – **Mapeamento por microondas utilizando radar interferométrico de abertura sintética (InSAR) aerotransportado – uma experiência na Venezuela. - R. M. da Silva**

20h30min – 20h45min – **Alternativas de monumentação geodésica para controle vertical de marégrafos - D. B. Leipelt, F. Geremia Nievinski**

20h45min – 21h00min – **Efeito da curvatura terrestre na Refletometria GPS/GNSS - V. H. Almeida Junior, M. T. Matsuoka, F. Geremia Nievinski**

Encerramento

Monitoramento do nível do mar com sensor GPS/GNSS refletométrico experimental – Testes iniciais no Rio Guaíba

M. A. R. Fagundes¹, F. Geremia-Nievinski²

¹ Bolsista Capes, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul ; Laboratório de Modelagem Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (manuella.fagundes@ufrgs.br)

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipe.nievinski@ufrgs.br)

Monitorar o nível do mar é fundamental devido à presença de mudanças climáticas que acentuam a ocorrência de eventos oceanográficos considerados críticos. Estes, por sua vez, causam situações atípicas que podem ser frequentemente observadas, afetando tanto a população que vive próximo à costa quanto provocando prejuízos econômicos. O monitoramento de nível dos mares tornou-se uma atividade primordial que recebe atenção de órgãos das esferas federal, estadual e municipal. Reporta-se aqui o desenvolvimento de um sensor terrestre para altimetria a curta distância, baseado na técnica de Refletometria com Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS-R), como o GPS americano e outros sistemas semelhantes. Trata-se de uma forma de sensoriamento remoto passivo que explora reflexões fortuitas das ondas de rádio transmitidas por satélites GPS/GNSS que atingem a superfície do mar, e são recebidas pela antena do receptor. Almeja-se com isso fornecer mais dados como subsídio para densificar a rede nacional de monitoramento maregráfica. Demonstrações realizadas mundialmente utilizaram equipamentos geodésicos, de alto custo para medir o nível do mar. Desenvolveu-se para esta aplicação um sensor experimental, de hardware aberto e de baixo custo. Na fabricação do protótipo incluímos dispositivos capazes de gravar os dados em cartão de memória, alimentar energeticamente através de painéis solares e suportar mecanicamente a antena. Reportamos aqui testes iniciais do sensor junto ao Rio Guaíba. O sensor foi testado preliminarmente em março de 2018 e instalado permanentemente desde outubro de 2018. O mesmo opera de forma ininterrupta há um ano, resistindo às condições climáticas sem apresentar danificações. O dispositivo está localizado no Cais Mauá, há uma distância de aproximadamente dez metros de um linígrafo por radar (marca Campbell Scientific e modelo CS475A), pertencente à Secretaria Estadual do Meio Ambiente. O processamento dos dados coletados foi realizado no software Matlab, onde algoritmos de inversão foram utilizados para calcular automaticamente o nível da água. Após a aquisição da série temporal, realizaram-se análises estatísticas através da comparação entre as séries temporais do linígrafo por radar e da estação refletométrica experimental. Os resultados preliminares apresentaram a melhor acurácia quando se utilizou no algoritmo o padrão de ganho fornecido pelo fabricante. Algumas filtragens foram aplicadas, e também um descarte de resíduos anômalos com valores maiores do que três vezes o valor do desvio padrão, fornecendo intervalo de confiança de 99%. Até o momento, a comparação entre os dados no período de outubro de 2018 a setembro de 2019 resultou em uma correlação de 0,96 e RMS de 5,9 cm. O coeficiente angular da reta que melhor se ajusta aos dados é 0,9099 m/m e o coeficiente linear é de 0,0874 m. Cabe ressaltar que a série temporal do linígrafo apresentou falhas no período, gerando lacunas semanais. As estatísticas mostram que o equipamento experimental apresenta uma nova perspectiva para a medição do nível do mar, com baixo custo. A precisão precisa ser aprimorada quando comparada ao medidor de radar, mas espera-se aumentar a acurácia dos resultados em trabalhos futuros. O sensor é disponibilizado gratuitamente para que os pesquisadores possam reproduzi-lo, diminuindo as barreiras para o GNSS-R baseado em SNR. O equipamento apresenta uma alternativa para o monitoramento do nível da água que facilitará a aquisição de dados ao longo da costa, e será capaz de diminuir lacunas observacionais.

Palavras-chave: GNSS-R, Medição do nível dos rios, dispositivo experimental.

Refletometria GNSS: Testes de uma matriz vertical de sensores

M. K. Yamawaki¹, F. Geremia-Nievinski²

¹ Bolsista Capes, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Modelagem Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (kenji.yamawaki@gmail.com)

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Modelagem Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipe.nievinski@ufrgs.br)

Medições do nível do mar são essenciais para estudos climáticos. Infelizmente, as estações maregráficas não são numerosas no hemisfério sul da Terra. O sensoriamento remoto desponta como uma alternativa. Por exemplo, em alto-mar, são usados satélites altímetros. Já na região costeira, a Refletometria via GPS e outros GNSS (Global Navigation Satellite Systems, GNSS-R) é um método eficiente de medição do nível do mar. Para medições via GNSS-R, foi notado que a solução via análise do SNR (Signal to Noise Ratio) é a que melhor se adapta para casos onde não há infraestrutura necessária para maregrafia tradicional. Infelizmente, um dos pontos fracos do GNSS-R baseado em SNR é o tempo necessário para obtenção de resultados, que pode levar algumas horas, dependendo de como os satélites nascem e se põem no céu. Para aumentar a quantidade de observações diárias pode ser usada mais de uma constelação (GLONASS, GALILEO, BEIDOU, etc.). Em estudos anteriores foi demonstrado que, introduzindo uma variação intencional de altura da antena GNSS, é possível acelerar a estimativa altimétrica de uma superfície refletida com precisão centimétrica em um período de observação de 10 minutos. Esta metodologia necessita de uma etapa de calibração antes da realização do levantamento. Embora a metodologia tenha se mostrado eficiente, o movimento manual durante a calibração é um limitador de sua aplicabilidade. Investigamos a aplicação de movimento automático na antena, eliminando incoerências causadas pelo movimento manual. Com isto, foi aplicado um motor para gerar movimento vertical cíclico à antena, com frequência em amplitude conhecidas, possibilitando introdução de variáveis conhecidas ao cálculo da refletometria. Antes das análises com dados reais, foram realizadas simulações para comprovação do funcionamento da metodologia em ambiente controlado. Os dados simulados indicaram a solução GNSS-R com esta metodologia em intervalos por volta de 5 minutos. Para verificação da técnica, foram realizados vários experimentos no Campus do Vle da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre (RS). Para melhor visibilidade dos satélites, o rastreamento foi realizado em uma área descampada, com relativamente pouca cobertura do horizonte (causada pela vegetação e as edificações). O SNR do rastreamento apresentou elemento de frequência causado pela oscilação de varredura do mecanismo. Devido ao curto tempo de rastreamento e obstáculos para o sinal dos satélites, foi possível apenas recuperar alturas para os satélites 09 e 19 da constelação GPS. Os resultados obtidos apresentam uma diferença na ordem de 10 cm da medição topográfica; esta diferença pode ser devido ao erro causado pelas propriedades do material refletido e ao erro de refração atmosférica, que não foram considerados para este experimento. A metodologia mostrou-se interessante para obtenção de medições de altura via GNSS-R baseado em SNR. Serão apresentados resultados de experimentos mais recentes. Em trabalhos futuros se espera produzir uma solução de movimento virtual de antenas, eliminando movimentação mecânica do dispositivo, tornando-o mais robusto para levantamentos de longos períodos de tempo.

Palavras-chave: GNSS, Refletometria.

Suporte à reforma curricular na Engenharia Cartográfica

K. G. Rosso¹, F. Geremia Nievinski²

¹ Bolsista PIBIC/CNPQ, Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Cartográfica; Laboratório de Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (katarosso@gmail.com)

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Modelagem Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipe.nievinski@ufrgs.br)

Perante a tendência de unificação dos cursos de Engenharia Cartográfica e de Engenharia de Agrimensura no Brasil e a necessidade de profissionais qualificados para atender a demanda da população, viu-se a imprescindibilidade da reforma curricular do curso oferecido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Além de incluir novos conteúdos, a reforma curricular oferece a oportunidade de introduzir medidas mitigatórias contra a evasão discente, visto que os alunos do curso possuem um perfil vulnerável, pois são na sua maioria trabalhadores em turno integral, possuindo apenas o turno noturno para dedicação ao curso. Foi feito o desenvolvimento de uma grade horária para que o aluno consiga concluir as disciplinas obrigatórias e eletivas no turno indicado do curso. Foi observado os encargos dos docentes, além da disponibilidade de espaços de ensino com computadores e a capacidade dos outros departamentos da Universidade de oferecer disciplinas nos dias e horários propostos. A concepção da nova grade curricular ampliou a duração do curso, passando de dez para onze semestres (5,5 anos) o que abriu espaço para realização dos créditos eletivos obrigatórios do curso no período da noite e ao mesmo tempo permitindo a transferência das aulas aos sábados pela manhã para os dias de semana. O foco foi manter as cadeiras de formação básica nas segundas, quartas e sextas nos primeiros quatro semestres, preservando, sempre que possível, as disciplinas de formação específica e profissionalizante no mesmo dia da semana das disciplinas liberadoras, respeitando a carga horária de cada professor, além da disponibilidade de salas de aulas. Foram inseridas novas disciplinas específicas obrigatórias, como Princípios de Geoestatística e Bancos de Dados Geográficos, que já estavam presentes no currículo como eletivas, além da antecipação de disciplinas específicas da área de Cartografia e Geodesia, de modo que o discente possua contato com estes assuntos nos anos iniciais do curso. As duas disciplinas de Astronomia Geodésica tiveram seus conteúdos condensados em uma única, de modo que o aluno verá a teoria e a prática em um único semestre. Já a área da Fotogrametria contará com três créditos de campo na disciplina de Fotogrametria C, fazendo com que o discente possua também, além do conhecimento de softwares, a experiência prática. As disciplinas de Física foram antecipadas e reorganizadas de modo que os conteúdos relevantes para o Engenheiro Cartógrafo, que estavam dispersos em duas disciplinas (Física III-C e Física IV-C), sejam apresentados em uma única disciplina (Física III-D). Departamentos que possuem limitações de horários, como o Departamento de Matemática Pura e Aplicada e o Departamento de Informática Aplicada, não oferecer Álgebra Linear I-A e Introdução à Programação na modalidade de Ensino à Distância (EAD). Esta proposta foi encaminhada, faltando apenas a aprovação em mais duas etapas do processo junto a UFRGS para que o currículo seja implementado no primeiro semestre de 2020. Como é desejo que futuramente o discente também saia com atribuições de Engenheiro Agrimensor, está sendo feita uma proposta para incluir as disciplinas de Agrimensura Legal, Agrimensura Geométrica e correlatas nos próximos semestres. Serão apresentadas novas propostas de grades horárias para a Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da UFRGS.

Palavras-chave: currículo, agrimensura, cartografia, engenharia

Desenvolvimento de software para estações maregráficas através da técnica de Refletometria GPS.

I. M. Tinti¹, F. Geremia Nievinski²

¹ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Modelagem Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodrsia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (iuri.tinti@inf.ufrgs.br)

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Modelagem Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipe.nievinski@ufrgs.br)

Atualmente, as estações maregráficas possuem uma série de restrições, uma vez que são dispendiosas, exigem manutenção frequente e podem sofrer recalque na sua estrutura de suporte, ocasionando incertezas de medições. Infelizmente são insuficientes para formar uma rede global para monitoramento do nível do mar. Tarefa que por ser demasiado complexa, deve, e possivelmente só será alcançada com uma iniciativa de monitoramento cidadão. A finalidade do projeto é desenvolver um equipamento maregráfico que seja acessível e fácil de usar, porém sem perder a qualidade. No presente trabalho, realizamos o desenvolvimento de software e hardware como suporte ao projeto acima. Foi utilizado microcontrolador Adafruit Feather, o qual executa o sistema Arduino. Em software, foi feita a programação do código embarcado necessário para gravar os dados a serem estudados, ou seja, um *logger*, sistema que recebe e salva os dados GNSS em um cartão de memória SD de forma estruturada e organizada em arquivos de data e hora correspondentes ao momento da coleta. Foi feito um aperfeiçoamento na funcionalidade do código de acordo com as necessidades da pesquisa, como formatação organização dos dados. Depois fizemos uma análise observando se modificações no código alteravam o consumo de energia da placa. O processo se estendeu de forma iterativa até que obtivéssemos a versão final e estável do código. Tendo a versão final, passamos a testar o dispositivo para verificar se as dimensões da bateria e painel solar estavam corretas, uma vez que a ideia é o sistema ser autossuficiente em energia. Após algumas semanas de observação do consumo pudemos definir qual era o consumo médio do sistema e quais seriam as condições mínimas de funcionamento (dimensão da bateria e painel solar). Finalizado com o microcontrolador Adafruit Feather, passamos a trabalhar com um modelo diferente, de outro fabricante, o microcontrolador Navspark. Os objetivos são os mesmos da placa anterior, porém o custo deste é menor, seguindo o propósito do projeto de criar um dispositivo de baixo custo. Foi necessário pesquisar e entender como funciona para então poder usar seus recursos, o que demandou um grande tempo. Ainda, houve o problema de que a Navspark possui um modelo de placa de baixo custo, que não havia documentação informando sobre como se usar tal modelo com um cartão SD. Foi um grande desafio para se descobrir como a forma correta para se usar. Após conseguir, disponibilizamos nossa descoberta na Internet para a comunidade de forma que possa auxiliar outros pesquisadores que desejam utilizar o dispositivo.

Palavras-chave: Estação maregráfica, refletometria, arduino, navspark.

Verificação das Diferenças e Semelhanças entre os Mapeamentos de Referência em Escalas Grandes das Áreas Urbanas do Estado do Paraná e da Cidade de Porto Alegre-RS

D. S. Mücke^{1,2}

¹ Laboratório de Modelagem Ricardo Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, IGEO/UFRGS

² Bolsista FAPERGS, Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Cartográfica (davimucke@gmail.com)

Este trabalho tem como objetivo verificar a compatibilidade do mapeamento de referência das áreas urbanas de Porto Alegre/RS e do Estado do Paraná. O mapeamento topográfico brasileiro, além de estar desatualizado e incompleto, passa por uma realidade que é a falta de uma padronização na nomenclatura, classificação e definição das feições para as escalas grandes (1:1.000; 1:2.000; 1:5.000 e 1:10.000), necessárias para os mapeamentos de ocupações urbanas. Devido à falta de uma norma específica para a representação cartográfica em escalas grandes, foram buscados mapeamentos de diferentes locais com características do ambiente representado distintas, para se conhecer as soluções cartográficas para diferentes cidades. Nesta pesquisa foi utilizado o mapeamento do Estado do Paraná e o da cidade de Porto Alegre. A metodologia adotada envolveu o estudo sobre o mapeamento topográfico das áreas urbanas, suas soluções visuais, e a comparação entre as feições representadas nos mapeamentos estudados. Para chegar-se aos resultados passou-se por algumas etapas, que, de forma ordenada e orientada, fizeram com que se obtivessem os resultados esperados. Entre as etapas da metodologia deste trabalho, incluiu-se a busca pelos dados dos mapeamentos das regiões comparadas e a análise dos dados, que se encontravam organizados em uma planilha referente ao mapeamento das cidades do estado do Paraná, e em forma de camadas de informação do mapeamento da cidade de Porto Alegre. Assim sendo foi necessário utilizar-se de um *software* para a visualização das informações representadas no mapeamento de Porto Alegre, além da criação e preenchimento de uma planilha comparativa entre estes mapeamentos. Entre os resultados, foram observadas diferenças na classificação das feições do mapeamento realizado no Estado do Paraná, com o da cidade de Porto Alegre. As diferenças detectadas dizem respeito à nomenclatura das feições, existência de feições em uma região que não são representadas na outra, além de distinções na definição de alguns aspectos do mapeamento, tais como se um elemento é uma feição ou classe de feições. Após a realização da análise e comparação das feições do mapeamento topográfico realizado no estado do Paraná e na cidade de Porto Alegre - RS observou-se dissimilaridades em suas terminologias. Pôde-se observar a possibilidade da influência da variação linguística nas diferenças em nomenclatura de uma mesma feição representada no mapeamento do estado do Paraná e da cidade de Porto Alegre. Ao se realizar esta pesquisa pode-se atestar que a ausência de uma padronização específica no mapeamento topográfico brasileiro para as escalas grandes, traz como consequência dificuldades para o entendimento de parte das representações das feições do mapeamento, e essas diferenças visualizadas entre os mapeamentos analisados, faz com que se tenha a proposição de que, com uma regulamentação e/ou padronização na representação de cartas topográficas, possa-se ter um mapeamento de fácil entendimento para o cidadão brasileiro. Para que a proposição das convenções cartográficas para o mapeamento topográfico em escalas grandes para as cidades brasileiras considere a influência das diferenças linguísticas nos mapeamentos topográficos em escala grande, este deve ser tópico de pesquisas futuras.

Palavras-chave: Mapeamento de Referência, Mapeamento Topográfico, Padronização.

Mapeamento por microondas utilizando radar interferométrico de abertura sintética (InSAR) aerotransportado – uma experiência na Venezuela.

R. M. da Silva¹

¹ Departamento de Geodesia, IGEO/UFRGS (macedoniors@ufrgs.br)

A utilização de sensores orbitais para mapeamento de florestas é muito aplicado por diversos países, tendo como objetivo o monitoramento e a fiscalização de áreas com cobertura vegetal. Porém, a maioria dos sensores orbitais utilizam-se de ondas eletromagnéticas para aquisição das imagens. A onda eletromagnética tem como obstáculo, na aquisição das imagens, a influência de nuvens, pois em regiões onde há muita presença delas não é possível obter o imageamento do que está abaixo. Assim, uma das soluções para esse problema é trabalhar com sensores que utilizam microondas, por meio de radar interferométrico de abertura sintética (InSAR), onde a frequência utilizada no imageamento é capaz de ultrapassar a camada das nuvens. Existem diversas frequências e comprimentos de ondas utilizados por radares aerotransportados, dentre eles podemos citar a Banda X, com comprimento variando de 2,4 a 3,8 cm e frequência entre 12,5 a 8 GHz, e também, a Banda P com comprimento variando entre 75 e 133 cm e frequência entre 225 e 400 MHz, com objetivos específicos para cada uma delas, sendo que a Banda P, cuja energia transmitida em pequenos ângulos de incidência, faz uma trajetória menor, aumentando a transmissividade e levando mais energia para interagir com a superfície, o que permite penetrar entre a vegetação e chegar até a superfície do solo, gerando assim, um modelo digital de terreno (MDT), enquanto que na Banda X, de menor transmissividade atinge somente a superfície das árvores, e nesse caso, permite gerar um modelo digital de superfície (MDS). Portanto, diante da situação exposta o trabalho teve como objetivo mapear dois estados da Venezuela (Estado Bolívar e Delta Amacuro), abrangendo uma área de aproximadamente 263.000 km², cobrindo um terço do país. Dentre as áreas mapeadas tem-se uma área com cobertura vegetal de floresta amazônica, conhecido na Venezuela como Bioma Selva, com predominância da presença de nuvem em quase todo o ano. Para execução do trabalho foram utilizados radar ORBISAR-1 com Bandas X e P, *corners reflectors* (refletores de canto) instalados no campo para controle de atenuação das antenas do radar, além de permitir o controle cartográfico das coordenadas, avião Turbo Commander, plataforma inercial para controle da movimentação do avião, GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e sistemas para transcrição e processamento dos dados, por meio de *software* de InSAR desenvolvido pela empresa responsável pelo mapeamento. A faixa de imageamento para cada *trekking* foi de 14 quilômetros, com uma altura de voo de 23.000 pés. Para a execução do levantamento aéreo foi necessário à implantação de pontos GNSS nos aeroportos, onde foram rastreados por 4 horas e georreferenciados à rede geodésica da Venezuela. Esses pontos rastreados foram utilizados para correção diferencial das coordenadas do avião, bem como, para integração com os dados da plataforma inercial, que foi instalada no bagageiro do avião preza ao *beam* das antenas do radar. Também, foi necessário o rastreamento de pontos de controle para instalação dos *corners reflectors*. Como produto final foram gerados 518 cartas topográficas com ortoimagem radar na escala de 1:50.000, sendo obtidos também, o modelo digital de terreno (MDT - Banda P), além do modelo digital de superfície (MDS - Banda X) da área mapeada. Além disto, pode-se citar que, na execução do trabalho de campo, observou-se uma grande quantidade de nuvens durante a aquisição dos dados, mas elas não representaram obstrução para obtenção das ortoimagens radar, porque a frequência utilizada nas antenas do radar estava na faixa das microondas, comprovando na prática, a sua eficiência para mapear áreas com cobertura de nuvens.

Palavras-chave: Radar, Aerotransportado, MDT

Alternativas de monumentação geodésica para controle vertical de marégrafos

D. B. Leipelt¹, F. Geremia Nievinski²

¹ Bolsista de IC-CNPQ, Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Cartográfica; Laboratório de Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (douglas.leipelt@ufrgs.br)

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório de Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipe.nievinski@ufrgs.br)

Estudos das mudanças climáticas apontam para um inequívoco aumento do nível médio dos mares globalmente. Os marégrafos instalados em plataformas para determinar este aumento devem ser constantemente aferidos, visto que sofrem interferências externas e com deformações estruturais (como soerguimento ou rebaixamento da crosta terrestre, recalque do píer, etc.), além de problemas relacionados aos erros instrumentais. Sendo assim, a monumentação não deve se somar a estes fatores, evitando se tornar mais uma fonte de erros. Dessa forma, instrumentos como da Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG), mantida pelo IBGE, necessitam de controle geodésico. Técnicas como GPS e outros GNSS permitem controlar a possibilidade de que estas discrepâncias estruturais ou crustais sejam interpretadas erroneamente como alterações no nível médio do mar. A monumentação da antena merece a atenção devida, para que não incorra em incertezas adicionais. Logo, se justifica a necessidade da correta implantação de monumentos geodésicos, principalmente em plataformas que avançam sobre o mar, sofrendo mais ainda com as intempéries. Avaliamos a criação de monumentos fiáveis, com base em modelos da UNAVCO (antigamente denominada University Navstar Consortium), porém mais baratos. Observando sua futura implantação, consideramos também os materiais e métodos a serem praticados na sua execução, obtendo boas perspectivas nas criações destes modelos.

Palavras-chave: Monumentação, baixo custo, nível médio dos mares.

Efeito da curvatura terrestre na Refletometria GPS/GNSS

V. H. Almeida Junior¹, M. T. Matsuoka², F. Geremia Nievinski³

¹ Bolsista Capes, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (vitorhugo.jr@hotmail.com)

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, UFRGS; Universidade Federal de Uberlândia, Campus de Monte Carmelo (tomiomatsuoka@gmail.com)

³ Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Laboratório Ricardo Norberto Ayup Zouain, Departamento de Geodesia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (felipe.nievinski@ufrgs.br)

O nível médio dos mares (NMM) vem aumentando gradativamente em detrimento de mudanças climáticas de nível mundial. A média global do nível médio dos mares aponta a subida deste, mas, as variabilidades dos mares em torno do globo terrestre apresentam-se tanto com subida como queda de NMM, de magnitudes diferentes. O conhecimento sobre o estado do NMM é muito importante para zonas costeiras, visto que são áreas que sofrem maior impacto com as variações altimétricas dos mares, sendo necessária a realização de medições e monitoramento do NMM. Assim, a refletometria GNSS (GNSS-R) desponta como uma solução alternativa aos métodos convencionais, sendo uma técnica de sensoriamento remoto que usa ondas de rádio contínuas provindos de satélites GNSS que refletem na superfície terrestre. A partir da comparação da onda refletida em relação à onda que chega diretamente ao receptor GNSS, é possível determinar a altimetria da superfície refletora. Os receptores usados em GNSS-R são dispostos nas costas litorâneas e, em muitos casos, sobre estruturas altas como faróis e falésias. Esta configuração de altura de receptor, em função do ângulo de visada do satélite, aumenta a distância entre o receptor e o ponto de reflexão, permitindo obter informação do NMM a maiores distâncias, mas pode agregar erros advindos da curvatura terrestre na determinação destes pontos de reflexão. Essa determinação é feita sobre um modelo de superfície usado para se obter o atraso de propagação da onda refletida em relação a onda direta, a partir da qual será obtida a altimetria. Em geral, o modelo de superfície adotado é o plano tangente ao elipsoide diretamente abaixo do receptor GNSS-R. Por outro lado, uma opção de modelo de superfície também utilizado GNSS-R é o esférico osculante ao elipsoide, sendo um modelo mais complexo que o modelo plano, porém mais simples que a utilização do elipsoide. O emprego do modelo esférico osculante oferece a determinação da posição do ponto de reflexão com maior acurácia por modelar a curvatura terrestre; mas este modelo é menos adotado em estações terrestres por sua complexidade matemática e computacional superior ao modelo plano. Assim, este estudo averiguou os limites para os quais o efeito da curvatura terrestre em GNSS-R é significativo para observações do NMM, em contraposição ao modelo plano. Tendo em vista que o distanciamento do ponto de reflexão em relação ao receptor depende da configuração de altura de receptor e ângulo de elevação do satélite, os modelos foram comparados a partir de simulações em Matlab com base em variações nessas duas variáveis, sendo que se simulou a altura do receptor com variação de 10 m a 1000 m e o ângulo de elevação variou-se de 10° a 90° (zênite). A partir dessa comparação, foram obtidas diferenças para a posição do ponto de reflexão, nos seus eixos horizontal (x) e vertical (y), e para o atraso de propagação. Com base no comportamento do erro nestas variáveis, modelou-se uma correção para a curvatura terrestre aplicando-se a derivada das diferenças do atraso de propagação entre os modelos em função do seno dos ângulos de elevação. No que tange ao posicionamento do ponto de reflexão, os modelos esférico e plano mostram diferenças na determinação do ponto de reflexão quando este se distancia mais aproximadamente 560 m do receptor. O aumento da distância do ponto de reflexão é dado em função do aumento da altura do receptor e redução do ângulo de elevação e, dessa forma, os piores cenários das diferenças são dados aos 1000 m de altura e 10° de elevação. Nessa configuração, o eixo horizontal (x) apresentou diferenças entre os modelos de -46 m. O sinal negativo dessa diferença aponta que a curvatura terrestre aproxima o ponto de reflexão, pois o valor encontrado para esta componente é menor no modelo esférico do que no plano. Já no eixo vertical (y) encontrou-se a diferença de -2,5 m, apontando que o ponto de reflexão é rebaixado 2,5 m no modelo esférico em detrimento da curvatura terrestre. Este erro no posicionamento do ponto de reflexão afeta positivamente o atraso de propagação, pois o mesmo é aumentado. Já aos 1000 m e 10° de elevação, o atraso de propagação é aumentado em quase 1 m e, a partir de 100 m e 10° de elevação, este atraso já possui diferenças de 1 cm entre os modelos. Quando aplicada a equação de correção da curvatura nessas diferenças do atraso de propagação, verificou-se que os erros provenientes da curvatura terrestre são maiores que 1 cm a partir de 50 m e 10° de elevação e aos 200 m a correção da curvatura é maior 1cm independente do ângulo de elevação. Além disso, a correção ultrapassa 1 m aos 600 m de altura e 10° de elevação e aos 1000 m e 10° de elevação, esta correção é de 2,5 m. Portanto, nota-se que o efeito é crescente na direção dos menores ângulos de elevação e maiores alturas. Demonstrou-se também que o efeito da curvatura terrestre, para um limiar de 1cm, não é desprezível já para receptores a aproximadamente 50 m de altura e que, aos 600 m de altura, a correção altimétrica em medições GNSS-R pode chegar a 2,5 m aos 1000 m de altura.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, GNSS-R, Nível médio do mar, Modelo de superfície.