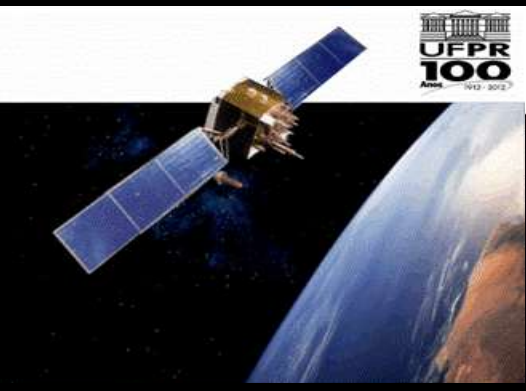
VII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas

Departamento de Geomática | Setor de Ciências da Terra



ANAIS DO EVENTO

ADMINISTRAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Reitor
Zaki Akel Sobrinho

Diretor do Setor de Ciências da Terra
Donizeti Antonio Giusti

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Jorge Antonio Silva Centeno

COMISSÃO ORGANIZADORA – DOCENTES

Alvaro Muriel Lima Machado
Henrique Firkowski
Jorge Antonio Silva Centeno
Luciene Stamato Delazari
Luiz Danilo Ferreira Damasceno
Maria Cecília Bonato Brandalize
Regiane Dalazoana

COMISSÃO CIENTÍFICA

Admilson da Penha Pacheco (UFPE)
Andrea Lopes Iescheck (UFRGS)
Andréia de Seixas (UFPE)
Antonio Maria Garcia Tommaselli (UNESP –PP)
Cláudia Pereira Krueger (UFPR)
Cláudia Robbi Sluter (UFPR)
Daniel Rodrigues dos Santos (UFPR)
Edmur Azevedo Pugliesi (UNESP –PP)
Edson Aparecido Mitishita (UFPR)
Henrique Firkowski (UFPR)
João Francisco Galera Mônico(UNESP –PP)
Jorge Antonio Silva Centeno (UFPR)
Leonardo Castro de Oliveira (IME)
Maria Cecilia B. Brandalize (UFPR)
Mônica Decanini (UNESP –PP)
Silvio Rogério de Freitas (UFPR)

APRESENTAÇÃO

O Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná realiza de 11 a 15 de setembro de 2011 o VII COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS.

Nesta sétima edição do evento, com o tema A INTERDISCIPLINARIDADE NAS CIÊNCIAS GEODÉSICAS, busca-se consolidar o Colóquio como um espaço democrático para a troca de idéias e discussões de temas atuais na Comunidade de Ciências Geodésicas, enfocando avanços nas áreas de Geodésia, Levantamentos, Cartografia, Sistemas de Informações Geográficas, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto.

O evento contou com 04 conferências, 27 apresentações orais e 170 pôsteres. Na seqüência apresentam-se os títulos das conferências ministradas pelos convidados:

Prof. Dr. Bernhard Heck - World High System in Geodetic Science
Prof. Dr Mwafag S. Ghanma - State of the Art of Geomatics Techniques in Civil Engineering Applications
Prof. Dr. François Lecordix - A infra-estrutura de dados espaciais da França e sua relação com o mapeamento topográfico francês.
Prof. Dr. Uwe Weidner - State of the art of Hyperspectral Remote Sensing.

É neste espaço, voltado às discussões técnico-científicas, que o Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas se posiciona. A participação de conferencistas estrangeiros com reconhecido conhecimento científico busca promover a integração das instituições de ensino e pesquisa nacionais com as instituições estrangeiras.

Procuramos manter os princípios que nortearam a criação do Colóquio: um espaço para a troca de ideias, informações e experiências, voltado para a pesquisa em Ciências Geodésicas.

SUMÁRIO

CARTOGRAFIA E SIG

AVALIAÇÃO DA SIMBOLOGIA PICTÓRICA NA COMPREENSÃO DE MAPAS TURÍSTICOS

AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICAPARA CARTOGRAFIA CADASTRAL URBANA

OS OPERADORES DE SUAVIZAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO NO PROCESSO DE GENERALIZAÇÃO GEOMÉTRICA DAS FEIÇÕES CARTOGRÁFICAS HIDROGRAFIA E ÁREA URBANA NAS CARTAS CONVENCIONAIS BRASILEIRAS

METODOLOGIA PARA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICADE BASE DE DADOS PARA MAPEAMENTO BÁSICO URBANO

A PARCELA CADASTRAL E A I FRAESTRUTURA DE DADOSESPACIAIS

O ESTADO DA ARTE SOBRE GEORREFERENCIAMENTORESTROSPECTIVO DE DADOS LEGADOS

MONITORAMENTO DE QUEIMADAS EM ÁREAS DOZONEAMENTO SOCIOECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA

SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO COM MÚLTIPLAS VISTAS CONECTADAS PARA REDES SOCIAIS

MAPAS TEMÁTICOS MULTIFINALITÁRIOS PARA O MUNICÍPIO DE ARCOVERDE-PE

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM ESTUDOS MULTITEMÁTICOS DE PROJETOS GEOLÓGICOS

ESTRUTURA DO SISTEMA CADASTRAL DE JOÃO PESSOA – PB: PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

CARTA CADASTRAL E A NBR 15777

INDE – APLICABILIDADE EM ESCALAS GRANDES

USO DA TÉCNICA DE ANAMORFOSE CARTOGRÁFICA PARA ANÁLISE DA DENSIDADE EDILÍCIA NO PROCESSO DE VERTICALIZAÇÃO URBANA

AVALIAÇÃO VISUAL DE FRAGMENTOS DA CARTATOPOGRÁFICA SG-22-X-D-III-3 DE ESCALA 1:50K ESUAS CARTAS COMPONENTES DE ESCALA 1:25K DO PONTO DE VISTA DA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA CARTA UTILIZANDOIMAGENS ALOS/PRISM DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES DA INDE

PRODUÇÃO DE MENSAGENS SONORAS PARA SISTEMA DENAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL

APLICAÇÃO DE GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA EM UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EMAUTOMÓVEL

MAPAS TEMÁTICOS DA DISTRIBUIÇÃO DOS PROFISSIONAIS CONTABILISTAS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

MAPA DE RISCO DA INADIMPLÊNCIA EM UMA TELECOMPARA A CIDADE DE CURITIBA-PR

PROPOSIÇÃO DE PROJETO DE INTERFACE SEMELEMENTOS TEXTUAIS PARA PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DE FEIÇÕES URBANAS: PROPOSTA DE SIMBOLOGIA PARA O MAPEAMENTODIGITAL EM GRANDE ESCALA

ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DO CADASTRO NACIONAL DE IMÓVEIS RURAIS – CNIR COM VISTAS À SUA INTEGRAÇÃO À INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS – INDE

CONSTRUÇÃO DE WEB MAPA SERVIDOR COMOFERRAMENTA DE GESTÃO ÀS ÁRES DE RISCO DE DESMORONAMENTO NO SUDOESTE DO PARANÁ

IMPLEMENTAÇÃO DE FUNÇÕES DE FREQUÊNCIA E DURAÇÃO DE CINTILAÇÃO EM SETAS DE DIREÇÃO DE MANOBRA PARA UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL

ANÁLISE DAS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS E PROPOSTADE IMPLEMENTAÇÃO DO CADASTRO NACIONAL DE IMÓVEIS RURAIS (CNIR)

ANÁLISE DE PADRÕES PARA A DISPONIBILIZAÇÃO DEINFORMAÇÕES CADASTRAIS

ESTRUTURAÇÃO DAS BASES PARA UM CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES APLICADAS AS ATIVIDADESDE UMA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL: CASO DE ESTUDO DA PREFEITURA DE ARAUCÁRIA - PR

MÉTODO DE ESBOÇO CARTOGRÁFICO PARA ANÁLISE DOSELEMENTOS URBANOS SELECIONADOS NA NAVEGAÇÃO EM AUTOMÓVEL

MAPEAMENTO DIGITAL DE ÁGUAS TERRITORIAIS: METODOLOGIA CARTOGRÁFICA COM APOIO JURÍDICO

MAPEAMENTO DIGITAL INDICATIVO DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DA DESEMBOCADURA DA GRUSSAÍ, SÃO JOÃO DA BARRA, RJ, E INTERPRETAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

MODELAGEM HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENGALAS, NOVA FRIBURGO, RJ, UTILIZANDO O POTENCIAL DE GEOTECNOLOGIAS NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADOÀIDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS NA ZONA OESTE DOMUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, CONSIDERANDO A EXPANSÃO INDUSTRIAL E O DESENVOLVIMENTOTERRITORIAL

OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO PARA IMPLANTAÇÃO DE ÁREAS DE LAZER NO BAIRRO DO CABULA, SALVADOR/BAHIA

PRODUÇÃO DE MAPAS ANIMADOS E INTERATIVOS PARA ATLAS ESCOLAR

ELABORAÇÃO DE ZONA DE RISCO DE INUNDAÇÃOEMERGENCIAL PARA O MUNICÍPIO DESÃO JOSÉ DA LAJE, ALAGOAS

ANÁLISE DE DIAGNÓSTICO DA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE GRAVATÁ-PE: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

DEFINIÇÃO DA PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA PARA OCADASTRO MULTIFINALITÁRIO DO MUNICIPIO DE ARAPIRACA-AL

SIMBOLOGIA PARA A REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICATRIDIMENSIONAL DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA

CARACTERÍSTICAS TEMPORAIS PARA APLICAÇÃO EMCADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

UM BANCO DE DADOS ESPACIAL PARA A DETERMINAÇÃODO PARÂMETRO CN DO MÉTODO DO SOIL CONSERVATION SERVICE

CONSTRUÇÃO DE UMA SIMBOLOGIA PARA CARTASTOPOGRÁFICAS 3D

MAQUETE ELETRÔNICA DO CENTRO DE TECNOLOGIA EGEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DISPONIBILIZAÇÃO DE FORMATOS PADRÕES DEINTEROPERABILIDADE

INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA VOLUNTÁRIA: CONCEITOS E INICIATIVAS

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS CADASTRAL UTILIZANDO SOFTWARES LIVRES

EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO DO BAIRRO DO CÓRREGOGRANDE, FLORIANÓPOLIS/SC ENTRE 1938 A 2009

GEODÉSIA E LEVANTAMENTOS

GERAÇÃO DE GRADE IONOSFÉRICA E DO GIVE EM TEMPOREAL

PPP COM SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES GPS

UTILIZAÇÃO DE ÓRBITAS PRECISAS JPL NOPOSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO

PNT VERSUS HOPFIELD: QUAL A MELHOR ESTRATÉGIA NAGERAÇÃO DOS DADOS DE UMA ESTAÇÃO GNSS VIRTUAL?

O USO DO GNSS NO NIVELAMENTO

GEODÉSIA APLICADA AOS ESTUDOS DE VERTICALIZAÇÃODE EDIFÍCIO PREDIAL DE GRANDE PORTE: O MÉTODO DA PRUMAGEM PLANA

AVALIAÇÃO METODOLÓGICA PARA CONTROLE ALTIMÉRICO DE MDE'S

TEODOLITO VASCONCELLOS UM ÍCONE DA TOPOGRAFIA NACIONAL

GNSS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO CLIMA ESPACIAL

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DECORREÇÃO RELATIVÍSTICA SOBRE O TEMPO FORNECIDOPELOS RELÓGIOS DOS SATÉLITES GPS EM POSICIONAMENTO

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE LEVANTAMENTO ALTIMÉTRICOS

COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS TOPOGRÁFICOS E GEODÉSICOS NA LOCAÇÃO DE OBRAS CIVIS

ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE REDE GEODÉSICA COM ANALOGIA DE DEFORMAÇÃO

ANÁLISE GEOMÉTRICA DA DEFORMAÇÃO REGIONAL E LOCAL DA SUPERFÍCIE TERRESTRE

ESTUDO DA INTENSA TEMPESTADE GEOMAGNÉTICA DO DIA 20 DE NOVEMBRO DE 2003 E SUA INFLÛENCIA NA IONOSFERA E NO POSICIONAMENTO POR GNSS (GPS) NA REGIÃO BRASILEIRA

CENTRO DE ANÁLISES SIRGAS – IBGE, RESULTADOS E ATIVIDADES FUTURAS

A VARIAÇÃO DA CROSTA TERRESTRE DEVIDO ÀS MUDANÇAS SAZONAIS DE MASSA D´ÁGUA NA BACIA AMAZÔNICA

IMPLANTAÇÃO DE UM COMPARADOR VERTICAL PARA CALIBRAÇÃO DE NÍVEIS DIGITAIS

DETERMINAÇÃO DOS AZIMUTES TOPOGRÁFICO- GEODÉSICO E GEODÉSICO E OS SEUS INTERVALOS DE CONFIANÇA – UM PROGRAMA COMPUTACIONAL

CARACTERIZAÇÃO DOS VÍNCULOS DO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO URBANO ÚNICO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

DESEMPENHO DE RECEPTORES GPS DE NAVEGAÇÃO

COMPARAÇÕES DO AJUSTAMENTO FEITO ATRAVÉS DOMMQ NOS SOFTWARES TOPOGRÁFICOS COMERCIAIS

INVESTIGATION OF THE BRAZILIAN HEIGHT SYSTEM FROM GLOBAL POSITIONING SYSTEM AND GRAVIMETRIC QUASIGEOID MODEL

ANÁLISE DO ATRASO ZENITAL NEUTROSFÉRICO COM AUTILIZAÇÃO DE MODELOS REGIONAIS DE PNT E ASSIMILAÇÃO DE DADOS NA AMÉRICA DO SUL

O IMPACTO DO ATRASO ZENITAL NEUTROSFÉRICO NOPOSICIONAMENTO POR PONTO EM PERÍODOS DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

PERTURBAÇÃO ORBITAL DA RADIAÇÃO DE ANTENAS DE SATÉLITES ARTIFICIAIS

SISTEMAS DE REFERÊNCIA DE MOÇAMBIQUE – UM RESGATE HISTÓRICO VOLTADO À TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ESPAÇO RURAL

CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E EFEITO DO MULTICAMINHO COM OS PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO (PCO) DE ANTENAS GNSS

AVALIAÇÃO DE DISTINTOS MÉTODOS DE CORREÇÃOGRAVIMÉTRICA DO TERRENO OBTIDA DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

HOUVE INFLUÊNCIA DA EXPLOSÃO GEOMAGNÉTICA DE15/02/11 NA QUALIDADE DOS DADOS DAS ESTAÇÕES VIRTUAIS DE REFERÊNCIA?

ESTADO DA ARTE NO CONTROLE DE QUALIDADE DO AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES: CONFIABILIDADE INTERNA E EXTERNA NO CONTEXTO DOS MULTIPLOS OUTLIERS

VALIDATION OF THE RELATIVE FIELD CALIBRATION OF GNSS ANTENNAS AT BCAL/UFPR

IMPORTÂNCIA NA DETERMINAÇÃO DAS COORDENADASPRECISAS DE ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA O RTK E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DEDADOS ESPACIAIS PARA AUXÍLIO EM PERÍCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

PREVISÃO DO VTEC PARA O BRASIL DURA TE ALTA ATIVIDADE SOLAR USA DO REDES EURAIS ARTIFICIAIS

POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO EM TEMPO REAL COM CORREÇÕES DE ÓRBITAS E RELÓGIOS DOSSATÉLITES USANDO SERVIÇOS DE MÚLTIPLOS NTRIPCASTERS

POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO PARA A DETERMINAÇÃO DE ÓRBITAS DE SATÉLITES LEO

VALIDAÇÃO DO MAPGEO2010 E COMPARAÇÃO COMMODELOS RECENTES DO GEOPOTENCIAL

MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE LINHA DE COSTA UTILIZANDO POSICIONAMNETO GPS

ANÁLISE DE MODELOS GLOBAIS DO GEOPOTENCIAL E DOMAPGEO 2010 PARA OS ESTADOS DO MARANHÃO E PIAUÍ

AVALIAÇÃO DE MODELOS DE PREDIÇÃO DE CINTILAÇÃOIONOSFÉRICA PARA A AMÉRICA LATINA

RADIO OCULTAÇÃO GPS A BORDO DO SATÉLITEBRASILEIRO LATTES-1

A CONTRIBUIÇÃO DO PROJETO TEMÁTICO REDE GNSS-SPPARA A ÁREA DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E AFINS

THE CIGALA PROJECT FOR INVESTIGATION OF LOWLATITUDE SCINTILLATIONS IN BRAZIL

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS NOVOS SINAIS GNSS

DETERMINAÇÃO DE ALTITUDES CIENTÍFICAS: CASO DE ESTUDO DA LINHA DE NIVELAMENTO 8G TALCAHUANO–ANTUCO (CHILE)

ANÁLISE GEODÉSICA DE DEFORMAÇÃO DA REDE GNSS SP: RESULTADOS

TESTE DE CONGRUÊNCIA GLOBAL APLICADO NA ANÁLISE GEOMÉTRICA DA REDE GNSS SP: RESULTADOS

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DAS COORDENADASGEODÉSICAS QUANDO SE EMPREGA HASTES EXTENSORAS COM ATÉ 8 METROS DE ALTURA

USO DE GPS EM LEVANTAMENTOS NO INTERIOR DE FLORESTAS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM LOCAÇÃO DE PONTOS TOPOGRÁFICOS UTILIZANDO RECEPTOR GPS E ESTAÇÃO TOTAL NO CAMPUS DA UFRRJ

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DAS COORDENADAS GEODÉSICASOBTIDAS COM DIFERENTES PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO PARA ANTENAS GNSS

UTILIZAÇÃO DO RTM PARA A DETERMINAÇÃO DA TNMMO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DO MARCO BASE COM A ALTERAÇÃO DA GEOMETRIA DOS VETORES PARA AS ESTAÇÕES DA RBMC

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DA FAZENDA NACIONAL DE SANTA CRUZ

CONTEÚDO ESPECTRAL DO SINAL GRAVIMÉTRICO EMÁREA DE FRONTEIRA APLICADO À SOLUÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES DE REFERENCIAIS

CONTRIBUIÇÃO DE REDES ATIVAS GPS/GLONASS NOCÁLCULO DE ÍNDICE DE IRREGULARIDADES DA IONOSFERA

POSICIONAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS GNSS EM TEMPO REAL UTILIZANDO RTKLIB E BNC

POSICIONAMENTO POR PONTO E RELATIVO UTILIZANDO DADOS GLONASS

INFLUÊNCIA DO CLIMA ESPACIAL NO POSICIONAMENTO RELATIVO COM DADOS GNSS DA PORTADORA L1

LEVANTAMENTO GEODÉSICO PARA DEMARCAÇÃO DO CAMPO DE PROVAS BRIGADEIRO VELLOSO

APOIO TOPOGRÁFICO E GEODÉSICO PARA ESTABELECIMENTO DE SÍTIOS DE PESQUISA ECOLÓGICA DE LONGA DESTINADOS A INVENTÁRIO RÁPIDO (RAPELD) NA ILHA GRANDE, ANGRA DOS REIS, RJ

GEORREFERENCIAMENTO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICASNO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

DETERMINAÇÃO DO VETOR VELOCIDADE PARA EFEMÉRIDES SP3 DE SATÉLITES GPS UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE ÓRBIT

METODOLOGIA PARA COMBINAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS DE ATRASO ZENITAL TROPOSFÉRICO GNSS

ESTIMATIVA DO ATRASO ZENITAL TROPOSFÉRICO EMTEMPO QUASE REAL UTILIZANDO ESTAÇÕES GPSTERRESTRES

DETECÇÃO DE MOVIMENTO CRUSTAL PÓS-SÍSMICO UTILIZANDO ESTAÇÕES GPS TERRESTRES

ONDULAÇÃO GEOIDAL DETERMINADA COM O MAPGEO2004 E O MAPGEO2010 NO CAMPUS DA UFSM – ESTUDO DE CASO

DISTÚRBIOS IONOSFÉRICOS SÚBITOS DE ABRANGÊNCIAGLOBAL MEDIDOS POR GPS DURANTE INTENSA EXPLOSÃO SOLAR: ESTUDO DE CASO PARA 28 DE OUTUBRO DE 2003

DISTANCIÔMETRO ÓPTICO PARA AUTOMAÇÃO DE CALIBRAÇÃO DE MONITORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE

ASSIMILAÇÃO DE DADOS PROVENIENTES DA RADIOCULTAÇÃO GNSS: AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES UTILIZANDO LOCALENSEMBLE TRANSFORM KALMAN FILTER

INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DE MULTICAMINHO EM POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO UTILIZANDO OAEM-LAGE

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA GPS PARA O POSICIONAMENTO POR PONTO

ESTUDO DAS CORREÇÕES DAS ALTITUDES CIENTÍFICAS APLICADAS AOS DESNÍVEIS DA RAAP

GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS DE ACORDO COM A SEGUNDA EDIÇÃO/ REVISADA DA NORMA TÉCNICA DO INCRA - ESTUDO DE CASO NACHÁCARA SÃO GABRIEL, LAPA-PR

EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO COSTEIRA E ANÁLISE DAPOSIÇÃO GEODÉSICA DA ÁREA NON AEDIFINCANDI EM RECIFE

ANÁLISE DA MITIGAÇÃO DA CINTILAÇÃO IONOSFÉRICA NO POSICIONAMENTO GNSS: REGIÃO EQUATORIAL

DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR EMAMBIENTES DE RESERVATÓRIO E OS PROBLEMAS CAUSADOS POR INTERVENÇÃO HUMANA

DETERMINAÇÃO DE DISTÂNCIAS MÁXIMAS DE VISADASPARA A CLASSIFICAÇÃO SEGURA DE UM NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

CUIDADOS DURANTE O AJUSTAMENTO POR MMQ DOMODELO PARAMÉTRICO EM POSICIONAMENTO POR INTERSECÇÃO A RÉ

ANÁLISE COMPARATIVA DAS DISTÂNCIAS OBTIDAS POR OBSERVAÇÕES GPS E POR ESTAÇÃO TOTAL

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE OS MODELOS DE VELOCIDADE NA REGIÃO DA UHE SALTO CAXIAS

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE COORDENADAS GERADASNO POSICIONAMENTO CINEMÁTICO ABSOLUTO

PROTÓTIPOS VISANDO O MONITORAMENTO DO NÍVELDE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS E ÁREAS COSTEIRAS

MONITORAMENTO DE DEFORMAÇÕES DE VIGAS DE MADEIRA COM A ESTAÇÃO TOTAL

FOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO

UTILIZAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOSNO MAPEAMENTO DA COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO RESERVATÓRIO DE PORTO COLÔMBIA

EXTRAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE RODOVIAS EM IMAGENS DE BAIXA RESOLUÇÃO USANDO O MODELO DECONTORNO ATIVO E OTIMIZAÇÃO POR PROGRAMAÇÃO DINÂMICA

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIODE IPOJUCA, PERNAMBUCO, UTILIZANDO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

DETECÇÃO E RESTAURAÇÃO DE ÁREAS SOMBREADAS EMIMAGENS DIGITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

DETECÇÃO REMOTA DE MORFOLOGIA SUBMERSA EM ÁGUAS RASAS A PARTIR DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS

CALIBRAÇÃO RADIOMÉTRICA DE CÂMARASFOTOGRAMÉTRICAS DIGITAIS

APLICAÇÃO DE DADOS LIDAR E IMAGEM QUIKBIRD PARA GERAÇÃO DE CENÁRIOS VIRTUAIS

FILTRAGEM DE PONTOS OUTLIERS EM DADOS LIDAR A PARTIR DA ANÁLISE DA REPRESENTAÇÃO HIPSOMÉTRICA

ANÁLISE DA CORRESPONDENCIA ENTRE OS PARÂMETROSDE ORIENTAÇÃO INTERIOR DA CAMERA “REAL” E CAMERA “VIRTUAL” APLICADO A REALIDADE AUMENTADA.

CLASSIFICAÇÃO DE VERTENTES EM MODELO DIGITAL DE TERRENO COM THIN-PLATE SPLINE E DIAGRAMA DEVORONOI

ANALISE DA VIABILIDADE DE CALIBRAÇÃO DE UMACÂMARA FISH-EYE UTILIZANDO OS MODELOS DE COLINEARIDADE E CONRADY-BROWN

ANÁLISE DA QUALIDADE DE PROCESSOS DE EXTRAÇÃODE FEIÇÕES CARTOGRÁFICAS UTILIZANDO MÉTODOS SEMIAUTOMÁTICOS

ANÁLISE MULTIPEMPORAL DE OCUPAÇÃO DO ESPAÇOATRAVÉS DE ÍNDICES ESPECTRAIS

AUGMENTED REALITY IN SUPPORT OF POPULATIONRESEARCH

DETEÇÃO DE SUPERFÍCIE PARA COLETA DE ÁGUA DE CHUVA USANDO IMAGENS DE SENSORIAMENTOREMOTO E LASER SCANNER

DETERMINAÇÃO DO ALBEDO E NDVI ATRAVÉS DE DADOSDOS SENSORES MODIS E TM NO COMPLEXO LAGUNAR MUNDAÚ/MANGUABA (AL)

EXPERIMENTOS NA GERAÇÃO DE MODELOS DIGITAISDESUPERFÍCIE COM DADOS ORIUNDOS DO SISTEMA LIDAR

MEDIÇÃO AUTOMÁTICA DE PONTOS SOBRE O CORPOHUMANO

CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA UTILIZANDO IMAGENS DOS SENSORES TM/LANDAT-5 E HYPERION/EO-1

O USO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL COMO CRITÉRIO DEDECISÃO NA CLASSIFICAÇÃO SUCESSIONAL DA MATA REMANESCENTE DO CAMPUS DA UTFPR – DOIS VIZINHOS

USO DE IMAGENS ALOS PARA ESTIMAR PARÂMETROSBIOFÍSICOS EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTOS

LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADE DO EMPREGO DAS IMAGENS DISPONIBILIZADAS PELO GOOGLE EARTH

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS MORFOMÉTRICOS PARAESTIMAÇÃO DO COMPRIMENTO DE RUGOSIDADE BASEADO EM IMAGENS LANDSAT-TM E ETM

AVALIAÇÃO DE DUAS METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO DO POSICIONAMENTO RELATIVO ENTREUMA CÂMERA DIGITAL DE BAIXO CUSTO E UM SENSOR LASER SCANNER AEROTRANSPORTADO VISANDO A APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DIRETO DA SUPERFÍCIE

CORRELAÇÃO DE IMAGENS – IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁRVORES COM BASE NOS DADOS DE UM SENSOR LSA

ECOBATIMETRIA APLICADA EM ESTIMAÇÃO DE MACRÓFITAS IMERSAS

SISTEMA SENSOR IMAGEADOR DIGITAL - CARACTERISTICA E PRINCÍPIO DO FUNCIONAMENTO

IMPACTO DA REAMOSTRAGEM NA RESPOSTA ESPECTRALDOS OBJETOS

ESTIMATIVA DE QUEBRAS DE PRODUTIVIDADE EM TALHÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR ATRAVÉS DA ANÁLISE DA DISPERSÃO DO NDVI EM IMAGENS DE SATÉLITE.

EXTRAÇÃO DE CONTORNOS E CUMEEIRAS DE EDIFÍCIOS EM IMAGENS AÉREAS DE ALTA-RESOLUÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÕES SUPERVISIONADAS DE IMAGENS ORBITAIS MEDIANTE ALGORITMOS PARAMÉTRICOS E NÃO-PARAMÉTRICOS.

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE BANDAS ADICIONAIS NA DISCRIMINAÇÃO ESPECTRAL DE ALVOS

O USO DE LASER SCANNER TERRESTE NA GERAÇÃO DO MODELO TRIDIMENSIONAL, PLANTAS E SEÇÕESDE UMAIGREJA ROMANA

DETECÇÃO DE REGIÕES DE VIAS COMBINANDODADOSRADIOMÉTRICOS E GEOMÉTRICOS DE VARREDURA A LASER

FILTRAGEM E CLASSIFICAÇÃO DE NUVEM DE PONTOS PARA A GERAÇÃO DE MODELO DIGITAL DE TERRENO

IMAGENS SAR R99-B APLICADAS NO MAPEAMENTODODESMATAMENTO

AJUSTE DE SUPERFÍCIES APLICADO NA MODELAGEMDETELHADOS A PARTIR DE PONTOS LASER E IMAGEMHIPSOMÉTRICA

GERAÇÃO DE ORTOIMAGENS E MÉTODOS DE DETECÇÃODE OCLUSÃO

CALIBRAÇÃO DO SISTEMA LIDAR A PARTIR DEFAIXASSOBREPOSTAS.

AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO A PARTIR DE DADOS DO SISTEMA LIDAR A REGIÃO DE PIHAIS-PR.

SOLUÇÕES DE MONORRESTITUIÇÃO PARA IMAGENS DEQUADRO E DE VARREDURA LINEAR

IDENTIFICAÇÃO DE ASSENTAMENTOS SUBNORMAIS NOMUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA ATRAVÉS DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ENTRE OS ANOS DE 2005 E 2008

CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS LIDARAEROTRANSPORTADO DO MAPEAMENTO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA E MÉTRICAS DE PAISAGEMPARA IDENTIFICAR E ANALISAR PADRÕES ESPACIAIS EM AMBIENTES DE CAATINGA

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA POR MEIO DEIMAGENS SRTM E TERMAL

COMPARAÇAO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE PONTOS EM ALVOS CIRCULARES COM QUALIDADE SUBPIXEL

IDENTIFICAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE EDIFICAÇÕES EMIMAGEM ORBITAL DE ALTA RESOLUÇÃO GEOEYE UTILIZANDO ÁRVORES DE DECISÃO

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE FUSÃO NASEGMENTAÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL, RADIOMÉTRICA E ESPECTRAL

DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO USANDORESTITUIÇÃO FOTOGRAMÉTRICA COM A TRANSFORMAÇÃO PROJETIVA

ANÁLISE DE PRECISÃO E REFLECTÂNCIA DE UM LASER SCANNER TERRESTRE

ACCURACY ASSESSEMENT OF VIRTUAL IMAGESGENERATED FROM TWO OBLIQUE FRAMES

ANÁLISE DERIVATIVA DE DADOS ESPECTRAIS: ESTUDO DE CASO DO RESERVATÓRIO DE NOVA AVANHANDAVA

TÉCNICAS PARA DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO E GERAÇÃO DO MAPA DE PODER DE CAPTURA DE CO2 DE PASTAGENS ATRAVÉS DE PRODUTOS DOSENSORIAMENTO REMOTO

POTENCIAL USO DE DADOS LASER SCANNER AEROTRANSPORTADO INTEGRADO A IMAGENS DE ALTARESOLUÇÃO PARA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS

DELINEAMENTO DE COPAS DE ARAUCÁRIA (Araucaria angustifolia (BERTOL.) KUNTZE) ATRAVÉS DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ASSOCIADAS À TECNOLOGIA LiDAR

MAPEAMENTO DA COBERTURA DA TERRA UTILIZANDOINFORMAÇÃO DE ANÁLISE DE MISTURAESPECTRAL: ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE NOVA AVANHANDAVA – RIO TIETÊ/SP

DETECÇÃO DE BORDAS DE EDIFÍCIOS A PARTIR DE UM MDSN LIMIARIZADO

CARTOGRAFIA E SIG

AVALIAÇÃO DA SIMBOLOGIA PICTÓRICA NA COMPREENSÃO DE MAPAS TURÍSTICOS

ANDREA FARIA ANDRADE (1)
CLAUDIA ROBBI SLUTER (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
andreafaria@ufpr.br

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
robbi @upr.br

Os mapas turísticos surgiram de maneira semelhante aos primeiros mapas temáticos, constituindo-se da inserção de elementos turísticos, principalmente de forma pontual sobre uma carta topográfica. Esperava-se que o público começasse a percebê-los através das relações espaciais simples, as topológicas, para depois enxergar as relações espaciais complexas, as projetivas e as euclidianas. Porém ainda não existe, até o momento, uma cartografia específica, que adote um sistema próprio e independente para atender à temática do Turismo. A concepção de uma cartografia turística, apesar de ser uma área mais complexa para se trabalhar com os conceitos e processos da cartografia, não difere sobremaneira daquela existente para a cartografia temática como um todo. As mesmas regras quanto à escolha da base cartográfica, concepção teórica metodológica da legenda, definição do título, e demais elementos do mapa. são aplicáveis, obviamente, também aos mapas turísticos. A adequação da linguagem, por exemplo, é algo pertinente a todo e qualquer mapa, em função do usuário final ao qual ele se destina. Isso alude à aplicação dos conhecimentos já desenvolvidos nas áreas de comunicação, percepção e cognição visual, adequando-os às especificidades da Cartografia, pois devem fornecer diretrizes para prováveis soluções de problemas de projeto cartográfico. A busca por uma *linguagem* para a cartografia turística passa necessariamente por esse caminho, e esta é uma das metas a serem alcançadas pelo grupo de pesquisa e desenvolvimento científico da ICA, cujos termos de referencia tratam de investigações sobre tendências de desenvolvimento na área, além da divulgação das melhores formas de produção e produtos. Para tanto, há a necessidade de cooperações e fusões de conhecimentos entre grupos, como por exemplo, os grupos de pesquisa formados pela Comissão de Usabilidade de Mapas, já que os usuários são o ponto de partida das investigações nesta área e os turistas são um desses grupos, e, portanto devem cooperar e trocar conhecimentos com as comissões de Produção de Mapas e Cartografia Teórica, onde a teoria de Cognição e Percepção Visual é estudada a fim de obter embasamento teórico para o projeto de mapas, além dos grupos formados pela comissão de Geovisualização, que coloca como uma necessidade a pesquisa em cognição espacial. A primeira função de um mapa para turistas é localizar, com precisão e clareza, onde estão os atrativos turísticos num determinado lugar e o caminho para se chegar a eles, este processo é denominado de "nível elementar de uso de mapas" ou "leitura de mapas". Este nível envolve comparação de características de símbolos individuais: forma, tamanho relativo, importância, e nenhuma atenção é dada às tendências espaciais ou para as relações entre duas ou mais distribuições. A maioria das pesquisas na cartografia turística se baseia neste nível de cognição, onde são realizados experimentos com o intuito de avaliar a simbologia que melhor represente as feições turísticas, ou comparações entre tipos de símbolos, assim como a investigação de processos de busca visual de símbolos sobre variados tipos de fundos. Uma área relativamente pouco pesquisada dentro da cartografia para o turismo é como o turista interage e adquire informações sobre o ambiente através dos mapas, principalmente em investigações onde envolvam a análise das tendências e padrões espaciais presentes entre um grupo de símbolos, mapa ou sobre o mapa inteiro – denominado de "nível intermediário" ou "análise do mapa". Os cartógrafos que estão conscientes dos processos cognitivos utilizados pelos usuários do mapa para pesquisar e interpretar a informação seriam capazes de produzir mapas mais eficazes. Eles não somente devem conhecer as necessidades, interesses e tarefas dos usuários, mas estarem familiarizados com o seu nível de conhecimento, capacidades e habilidades. Esta pesquisa pretende investigar como a percepção de representações cartográficas representadas através da simbologia pictórica pode estimular a aquisição de conhecimento espacial pelos usuários de mapas turísticos. E para tanto, será confeccionado dois mapas onde serão aplicadas tarefas de nível elementar e intermediário a um grupo de estudantes da Universidade Federal do Paraná.

AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA PARA CARTOGRAFIA CADASTRAL URBANA

HAMILTON CARLOS VENDRAME JUNIOR (1)
MARIA CECILIA BONATO BRANDALIZE (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Curso de Engenharia Cartográfica
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
hcvjunior@gmail.com

(2) Universidade do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
maria.brandalize@upr.br

O presente trabalho de pesquisa, realizado junto ao curso de graduação de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal do Paraná, procurou avaliar a qualidade planimétrica de cartas em escalas cadastrais produzidas pela Prefeitura Municipal de Curitiba, por meio dos produtos disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC). Mais especificamente, o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) foi aplicado neste trabalho na avaliação da qualidade geométrica das feições planimétricas representadas em ortofotocartas produzidas pelo referido Instituto nas escalas 1:3.000 e 1:5.000. Para tanto, utilizou-se o estabelecido no Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, que trata das normas técnicas da cartografia nacional, estabelecendo instruções reguladoras para as escalas compreendidas pelo mapeamento sistemático brasileiro, ou seja, de 1:1.000.000 a 1:25.000. O referido Decreto, embora faça menção, no seu artigo 7º, que as escalas superiores à 1:25.000 devem ser regidas por norma própria quanto à sua articulação, formato e sistema de projeção, deixa claro, no seu artigo 5º, que para efeito das referidas instruções, os serviços cartográficos ou de natureza cartográfica compreendem toda representação da superfície terrestre ou de parte dela, através de imagens, cartas, plantas e outras formas de expressão afins. Assim, na falta de normas próprias para as escalas cadastrais, utilizou-se as instruções compreendidas pelo Decreto 89.817/84 para avaliar a qualidade geométrica (exatidão) das ortofotocartas mencionadas. O estudo ainda considerou a aplicação do referido Decreto à classificação de produtos gerados digitalmente, quando é do conhecimento de todos que o mesmo foi concebido para avaliação de produtos gerados de forma analógica. Este problema se verifica em função de que o PEC é originalmente limitado pela escala. Outro problema verificado foi em relação ao estabelecido pelo Decreto quanto à conceituação de erro-padrão, desvio-padrão e erro-médio-quadrático, considerados equivalentes no texto, porém, com formulações matemáticas diferenciadas. A metodologia para o desenvolvimento do trabalho envolveu as seguintes etapas: obtenção das ortofotocartas 1:3.000 (2006) e 1:5.000 (2002) da região compreendida pelo Centro Politécnico da UFPR em Curitiba (bairros Jardim Botânico, Jardim das Américas e Guabirotuba); determinação do tamanho da amostra; estabelecimento de uma metodologia para a identificação, distribuição e levantamento dos pontos em campo com qualidade planimétrica superior ao produto avaliado; coleta de dados e processamento das coordenadas de campo dos pontos amostrais; identificação e coleta das coordenadas dos pontos homólogos nas ortofotocartas digitais; análise estatística das coordenadas coletadas (campo e ortofotocarta); e avaliação da qualidade segundo o PEC. Este procedimento seria considerado simples, não fosse pelo Sistema Geodésico utilizado como base para a cartografia curitibana apresentar discrepâncias quanto ao Sistema Geodésico oficialmente adotado no Brasil. Os resultados das transformações efetuadas entre sistemas de coordenadas (WGS84 – SAD69 – SIRGAS 2000) não resultaram satisfatórias uma vez que foram constatadas discrepâncias entre os parâmetros adotados oficialmente e os adotados pelo IPPUC em seu banco de dados geográfico. Para solucionar o problema da conversão de coordenadas, fez-se uso dos parâmetros oficiais disponibilizados pelo IBGE e dos parâmetros de conversão estabelecidos pelo IPPUC. A solução final encontrada para o problema da compatibilização das coordenadas dos pontos observados (campo e ortofotocartas) compreendeu a utilização do ProGrid para a transformação das coordenadas de campo no sistema WGS-84 para o SAD-69/96 e, em seguida, realizou-se a translação dos eixos com os valores fornecidos pelo IPPUC (SAD-69/96 para SAD-69 CWB). Desta forma foi possível obter as coordenadas no referencial atualmente utilizado pela Prefeitura de Curitiba. Foi coletada uma amostra de 83 pontos, da qual foram eliminados os *outliers*. A amostra final resultou em 30 pontos para a avaliação do produto 1:3.000 e em 42 pontos para a avaliação do produto 1:5.000, compatível com o indicado por vários autores que recomendam um mínimo de 20 pontos por carta para a avaliação geométrica. Assim, foram

computadas várias estatísticas e também realizada uma análise de tendências (comparação do χ^2 amostral e teórico), o que produziu uma correção e consequentemente a aceitação da análise para ambos os produtos, classificando-os como "A" segundo o PEC. Concluindo, os produtos avaliados encontram-se dentro do estabelecido pela Classe A do PEC planimétrico, para a amostra selecionada, porém, os parâmetros impostos às transformações realizadas levam ao questionamento sobre a validade da avaliação dos referidos produtos, uma vez que o Sistema Geodésico adotado para sua elaboração (SAD-69/CWB) não se ajusta ao adotado oficialmente pelo IBGE (SAD-69/96). No entanto, acredita-se que este tipo de estudo deve ser divulgado com a finalidade de alertar a respeito das dificuldades de se proceder adequadamente uma avaliação ou uma classificação em relação à precisão geométrica de produtos cartográficos digitais quando da aplicação da lei vigente.

OS OPERADORES DE SUAVIZAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO NO PROCESSO DE GENERALIZAÇÃO GEOMÉTRICA DAS FEIÇÕES CARTOGRÁFICAS HIDROGRAFIA E ÁREA URBANA NAS CARTAS CONVENCIONAIS BRASILEIRAS

JOÃO VITOR MEZA BRAVO (1)
FERNANDO LUIZ DE PAULA SANTIL (2)

(1) Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Geografia
Maringá - PR
jvmbravo@gmail.com

(2) Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Geografia
Maringá - PR
flpsantil@uem.br

A generalização cartográfica é, segundo McMaster e Shea, em sua obra "*Generalization in Digital Cartography*" (1992), um processo que envolve a manipulação das feições representadas. Pode-se afirmar que o *zoom in* ou o *zoom out* na representação determinará o quão aparente será o nível de informação desse processo de generalização. No modelo de operadores proposto por McMaster e Shea, que foi resultado de discussões acerca dos modelos propostos anteriormente por Ratajski; Morrison e Sale; Brassel e Weibel; Nickerson e Freeman, pode-se destacar dois tipos de transformações de generalização: as transformações espaciais e as transformações dos atributos. Esses transformadores são utilizados por vezes inconscientemente por àqueles que produzem os mapas, no entanto, outras tantas vezes, não se procura uma "metodologia" adequada para generalizar as informações contidas nesses mapas. Nalini, em sua dissertação intitulada "*Avaliação cartométrica da base cartgráfica digital adequada à gestão urbana derivada por generalização cartográfica a partir da escala de origem 1:2000*", defendida em 2005, associa as transformações espaciais à generalização geométrica e as transformações dos atributos à generalização conceitual; adotaremos esses últimos termos para fazer menção aos tipos de transformadores no decorrer do desenvolvimento conceitual do trabalho. Vale ressaltar que, na presente pesquisa, avaliou-se, apenas, a utilização dos operadores de generalização geométrica na confecção das cartas convencionais brasileiras. Esse descuido não pode acontecer na generalização dos dados desse tipo de produto, pois estes são concebidos com o objetivo de servir de base para diversos trabalhos relativos à descrição de fenômenos e implantação de obras na superfície terrestre. Assim sendo, o objetivo geral desta pesquisa é observar se há algum tipo de metodologia sendo seguida no processo de geração das cartas convencionais brasileiras, com base no modelo proposto por McMaster e Shea em 1992. Verificar esse fato é importante, pois a generalização é um dos elementos que interferem no processo de aquisição de conhecimento espacial provocando equívocos de interpretação e visualização espacial por parte do "produtor⟷usuário". Pode-se mencionar que o objetivo específico desta pesquisa é: investigar as características das cartas convencionais brasileiras no que se refere aos padrões de generalização geométrica utilizados na confecção destas, mais especificamente, será analisado o uso dos operadores simplificação e suavização no tratamento das feições cartográficas áreas urbanas e hidrografia. Dos materiais, foram utilizadas cartas topográficas nas escalas 1:25000, 1:50000 e 1:100000, com respectivos recortes espaciais para efeitos de exemplificação. Quanto ao método, baseou-se nos processos de transformação descritos por McMaster e Shea, excluindo àqueles relativos à generalização conceitual (operadores de classificação e de simbolização) e à generalização conceito-geométrica. Dos resultados preliminares, pode-se destacar que existem falhas latentes no processo de generalização das informações contidas nas cartas topográficas brasileiras. Essas falhas estão ligadas ao desuso de uma "metodologia" específica no processo de elaboraçao dessas cartas base. Concluiu-se, que deve ser adotado um padrão metodológico para a confecção desse tipo de produto, visto sua abrangência de utilização: são esses mapas que fornecem as informações necessárias para os usuários, instruídos para com sua utilização ou não, construírem um modelo mental do terreno a ser explorado. Goldberg *et al*, no artigo entitulado "*Mental image transformations in terrain map comparison*" (1992), explicitam a importância de se ter, mentalmente, um modelo 3D do terreno bem fundamentado e indicam, ainda, que grande parte das atividades cartográficas civis e militares estão concentradas e necessitam da utilização de representações que permitam uma leitura em três dimensões do terreno. Desta maneira,

destacou-se a importância dos operadores de generalização geométrica descritos por McMaster e Shea, como modelo apropriado à orientação dos processos de transformação da informação nas cartas topográficas brasileiras; também destacou-se a importância que estes produtos têm para com as atividades desenvolvidas pela sociedade como um todo.

METODOLOGIA PARA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DE BASE DE DADOS PARA MAPEAMENTO BÁSICO URBANO

MÔNICA CRISTINA DE CASTRO
CLAUDIA ROBBI SLUTER
LUCIENE STAMATO DELAZARI

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
castro.monicac@gmail.com
robbi@ufpr.br
luciene@ufpr.br

Generalização cartográfica consiste em reduzir a escala do mapa preservando as características das feições representadas de modo que estas possam ser compreendidas facilmente pelo usuário, ou seja, é um processo de adaptação, quantitativo e qualitativo, da representação dos elementos da superfície. Baseado nisso, pode-se dizer que as finalidades da generalização cartográfica são preservar padrões geográficos e enfatizar a informação temática de um mapa, por meio de seleção e representação simplificada das feições realizando transformações espaciais e de atributos. O procedimento de generalização pode ser feito manualmente ou de maneira automática, por meio de algoritmos computacionais. Contudo, a proposição de algoritmos computacionais para a automação de processos de generalização cartográfica exige um extenso conhecimento teórico e prático necessário à realização da generalização cartográfica manual (ou convencional). A proposição e execução da generalização cartográfica seja por processos manuais ou automatizados para mapas convencionais ou digitais, tanto em grande como em pequenas escalas, ainda é um conhecimento a ser construído em nosso país. Devido à necessidade de adquirir conhecimento e experiência prática neste campo se inclui nesta pesquisa um estudo sobre generalização cartográfica. O mapeamento básico é obtido por levantamentos diretos, portanto não há a geração de cartas topográficas em diferentes escalas por processo de generalização cartográfica. O mesmo se dá com mapas digitais. Não ocorre a geração de mapas digitais através de generalização cartográfica, e sim pela simples redução de escala, sem considerar os problemas de visualização e interpretação das informações que surgem desta operação. Este trabalho tem como objetivo estabelecer critérios para a representação cartográfica das bases cartográficas das representações temáticas em múltiplas escalas a serem usadas em mapas interativos das redes sociais para visualização em monitores de 15 polegadas. Os mapas foram gerados inicialmente para representações em papel, na escala 1:75.000, para o município de Curitiba. Em função das necessidades de análises a serem realizadas, concluiu-se que tais mapas deveriam ser interativos, e portanto apresentados no computador. Foi realizado um estudo das escalas adequadas para visualização nesta mídia, considerando as feições a serem representadas e a área disponível para visualização. Deste modo, os aspectos mais relevantes para a definição das escalas foram as distâncias entre os pontos extremos de Curitiba, o valor da menor área de cada regional e cada bairro, e a maior distâncias entre as feições. Baseado na distância pontos leste e oeste do município, no bairro com menor área e na maior distância entre as feições, a qual deve ser representada, chegou-se a escala 1:250.000. O menor valor de área de uma regional e a menor distância entre as feições foram utilizados para a definição da escala 1:120.000. Como a quantidade de informações a respeito das redes sociais que precisa ser representada é grande com a redução geométrica da escala surgem problemas de representação e comunicação cartográfica, os quais justificam a generalização cartográfica. O método de generalização foi desenvolvido baseado em metodologias previamente propostas pela *Swiss Society of Cartography* e por trabalhos de mestrado do Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná. Numa primeira análise, foram identificados os problemas de representação, como sobreposição de símbolos. Em seguida, determinaram-se quais operadores de generalização seriam aplicados para solucionar tais problemas. A aplicação dos operadores na escala 1:120.000, primeiramente, e na 1:250.000, acompanhada de uma avaliação visual do mapa generalizado finalizam a metodologia desenvolvida. Os resultados foram alcançados utilizando o *software* ArcMap 9.3 e os seguintes operadores de generalização: agregação, para unir feições da mesma classe localizadas no mesmo bairro ou regional, cuja distância entre si não permite a distinção visual destas feições, deslocamento, para manter a distância mínima requerida pelo aspecto de legibilidade entre duas ou mais feições de diferentes classes, dando representatividade as características individuais de cada feição, e simplificação, para reduzir os detalhes das feições, porém conservando suas características. Alguns destes mesmos operadores somados com outros, serão, futuramente, aplicados para a

generalização cartográfica das vias urbanas, que afeta outras feições nos mapas, e deve ser realizada antes. Como os mapas produzidos a partir da aplicação dos operadores de generalização cartográfica permitem um aumento no poder de análise da rede social pelo usuário, a verificação da eficiência dos mapas gerados se faz necessária, visando a melhor compreensão das informações representadas da parte do usuário.

A PARCELA CADASTRAL E A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS

EDLA SIQUEIRA DE FARIAS (1)
PROF.ª DRª ANDREA FLAVIA CARNEIRO (2)
PROF.ª DRª LUCILENE ANTUNES CORREIA MARQUES DE SÁ (2)

(1) Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife- PE
edla.farias@gmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife- PE
aftc@ufpe.br

O uso da informação territorial diante as mudanças tecnológicas despertou o interesse acadêmico e privado principalmente na última década. A garantia da confiabilidade da informação tornou-se uma das maiores preocupações dos profissionais envolvidos com informação espacial. Os processos envolvidos na segurança dos dados geraram estudos que visavam criação de normas e padrões que garantissem a integridade da informação. Para tal, surgiram as primeiras normas de infraestruturas de dados espaciais – IDE. Estas consistem em políticas, padrões e procedimentos que visam proporcionar um ambiente que incentiva a cooperação na produção e compartilhamento de dados (Federal Geographic Data Committee, 2000). O conceito de IDE começou com o foco nas prioridades e dados nacionais. É uma iniciativa que reforça a concepção, implementação e manutenção de mecanismos que facilitem o acesso, compartilhamento e utilização dos dados espaciais nas diferentes comunidades para melhor atingir seus objetivos (WILLIAMSON ET al., 2005). Os estudos prosseguiram e passaram a englobar as aplicações das IDE, dentre elas o Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM. A menor unidade do cadastro é a parcela. Parcela cadastral é toda e qualquer porção da superfície do município a ser cadastrada. Outras unidades, como, lotes, glebas, vias públicas, praças, lagos e rios são modeladas por uma ou mais parcelas (ERBA e CUNHA, 2010). A parcela é caracterizada por um identificador único, área, limite cadastral, georreferenciamento e em alguns casos por sua origem e história. Com o intuito de estudar como as infraestruturas de dados espaciais- IDE referiam-se às parcelas cadastrais, bem como sua definição, propósito e características de acordo com as infraestruturas existentes e suas distinções regionais foi desenvolvida esta pesquisa. Foi analisada a importância do uso da parcela cadastral por meio das IDE internacionais. Esta escolha foi elaborada como consequência da ausência de informação quanto à adoção ou representação de elementos do cadastro na infraestrutura nacional de dados espaciais no Brasil. Foram adotados como referência a especificações da parcela cadastral para a infraestrutura de informação espacial na Europa - INSPIRE, infraestrutura nacional de dados espaciais americana desenvolvida pela FGDC e a infraestrutura australiana de dados espaciais – ASDI. Estas foram escolhidas por serem mais divulgadas e devido ao cadastro nestes países ser mais consolidado e o uso da parcela ser adotado pelos países em questão. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica das IDE citadas. Observou-se que a parcela cadastral estava incluída em especificações anexas, podendo ser adquiridas separadamente. Na construção do papel da parcela na INSPIRE, foram definidas comissões de estudos e elaborados questionários que foram repassados aos representantes do cadastro de diversos países da União Europeia. Com base nos estudos e respostas a comissão responsável definiu o papel da parcela e suas atribuições dentro do cadastro para a Europa, como: precisão posicional, frequência de atualização, consistência topológica e precisão temática. Baseado nas especificações comuns das IDE estudadas, foi estabelecido que as parcelas devem ter um identificador com referência cadastral nacional, representação temporal, qualidades dos dados e formatos de intercâmbio. O caminho que o cadastro deverá percorrer para ser inserido nas elaborações das infraestruturas nacionais de dados espaciais em andamento ou que ainda não adotam a parcela deverá ser tão bem estruturado e cauteloso quanto a sua implementação em relação a uma reforma cadastral. Será necessário rever conceitos, adaptar-se a novos usuários, padrões e modelagens sem perder

a sua qualidade. A busca por identificador comum e a sua inclusão numa IDE demonstrará a setores públicos e privados a necessidade de cooperação para atualização e gerenciamento de dados espaciais mais rapidamente. O estudo demonstrou mais uma vez a necessidade da inserção da parcela como base para uma IDE. As infraestruturas em desenvolvimento ou finalizadas sem referência ao cadastro devem reunir os profissionais da área e definir as especificações a serem adotadas, inclusive definindo como sua inclusão deverá ser feita para disponibilização aos usuários de informação espacial. Foi sugerido que a inclusão da representação da parcela em uma infraestrutura possibilitará ainda mais o desenvolvimento do cadastro atual, principalmente considerando a implementação de cadastros multifinalitários.

O ESTADO DA ARTE SOBRE GEORREFERENCIAMENTO RESTROSPECTIVO DE DADOS LEGADOS

ELIZZIANE MARINHO BRANCHES FARIAS (1)
HENRIQUE FIRKOWSKI (1)
JOSÉ LAURINDO CAMPOS DOS SANTOS (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
elizziane@ufpr.br; firk@ufpr.br

(2) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT
Núcleo de BioGeo Informática, Manaus - AM
lcampos@inpa.gov.br

Coleções biológicas são centros depositários de material biológico e proporcionam informações detalhadas sobre a distribuição da biodiversidade de espécimes. Tais informações vêm sendo historicamente coletadas e mantidas pelas instituições de pesquisa e conservação biológica, e redigidos em etiquetas que relatam características do item biológico coletado, como a data da coleta, o nome do coletor, e a origem da localização da coleta e posteriormente inseridos em bases de dados. Em geral, os atributos de origem da localização geográfica consistem em descrições em formato textual livre, não possuem coordenadas geográficas, e são denominados dados legados. Consequentemente, estes tipos de dados impõem restrições para a obtenção de dados biológicos georreferenciados e o processamento de análises espaciais, embora, em geral, haja uma descrição textual do local da coleta. Georreferenciamento retrospectivo é o nome dado ao processo que consiste associar coordenadas geográficas e estimativas de incertezas à descrição textual de localidades de registros legados. Este processo vem se tornando uma das principais alternativas para superar dificuldades apresentadas, muitas das vezes, pelo estado pobre dos dados de localização geográfica de registros legados depositadas nas bases de dados de coleções biológicas. Pois, contribui quando georreferenciados, estes dados estejam preparados para serem analisados espacialmente e posteriormente seja realizada sua distribuição espacial de espécimes. Atualmente, diretrizes e protocolos para o armazenamento de novos espécimes em acervos de coleções biológicas estabelecem a inclusão de informações georreferenciadas relacionadas à localização geográfica da coleta. Todavia, o principal desafio está em realizar o georreferenciamento de registros biológicos com descrições textuais de localização que já se encontram catalogados nas bases de dados das coleções biológicas. Diante deste cenário, algumas iniciativas como ferramentas de georreferenciamento retrospectivo surgiram como alternativas de solução para georreferenciamento de dados de história natural e coleções biológicas para suas bases de dados legadas. Dentre essas iniciativas cita-se o *GeoMuse*, ferramenta que permite realizar o georreferenciamento de dados de coleções biológicas em formato espaço-temporal pelo uso de bases cartográficas da América do Norte. Uma vez que os dados tenham sido georreferenciados, a ferramenta oferece ao usuário possibilidades de gerar relatórios; gerar dados no formato *shapefile;* gerar arquivos em planilhas eletrônicas ou arquivos de texto com os dados georreferenciados. Outra ferramenta é o BioGeomancer, um conjunto de georreferenciamento automático para coleções de museus de história natural. De acordo com a proposição, estas ferramentas disponibilizam aplicações web que realizam o georreferenciamento para coletores, curadores e usuários pesquisadores de espécimes de história natural. Dentre as principais cita-se o *Biogeomancer Workbench*, ferramenta online de georreferenciamento automático que opera por meio de interpretação de texto, geração de *Shapefile*, consultas a *gazetteer,* visualização, edição e validação de dados. E o *Biogeomancer Classic* ferramenta web que se baseia num procedimento realizado por meio de um formulário de busca simples que analisa gramaticalmente descrições de nomes de lugares em língua inglesa e fornece pares de coordenadas geográficas, além de realizar cálculos de distância e direção associadas com a descrição textual de localidades. Outro sistema desenvolvido para realizar o georreferenciamento automático é o *GeoLocate*. Esta ferramenta foi projetada pela *University of Tulane*, cuja finalidade é realizar a atribuição de coordenadas geográficas aos dados de localidade associados com coleções de história natural. Neste caso, há algoritmos que realizam a conversão textual de dados de museus natural em latitude e longitude para

regiões da América do Norte. E por último, tem-se a *Califórnia Academy of Sciences* (CAS) através do seu projeto de Georreferenciamento de Localidades de Coleções de História Natural criou um processo e um *plugin* baseado na manipulação do software ESRI *ArcView* 3.2 para derivar localidades, a partir de descrição textual em coordenadas espaciais para os registros de suas bases de dados de coleções de espécimes que não possuem informações geográficas concretas. Este presente trabalho apresentou o estado da arte do georreferenciamento retrospectivo realizado e criado por iniciativas internacionais. No entanto, apesar da disponibilidade de ferramentas cuja finalidade seja sugerir coordenadas geográficas a dados legados de coleções biológicas, constata-se que no Brasil, as instituições de pesquisas em biodiversidade enxergam grandes necessidades para a concepção de proposições que auxiliem este tipo de georreferenciamento. Desse modo se propõe esta discussão introdutória acerca das iniciativas que ocorrem em nível internacional como referência para o tratamento da questão do Brasil, em especial na Amazônia, região caracterizada pela sua mega diversidade, cujo seus dados biológicos legados representam aproximadamente 98% do total mantido em instituições de pesquisas e ensino.

MONITORAMENTO DE QUEIMADAS EM ÁREAS DO ZONEAMENTO SOCIOECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA

IZABELA DE LIMA FEITOSA (1)
BÁRBARA KARINA BARBOSA DO NASCIMENTO (2)

(1) Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM
Divisão de Sensoriamento Remoto - DIVSER
izabela.feitosa@sipam.gov.br

(2) Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM
Divisão de Proteção Ambiental - DIVPAM
barbara.nascimento@sipam.gov.br

O monitoramento de focos de calor por satélites é uma alternativa real para detecção de queimadas em áreas de uso e ocupação da terra, ou seja, em áreas definidas no zoneamento territorial. O ZSEE (Zoneamento Socioeconômico-ecológico) é um instrumento político e técnico utilizado para o ordenamento territorial, visando o planejamento da ocupação do solo e uso sustentável dos recursos naturais. O Estado de Rondônia está entre os que apresentam maior incidência de queimadas e alto índice de desmatamento devido à intensa atividade madeireira e pecuarista. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar a distribuição dos focos de calor nas áreas de zoneamento do estado de Rondônia, como subsídio para ações de prevenção, fiscalização e controle de queimadas. Os dados de focos de calor foram oriundos do INPE/PROARCO (Banco de Queimadas) fornecido pelo satélite NOAA-15 de passagem noturna no período de 2007 a 2010 e o limite do ZSEE oriundo da SEPLAN-RO/Planafloro - 2006. Foram realizados cruzamentos entre os dados de focos de calor com as áreas do ZSEE utilizando o software *ArcGis 9.3.1*. Para estimativa da densidade dos eventos gerou-se o mapa de Kernel, que permitiu verificar o padrão espacial e as áreas com maior incidência. Com a ferramenta de sobreposição Spacial Join foi possível quantificar o número de focos de acordo com as áreas do zoneamento. Nesta análise verificou-se que a zona (1) destinada ao uso agropecuário e florestal registrou os maiores índices de focos de calor ao longo dos anos analisados, totalizando 5.428 focos apenas em 2007. Esta zona tem como característica áreas de intensa ocupação e de alta fragilidade natural, apresentando no período de 2007 a 2010 um total de 12.324 focos de calor, o que corresponde a 68% do total da ocorrência no estado. A zona (3) referente às áreas institucionais, ou seja, as Unidades de conservação e as Terras indígenas concentraram a segunda maior incidência de focos de calor, um total de 3.035 (17%) para o período analisado. As áreas de uso especial correspondem a Zona (2) que são voltadas para conservação dos recursos naturais, mas passíveis de uso sob manejo sustentável. Estas áreas apresentaram 2.661 focos de calor para o período analisado (15% do total ocorrido no estado). Analisando o período de 2007 a 2010 observou-se uma redução dos focos de calor em todas as áreas no ano de 2009, isto se deve provavelmente ao maior índice de precipitação ocorrido neste ano. Nas interpolações por Kernel verificou-se mais centróides de maior densidade no estado para o ano de 2010, situação contrária observada nos anos anteriores que mostraram ocorrência em áreas mais isoladas, apesar do maior número de focos de calor ter ocorrido no ano de 2007. É interessante ressaltar, que as áreas mais concentradas estão localizadas nas adjacências das Unidades de conservação e Terras indígenas mostrando a intensa pressão do desmatamento nas mesmas, situação preocupante, uma vez que são áreas protegidas por lei. Os resultados da análise demonstram a relação das atividades antrópicas com a ocorrência dos focos de calor, visto que, as áreas com maior ocorrência de queimadas foram as de uso agropecuário e florestal. Logo um estudo mais detalhado sobre o uso atual da terra *in loco* para comparação com os parâmetros do IBGE, possibilitaria inferir sobre a eficácia do ZSEE. Apoio Financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM.

SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO COM MÚLTIPLAS VISTAS CONECTADAS PARA REDES SOCIAIS

BRUNA JENIFER FONSECA[1]
LUCIENE STAMATO DELAZARI[2]

[1]Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Engenharia Cartografica
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
brunajeniferf@gmail.com

[2]Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
luciene@ufpr.br;

Redes sociais são dificeis de visualizar, navegar e analisar e é bastante complexo encontrar padrões relevantes. Normalmente, os cientistas sociais utilizam duas formas diferentes para representar as redes sociais: grafos e matrizes. Estas duas formas são geradas por softwares que utilizam técnicas estatísticas e de visualização específicas para análise de redes. Os softwares UCINET e Pajek são os mais utilizados para este fim. Embora ambos tenham capacidades gráficas que possibilitem mudanças na forma, cor e tamanho dos elementos que compõem a rede não existe referência espacial associada a estas representações. Outro software desenvolvido para auxiliar neste tipo de análise é chamado de *SocialAction*, que integra a estatística e técnicas de visualização (PERER, 2008), porém também não emprega referência espacial. Em 1990 DiBiase propôs um modelo de visualização para explicar o papel de mapas no processo de visualização cientifica. Neste modelo, as funções dos mapas estão relacionadas aos estágios de análise e planejamento, que são a exploração, confirmação, sintese e apresentação. Um sistema exploratório de geovisualização deve então, permitir aos usuários investigar diferentes possibilidades e testar cenários. Neste sistema, no estágio de exploração o usuário pode mudar os parâmetros de visualização, utilizar diferentes janelas de modo a fazer comparações, ou comparar diferentes visualizações dos mesmos dados, por meio de mapas, gráficos e tabelas. Neste caso, as janelas devem ser conectadas de modo a permitir ao usuário analisar os dados por meio da navegação ou de funções como *brushing* e *linking*. Observou-se que diversos sistemas encontrados na literatura (Jern et al, 2007; Roberts, 2007; Andrienko e Andrienko, 2003) apresentam tais caracteristicas, porém são voltados a aplicações na área da saúde ou a dados demográficos. Estes sistemas, em grande parte, utilizam dados estatisticos agregados em regiões pré-definidas (estados, municipios, setores censitários) e os demais dados são representados por meio de *scatterplots*, tabelas e gráficos de coordenadas paralelas. A particularidade dos dados das redes sociais se consitui, então, em uma nova proposição no contexto dos sistemas com múltiplas vistas, uma vez que estes dados necessitam de análises que possam ser realizadas tanto a partir dos mapas quando dos grafos. Por sua vez, os sistemas desenvolvidos para tratar especificamente das redes sociais não incorporam a referência espacial. Assim, esta pesquisa se propõe a desenvolver um sistema com múltiplas vistas conectadas para representar dados referentes às redes sociais, especificamente as redes de direitos à Saude, Trabalho, Educação, Assistência Social, Segurança Alimentar e Habitação, no municipio de Curitiba - PR. O Sistema está sendo desenvolvido em Java, utilizando NetBeans 6.9 e Geotools

(biblioteca Java open-source para dados espaciais). Assim, a primeira tarefa desenvolvida foi o projeto do modelo conceitual, que incluiu o projeto da interface a das funções necessárias para permitir aos usuários manipular interativamente os mapas, grafos e tabelas, bem como analisar suas interrelações. Considerando a inexperiência dos usuários (cientistas sociais) no uso de softwares, a interface foi projetada de modo a evitar escolhas incorretas. Como resultado, a interface compreende três painéis de visualização: um para o mapa interativo, outro para o grafo correspondente, e o terceiro para a tabela com informações sobre os atores e suas ligações. Foram projetados inicialmente dois Menus: *Arquivo* e *Redes*. O Menu *Arquivo* permite abrir a base de dados, que consiste do limite do municipio de Curitiba e de seus bairros. O Menu *Rede* foi dividido em 6 sub-menus, sendo um para cada direito (Saúde, Trabalho, Educação, Assistência Social, Segurança Alimentar e Habitação), e consiste dos atores (representados por pontos) e suas ligações (representadas por linhas). Quando um dos seis direitos é selecionado, o grafo correspondente também é mostrado. Ao clicar sobre um determinado ator ou ligação, o elemento correspondente no grafo é destacado e se apresentam os detalhes sobre ele na área destinada à tabela. Também foram implementadas funções básicas de navegação (zoom in, zoom out e pan) e as funções de consulta estão em desenvolvimento. O sistema está sendo gradativamente implementado e novas funções são previstas, como a inclusão de dados censitários a respeito dos diferentes bairros de Curitiba, e sua representação temática. Busca-se com este sistema permitir aos cientistas sociais um novo meio para realizar análises, considerando não somente os atores individualmente, mas também a possibilidade de identificar padrões e aprender como estes atores são influenciados pelos seus vizinhos e por outras variáveis, como no caso de dados censitários. A visualização do mapa e do grafo conjuntamente também aumenta o poder exploratório dos usuários, uma vez que as análises conduzidas sobre estas representações são diferentes, porém complementares. Como resultado, pretende-se que estes sistema de geovisualização interativo seja capaz de prover novas idéias a respeito das redes sociais.

MAPAS TEMÁTICOS MULTIFINALITÁRIOS PARA O MUNICÍPIO DE ARCOVERDE-PE

ALBINO FERREIRA DE FRANÇA (1)
DIOGO JOSÉ NUNES DA SILVA (2)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
albinoffranca@gmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
maildodiogo@gmail.com

Arcoverde é um município do Estado de Pernambuco, com população estimada em 69157 habitantes (Censo Demográfico de 2010, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Distante cerca 252 km de Recife, tem sua sede localizada nas coordenadas -08º25’08", e -37º03’14", e altitude aproximada de 654 m. Possuidora do quarto maior PIB (Produto Interno Bruto) do Sertão de Pernambuco, Arcoverde é um importante centro irradiador do comércio, cultura e pólo turístico da microrregião do Sertão do Moxotó, com acesso por meio da BR-232. Este trabalho tem como objetivo a integração de imagens de Sensoriamento Remoto visando à elaboração de mapas temáticos de Arcoverde, realizando análises relacionadas à vegetação, hidrografia, altimetria, urbanismo e sistema viário. Esses produtos cartográficos geram subsídios necessários para mapear o uso e ocupação do solo, proporção entra área urbana e área de cobertura vegetal, proporção entra área urbana e área não habitada, entre outras análises. Para o trabalho foi utilizado o Sistema de Coordenadas Geodésicas latitude e longitude, sendo adotado o Sistema Geodésico de Referência WGS1984 (*World Geodetic Reference System 1984*). Os dados usados foram: imagens LANDSAT-TM-5 (*Land Remote Sensing Satellite-Thematic Mapper-5*), obtidas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) de 29/09/2010, órbita 215 e ponto 066; base cartográfica em estrutura vetorial proveniente da Malha Municipal Digital do ano de 2007, com escala de 1:250000, obtida através do site do IBGE no dia 02/03/2011, com Sistema de Coordenadas Geodésicas latitude e longitude e Sistema Geodésico de Referência SAD69 (*South American Datum 1969*), o qual foi posteriormente convertido para o Sistema Geodésico de Referência WGS1984; plataforma ZAPE (Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco); Modelos Digitais de Elevação ASTER-GDEM (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer-Global Digital Elevation Model*) com altitudes referenciadas ao EGM96 (*Earth Gravitational Model 1996*); imagens provenientes do programa computacional Google Earth obtidas em 26/09/2006. No processamento dos dados, foi utilizado o SPRING 5.1.7, versão de 32 bits; TERRAVIEW 4.0.0; Google Earth 5.1.3535.3218. A metodologia usada no mapeamento e estudo da vegetação com LANDSAT-TM5 empregou o IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), ou em inglês NDVI (*Normalized Diference Vegetation Index*), por meio da equação: $NDVI = (\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V)$, onde ρ_{IVP} representa a faixa espectral do infravermelho próximo, e ρ_V a faixa espectral do vermelho. Para fins de correções radiométricas provenientes de interferências atmosféricas, foram associados à equação do NDVI um fator ganho G = 20 e um *offset* = 50, deixando-a no seguinte formato: $NDVI = 20[(\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V)] + 50$. Esse resultado foi gerado a partir do SPRING 5.1.7. Para a análise do mapeamento da hidrografia da região foi realizada uma análise visual sobre da faixa espectral do infravermelho próximo das imagens LANDSAT-5 tendo como pressuposto a baixa reflectância dos corpos d’água no infravermelho próximo, o histograma da imagem foi manipulado gerando realces no contraste entre terra e água, permitindo distinguir melhor a hidrografia da região. Já para o mapeamento das áreas urbanas, foi utilizada a faixa espectral do verde, com posicionamento espectral mais adequado para a detecção de manchas urbanas. Esses dois últimos resultados também foram gerados a partir do SPRING 5.1.7. Por fim, dados do sistema viário foram possíveis de ser adicionados ao trabalho sendo extraídos da plataforma ZAPE. O Cruzamento de todas as informações obtidas foi possível através do software TERRAVIEW 4.0.0, gerando-se as representações cartográficas aqui descritas anteriormente. Através desse trabalho foi possível explanar a importância do mapeamento temático para o município de Arcoverde-PE nos aspectos já citados, bem como as diversas utilidades do sensor TM do LANDSAT-5 e manipulação de suas faixas espectrais, possibilitando a geração de resultados convincentes à escala para o qual o trabalho foi realizado.

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM ESTUDOS MULTITEMÁTICOS DE PROJETOS GEOLÓGICOS

GIOVANI FRONZA (1,3)
CLAUDINEI TABORDA DA SILVEIRA (2)
ALBERTO PIO FIORI (3)

Universidade Federal do Paraná - Curitiba - PR
Setor de Ciências da Terra

(1) Departamento de Geomática
giovanifronza@ufpr.br

(2) Departamento de Geografia
claudineits@ufpr.br

(3) Departamento de Geologia
fiori@ufpr.br

Em plena era digital, com Netbooks, Smartphones e Tablet PCs, ainda existem segmentos científicos que utilizam recursos ultrapassados para coleta, análise e armazenamento de dados espaciais. Sem fazer uso de novas tecnologias, a informação adquirida tende a ficar restrita apenas a pessoa que a obteve, tornando-se conhecida apenas em caso de publicação do trabalho realizado. Um exemplo disto são as cadernetas de campo geológicas que, para seu proprietário, são uma fonte riquíssima de informações, contendo descrições detalhadas de cada local amostrado. Mesmo em caso de disponibilização, estas informações são geralmente simplificadas e direcionadas a uma temática específica, perdendo muito da riqueza contida no detalhamento original. Em caso de novos estudos envolvendo diferentes temáticas, o pesquisador encontra-se obrigado a repetir visitas a uma mesma área de estudo, demandando tempo e gerando gasto desnecessário de recursos muitas vezes escassos. Considerando um amplo grupo de pesquisa atuante em uma grande extensão geográfica, como é o caso do Projeto Falhas (www.projetofalhas.ufpr.br), os problemas tornam-se ainda maiores. Cada participante encontra-se inserido em determinado contexto, envolvido em uma temática específica, com suas próprias convenções, hábitos e convicções. Podemos citar fatores como o uso de diferentes padrões cartográficos como escala, datums, sistemas de coordenadas (UTM ou Geográfica), diferentes nomenclaturas de unidades geológicas (CPRM, MINEROPAR, PRONAGEO) e diferentes notações de estruturas geológicas (Brunton, Clar). Para permitir que os pesquisadores possam atuar em conjunto, deve-se quebrar paradigmas e oferecer aos participantes instrumentos que possibilitem realizar estudos geológicos georreferenciados de forma integrada e participativa, com alta confiabilidade. O Projeto Falhas consiste de um grupo de pesquisa que envolve 5 universidades, com aproximadamente 50 pesquisadores e colaboradores. Seu objeto de estudo são as grandes falhas nos terrenos pré-cambrianos das zonas costeiras, seus efeitos na estruturação de bacias sedimentares e sua importância em relação ao campo da geologia de exploração de reservatórios. A área de estudo ocupa uma faixa de 200 quilômetros de largura por 1.100 quilômetros de comprimento, abrangendo os estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Dentre as temáticas envolvidas podemos citar o estudo do contexto geotectônico, análise geométrica e da deformação, história cinemática, datações radiométricas, arquitetura e mecânica dos falhamentos, superfície Cúrie, estruturas geológicas geotermais, pressão e fluxo de fluídos nas falhas e integração de dados aerogeofísicos. Para solucionar os problemas envolvidos nas etapas de coleta, análise e armazenamento de informações multitemáticas, foram desenvolvidos três aplicativos: uma interface digital para coleta de dados, Caderneta de Campo Geológica Digital, um aplicativo webgis (WebMapa) para visualização e edição das informações geográficas via internet, integrada com os dados do aplicativo Caderneta de Campo Geológica Digital, e uma interface para gerenciamento de usuários, dados e atividades de campo relacionadas ao projeto. O aplicativo foi desenvolvido com tecnologia Microsoft .Net, visando principalmente uma interface simplificada e amigável. Os campos de seleção foram padronizados para evitar conflitos de nomenclaturas. Para inserção de coordenadas, o usuário pode optar por utilizar sistema de coordenadas UTM ou geográfica (DMS) e o sistema fará a conversão automaticamente. Outras ferramentas de destaque são a conversão entre diferentes notações de dados estruturais (Brunton e Clar) e a plotagem imediata de diagramas estruturais, dispensando o uso de stereonets. O aplicativo poderá ser instalado em dispositivos móveis, tal como Smartphones, Netbooks ou Tablet PCs, utilizando banco de dados alfa-numérico compacto, o que permite sua utilização

em campo e agilizando em muito os processos de coleta de dados e tomadas de decisão, uma vez que permite uma avaliação imediata dos dados amostrados. Rotinas de sincronização podem ser executadas assim que o usuário tiver conexão disponível com internet ou quando o usuário considerar conveniente. Uma vez que os dados estejam sincronizados com o banco de dados do servidor, outra rotina realiza periodicamente a espacialização dos dados e os replica para um banco de dados espacial, onde irão incrementar a base de dados para o aplicativo WebMapa juntamente com diversos dados que compõem o SIG (Sistema de Informações Geográficas) do Projeto Falhas. A elaboração do aplicativo WebMapa envolveu estudo de questões intrínsecas as tecnologias disponíveis, tais como a restrição de acesso aos dados em diferentes níveis hierárquicos, adequação das escalas de visualização e representação das feições, publicação de serviços de mapas em diferentes formatos, geração de cache de dados, personalização de ferramentas de edição por usuário, produção de mapas para impressão e exportação para diferentes formatos, busca avançadas por elementos geográficos e por pontos inseridos através do aplicativo Caderneta Digital. Através da interface web, o usuário cadastrado pode ter acesso a dados restritos do projeto e fazer sobreposições com uso de transparências, permitindo a confrontação de sua pesquisa com as demais áreas temáticas envolvidas, podendo conduzir suas análises para um novo rumo, com resultados surpreendentes e inimagináveis sem o uso desses recursos tecnológicos. O uso de SIG para integração e disponibilização dos dados no meio geológico representa um avanço para diversas áreas do conhecimento que utilizam dados geológicos. O uso do sistema desenvolvido garante armazenamento sistemático, seguro e disponibilização dos dados de forma rápida e segura, podendo subsidiar futuros trabalhos que venham a utilizar análises temporais e séries históricas de dados geológicos.

Palavras-chave: Caderneta de Campo Geológica Digital, WebMapa, webgis, SIG, Projeto Falhas

ESTRUTURA DO SISTEMA CADASTRAL DE JOÃO PESSOA – PB: PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

LUCIENE FERREIRA GAMA
MURILO ARANTES
AYOBAMI IWA ZENABU BADIRU
CAMILA LISBOA B. PATRÍCIO
ANDERSOM REIS SOARES
MARCOS PAULO VENCESLAU

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB
Unidade Acadêmica de Design, Infraestrutura e Meio Ambiente
Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento
Gamalf; arantes.murilo{@gmail.com}; ayo.badiru; camillalbp; anderson_reis_soares; marcosvenceslau86{@hotmail.com}

A ausência de cadastros com uma base geométrica única e confiável para ser utilizada em Sistema de Informações Georreferenciadas em nível de município, região e até país é uma das características de muitos municípios brasileiros. Essa realidade tornou-se mais evidente com a necessidade de aprovação dos planos diretores participativos e pela perspectiva de implementação dos instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001, que vem regulamentar a política de desenvolvimento urbano a ser executada pelo poder municipal. O cadastro é um instrumento fundamental para o apoio às ações municipais na medida em que consolida e integra uma série de informações físicas, sociais, econômicas, jurídicas e ambientais sobre o território. Assume um papel essencial para o ordenamento urbano, gestão territorial, suporte ao cumprimento da função social da propriedade, regularização fundiária, direito de construir e na cobrança pelo uso da Terra. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo descrever a situação atual do cadastro do município de João Pessoa considerando os principais executores e usuários, através de visitas técnicas realizadas a órgãos públicos em três níveis (Municipal, Estadual e Federal), além de empresas privadas. Os órgãos públicos visitados foram a Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro da Secretaria de Planejamento da Cidade de João Pessoa – SEPLAM, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba – IPHAEP, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, e as principais empresas públicas que utilizam o cadastro para atender as suas finalidades como a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba - CAGEPA, a companhia de telefone Oi e a Distribuidora de Energia da Paraíba – Energisa. A Cidade de João Pessoa, até a década de 70, não possuía cadastro, e o fichamento para registrar os imóveis era utilizado. A necessidade de efetuar o cadastro não era exclusivamente da prefeitura. Empresas públicas firmaram um convênio com a prefeitura municipal para executar o primeiro cadastramento urbano da cidade, pois viam no cadastro uma solução para a organização de seus projetos. Cada empresa formou a sua própria carta cadastral a partir das informações coletadas. Com o crescimento urbano e demográfico da cidade, a evolução dos métodos e técnicas de levantamento e a informatização viam-se tornaram necessário o recadastramento que teve início em 1998, quando foi realizado o voo Fotogramétrico abrangendo toda a área do Município, além dos municípios adjacentes (Cabedelo, Conde, Santa Rita e Bayeux). Com a carta cadastral da cidade, obtida a partir da restituição das fotografias aéreas do Município em 2000, foi realizada a coleta das informações descritivas dos imóveis. Neste recadastramento, a cidade que antes possuía 27 setores, passou a ter 61. Atualmente a Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro – DIGEOC da Secretaria de Planejamento de João Pessoa – SEPLAN é responsável pela realização, atualização e manutenção do Cadastro Urbano na cidade. O quadro Técnico da DIGEOC é constituído por topógrafos, tecnólogos em geoprocessamento e pessoal de apoio ao cadastro e não tem nenhum Engenheiro Agrimensor/Cartógrafo. Dez anos após o último recadastramento, as atualizações são feitas por visitas *in loco* de dois fiscais, a partir de reclamações e requerimentos dos contribuintes motivados em sua maioria pelos valores incorretos na cobrança tributária e por alterações na geometria dos imóveis. Através da sobreposição da base cartográfica, contendo a projeção das edificações com a informação no banco de dados, foram identificados cerca de 1.800 imóveis prediais desde o Levantamento aerofotogramétrico realizado em 1998; e com a sobreposição da base cartográfica na imagem de satélite Quickbird foram identificados 11.000 imóveis prediais cadastrados. É importante enfatizar que todas as atualizações são feitas através do preenchimento do Boletim de Informações Cadastrais, a partir de processos de solicitação de reavaliação de imóveis. O Banco de Dados Municipal do cadastro é atualizado duas vezes por semana. O cadastro dos novos loteamentos é feito a partir de processo, contendo projeto de loteamento e Planta em anexo. Segundo os

servidores da DIGEOC, já deveria ter ocorrido duas atualizações cadastrais completas do Município, em 2005 e em 2010. Um novo projeto de recadastramento está previsto para 2011. Quanto ao cadastro dos Imóveis do Patrimônio Histórico do Município de João Pessoa, 12 imóveis são tombados e cadastrados pelo IPHAN, 60 imóveis tombados e cadastrados pelo IPHEP e aproximadamente 90 imóveis tombados e cadastrados pela Coordenadoria do Patrimônio Cultural do Município de João Pessoa - COPAC. Quanto ao número de imóveis que integram a área de conservação do patrimônio histórico da Cidade de João Pessoa as informações são divergentes: o IPHAN diz ter 900 imóveis e a COPAC 1500. Cabe salientar que esse cadastro é superficial, apresentando alguns dados dos imóveis, tais como número, endereço, proteção existente, carta cadastral; grande parte de forma desatualizada e outras informações fornecidas pelo proprietário. O estado de conservação de alguns imóveis tombados é precário. Segundo servidor da COPAC está previsto para 2011, um cadastramento cobrindo toda a área que integra o Patrimônio Histórico da Cidade de João Pessoa. Quanto ao Cadastro existente nas Empresas Públicas CAGEPA, Energisa e Oi, cada uma é responsável pela implantação, manutenção e atualização de sua base geométrica, pois alegam que as informações contidas na base métrica da prefeitura não apresentam confiabilidade para atender as suas necessidades. Diante das visitas técnicas realizadas às principais empresas usuárias de cadastro da cidade de João Pessoa constatou-se que a carta cadastral utilizada não é unívoca. Portanto, a implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário com uma base geométrica única é algo longínquo porque as empresas públicas não apresentam interesse em firmar parcerias com a Prefeitura municipal. Outra questão que chama a atenção nesta pesquisa é a falta de atenção da prefeitura e das instituições de preservação do patrimôniono tocante ao gerenciamento da conservação física de seus imóveis, pois alguns se encontram em estado de ruínas. Sabe-se que pela Legislação Vigente no Brasil, as Prefeituras Municipais são responsáveis pelos seus cadastros que devem abranger todo o seu território, e que esse Cadastro não deve ter finalidade voltada somente para a arrecadação imobiliária, mas deve ser usado como principal ferramenta para traçar políticas de planejamento urbano. João Pessoa tem seu cadastro voltado principalmente para a cobrança tributária.

CARTA CADASTRAL E A NBR 15777

MARKUS HASENACK (1)
CESAR ROGÉRIO CABRAL (2)

(1) Instituto Federal de Santa Catarina
Curso Técnico de Agrimensura, Florianópolis - SC
hasenack@ifsc.edu.br

(2) Instituto Federal de Santa Catarina
Curso Técnico de Agrimensura, Florianópolis - SC
ccabral@ifsc.edu.br

Este artigo tem por objetivo principal revisar e alertar para os conceitos que estão sendo adotados na NBR 15777/2009 (Convenções Topográficas para cartas e plantas cadastrais – escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 – Procedimento) com as demais normas e conceitos adotados no Brasil e no mundo. No mesmo ano, 2009, o ministério das Cidades consolidou as Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), a ser implantado nos municípios brasileiros, publicadas no Diário Oficial da União (DOU) por meio da portaria N°511. As publicações das diretrizes e a NBR 15777, expuseram as divergências entre as concepções tradicionais dos levantamentos realizados no Brasil e suas respectivas representações, e os princípios de um moderno conceito de Cadastro e Topografia. O escopo da NBR 15777 apresenta com muita propriedade os anseios da comunidade ligada as ciências geodésicas, porém em seu conteúdo mostra o quanto temos que avançar na disseminação e aplicação de conceitos sobre Cadastro. O problema cartográfico na área de cadastro se evidencia quando não se consegue diferenciar carta cadastral de carta topográfica, as quais não têm a mesma conotação. Por outro lado é muito comum se ouvir falar na definição de carta cadastral apenas pela sua escala, escala grande, mas, o que caracteriza a carta cadastral é o seu conteúdo técnico. De outro modo, é perfeitamente possível entender a existência de cartas topográficas sistemáticas em escalas grandes. Quanto aos sinais convencionados a serem utilizados nas cartas cadastrais, é de fundamental importância a definição de sinais para representar o conteúdo jurídico das cartas, uma vez que não existe uma definição para estes sinais em normas brasileiras. Já em cartas topográficas são representados todos aqueles elementos naturais e/ou culturais sobre a porção da superfície terrestre que se está estudando e que são amplamente contidos nas normas brasileiras de uma maneira geral. As convenções para as Cartas Cadastrais devem ser discutidas e normalizadas para que possam representar de forma simples visando atender os objetivos mais importantes do Cadastro Territorial como possibilitar a atualização contínua e permanente, a comprovação da propriedade para razões distintas como compra, transação e projetos de construções, restrição de uso do solo, além da segurança física e geométrica dos limites das parcelas cadastrais em perfeita sintonia com a Legislação Territorial. O conflito nos conceitos de cadastro, levantamento cadastral e carta cadastral em nosso País se destacam nas publicações, nas instituições de ensino e pesquisa e nos órgãos governamentais responsáveis pela condução das políticas geodésicas e cartográficas. No Brasil não existe um órgão público e oficial com responsabilidade legal sobre as medições cadastrais. Até o momento, não existe um cadastro público, unificado e padronizado, multifuncional e moderno, com o registro de todos os dados técnicos, legais e gráficos para as propriedades imobiliárias, relacionado a terrenos e edificações. Necessário faz-se, primeiro a propagação de conceitos internacionalmente consagrados e posteriormente, a reformulação das normas e procedimentos técnicos adotados. Mas os maiores desafios encontram-se nas escolas de formação técnica e na mudança da cultura dos profissionais que atuam na área. As normas técnicas existentes, embora façam referência ao Cadastro, não atendem as necessidades cadastrais pois todas foram elaboradas com conceitos de levantamentos topográficos. Faz-se necessário a revisão das normas e procedimentos com uma visão que contemple a Carta Cadastral como base geométrica única para as demais Cartas.

INDE – APLICABILIDADE EM ESCALAS GRANDES

ANDREA LOPES IESCHECK
MARCO AURÉLIO DORNELLES

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Geociências
Departamento de Geodésia, Porto Alegre - RS
andrea.iescheck@ufrgs.br
marcoad.ecart@gmail.com

Situações muito comuns em Tecnologia da Informação e Comunicação são a redundância de dados e a falta de padronização. O mesmo dado, muitas vezes, é produzido, gerenciado, utilizado e armazenado por diversos setores de forma isolada, com diferentes formatos e padrões, e que visam atender única e exclusivamente às necessidades individuais de cada setor. Tal política gera um dispêndio desnecessário de recursos além de dificultar a conversação e o intercâmbio de informações. No caso da Informação Geográfica isso também ocorre e a implantação de medidas voltadas à centralização, à padronização e ao compartilhamento dos dados e das informações, permite que grupos de organizações com objetivos comuns, como é o caso do setor público, beneficiem-se com o uso racional de recursos e a facilidade de comunicação entre os seus diversos setores. Com o objetivo de evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados, o governo iniciou, em 2003, estudos que visam integrar e padronizar os dados geoespaciais produzidos pelos diversos órgãos da administração federal e, em 2008, através do Decreto 6.666, instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Além disso, os dados provenientes de diferentes fontes, produzidos para atender objetivos específicos de um grupo de usuários, apresentam especificações e características técnicas diversas. Portanto, para integração, interpretação e uso adequado dos dados é necessário conhecer os seus metadados. Os metadados, conjunto de informações que documentam e descrevem os dados, possibilitam a compreensão e o entendimento sobre sua aplicabilidade e forma de utilização. O propósito da INDE é catalogar, integrar e harmonizar os dados geoespaciais, produzidos e mantidos pelas diversas instituições governamentais, visando facilitar sua localização, exploração e acesso por qualquer usuário. A padronização da estrutura de dados espaciais e de metadados proposta pela INDE visa atender as escalas-padrão de 1:1.000.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000, abrangidas pela Cartografia Sistemática Brasileira. Porém, o mapeamento topográfico em escalas maiores que 1:25.000 carece de uma legislação em âmbito federal para sua normatização, sendo que a mesma fica a cargo dos estados e dos municípios. A fim de viabilizar o compartilhamento e a integração de dados em todas as escalas, o Plano de Ação da INDE recomenda que a concepção do projeto cartográfico para escalas grandes siga as normas e padrões propostos pela INDE. Nesse sentido, o problema de pesquisa aqui abordado tem por objeto de estudo o mapeamento topográfico em escalas grandes, no que se refere à análise da aplicabilidade dos padrões de dados e de metadados propostos pela INDE. A metodologia empregada compreende os seguintes procedimentos: aquisição de dados, levantamento das feições mapeadas, análise de todas as feições mapeadas para enquadramento no modelo de dados da INDE, geração das classes de feições, montagem do banco de dados, implementação para a área piloto (demonstrativo do conjunto de dados geoespaciais - classes), preenchimento dos atributos das classes e associação dos metadados. Este trabalho foi realizado com dados do município de Canoas, localizado na região metropolitana de Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul. A base cartográfica utilizada é composta por 123 cartas topográficas em formato vetorial, na escala 1:2.000, com curvas de nível equidistantes de 1m. Utilizou-se o programa ESRI™ ArcGIS, versão 9.2, para estruturação do conjunto de dados geoespaciais de acordo com o modelo proposto pela INDE. Os metadados foram gerados com a ferramenta Geonetwork, conforme sugerido pelo Plano de Ação da INDE. O Geonetwork é um sistema de gerenciamento de informações geoespaciais aberto e baseado em padrões, que permite o acesso a bases de dados através de metadados descritivos, utilizando os recursos da Internet. O Geonetwork disponibiliza vários modelos (templates) para edição de metadados nos diversos padrões existentes (ISO19115, FGDC, Dublin Core, e outros). Dentre esses modelos, os que atendem às especificações da INDE são o Perfil MGB sumarizado e o Perfil MGB completo. Nesta pesquisa, utilizou-se o perfil MGB sumarizado. Os resultados obtidos confirmam a aplicabilidade da INDE para escalas maiores que 1:25.000. As feições representadas em cartas de escalas grandes, como no caso deste trabalho, foram adequadamente estruturadas de acordo com o modelo de dados e o padrão de metadados proposto na INDE. Pelo maior grau de detalhamento, inerente à representação de feições na escala 1:2.000, foram necessárias algumas adaptações, como a criação de novas classes, atributos e domínios de atributo, para o atendimento pleno de todas as feições mapeadas. Recomenda-se que seja disponibilizado um conjunto mínimo de estruturas de dados

"vazias", para facilitar a implementação. Outra questão relevante é referente à simbologia e estudos devem ser conduzidos acerca da sua padronização para escalas grandes, visando atender ao máximo de situações possíveis. Com relação aos atributos não previstos nas estruturas de dados (classes) da INDE, e que dependem das necessidades de cada usuário, existem alternativas para sua implementação. Além disso, como o mapeamento em escalas grandes é muitas vezes realizado para fins de cadastro multifinalitário, deve-se considerar a inclusão de classes e de atributos para atender esta demanda. Com relação aos metadados, o uso do Geonetwork se mostrou simples e intuitivo, o que facilitou a criação e a edição dos metadados segundo os padrões da INDE.

USO DA TÉCNICA DE ANAMORFOSE CARTOGRÁFICA PARA ANÁLISE DA DENSIDADE EDILÍCIA NO PROCESSO DE VERTICALIZAÇÃO URBANA

MAURO ISSAMU ISHIKAWA (1)
JOSÉ ROBERTO FERNANDES CASTILHO (2)
GEORGE DEROCO MARTINS (3)
MARCO AURÉLIO MORAES DE MENDONÇA (3)
VINÍCIUS FRANCISCO ROFATTO (3)

Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia
(1) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
(2) Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente
(3) Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica
{mauro, castilho}@fct.unesp.br

O mapa representa o universo do mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema de representação. Esta reprodução é possível graças ao princípio de analogia, e visa representar os objetos segundo as mesmas disposições, relações e dimensões pelas quais elas são percebidas na realidade. Neste sentido, a representação visa evidenciar fenômenos esparsos onde a densidade, ou concentração, é de fundamental importância, pelos mapas, criando uma relação onde a razão entre a massa de uma substância localizada num espaço e a dimensão deste espaço seja revelada. É exatamente este o sentido, ou método, da anamorfose cartográfica, que consiste na transformação espacial dos objetos de forma controlada para que se possam realizar medidas sobre as novas áreas. Uma das aplicações deste método é realizar uma análise do processo de verticalização das cidades, que se acentuou em todo o mundo com o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias, como por exemplo, modernas técnicas de construção (o concreto armado, a estrutura em ferro, etc.), bem como a tecnologia de transporte vertical nos edifícios de apartamentos, que ganharam conformação jurídica própria. Outro fator a respeito do crescimento vertical das cidades, diz respeito ao processo de constituição do condomínio edilício, denominado, tecnicamente, de incorporação imobiliária. A incorporação imobiliária é um contrato complexo destinado à produção de um edifício que será objeto de condomínio edilício. Vale ressaltar que este processo implica a expansão vertical da cidade, semelhante com o parcelamento do solo urbano, implicando expansão horizontal dela, como, de forma resumida e desconsiderando desdobramentos específicos. A densidade edilícia consiste na quantidade de edificação relacionada à área do lote ou quadra, havendo necessidade de uma transformação cartográfica para representar toda a área urbana contida num certo perímetro. Isto porque, cartografar a real extensão de uma cidade consiste não somente em representar a expansão horizontal, mas também requer muita atenção para o mapeamento de todos os metros suplementares que ganham ao crescer em altura. Assim, pode-se dizer que a idéia de quadra verdadeira é de mostrar efetivamente a real dimensão da quadra, ou seja, propõe-se a mensurar e representar o montante de pisos – espaços destinados à ocupação humana – construídos nela, para além do espaço contido pelas vias limítrofes à quadra. A idéia é de representar a verticalização do espaço urbano que cria novas áreas artificialmente. E para estudar de forma adequada o estoque de área disponível (área ainda passível de ser edificada no lote), é necessário, conhecer o Coeficiente de Aproveitamento (CA), pois é ele que irá materializar, de certa forma, o direito de construir. Três espécies de CA são identificados: básico, mínimo e máximo. O CA básico é o que resulta da lei de zoneamento, como direito de construir inerente ao lote e cuja utilização é gratuita. O CA mínimo é um importante instrumento introduzido pelo Estatuto da Cidade, usado não para conter a verticalização, mas sim para o controle de vazios urbanos especulativos. O CA máximo é o que separa o direito de construir do direito de propriedade, isto é, traduz-se, na possibilidade do proprietário do empreendimento ampliar, até o limite da lei, o potencial construtivo básico do lote, sob certas condições e mediante alguma forma de contrapartida ao Município, que pode ser financeira ou não. Existe, portanto, uma relação direta entre o estoque de área disponível e o CA máximo. Há então dois requisitos instransponíveis para se chegar ao CA máximo num lote: a referida barreira legal de teto (limite individual), ou seja, até quanto é permitida a elevação do CA, como exemplo, em Presidente Prudente pode chegar até 6; e a inserção espacial do lote (limite geral), ou seja, se a área em que ele se encontra permite o adensamento e se há estoque ainda disponível. Portanto, quando cartografada a área do lote, bem como a área edificada, tem-se um CA real, uma vez que as medidas são feitas no espaço real, e desta forma, conhecendo o CA legal, ou seja, aquele determinado por lei, é possível analisar o estoque real de área disponível. Assim, a área do espaço urbano implica na soma do solo natural com o solo artificial, ou seja, criado pelo homem, nas edificações de múltiplos pisos. Nota-se que o crescimento vertical de uma cidade é um fator que deve ser considerado quando se deseja ter uma noção da real área passível de

ocupação, bem como um estudo da demanda de infraestrutura necessária para atender tal região (infraestrutura viária, sanitária, energética, etc.). Esse tipo de exercício não vem sendo considerado na modelagem de planos diretores e em estudos de urbanização com áreas de densidade elevada, quando, pelos fatores explicitados, deveria ser colocado entre os primeiros planos. Desta forma, pretende-se aplicar o princípio do método de anamorfose cartográfica, afim de, não somente representar da melhor forma possível a densidade edilícia, mas também utilizá-lo como uma ferramenta primordial no planejamento urbano, de modo a controlar o potencial construtivo dos imóveis, no que tange ao crescimento vertical dos edifícios e, portanto, do solo artificial. Esse trabalho representa, pelo método de anamorfose, a análise da densidade edilícia de quatro quadras do centro da cidade de Presidente Prudente-SP, escolhidas pela heterogeneidade das construções, pois representam de maneira adequada diferentes formas de ocupação, tendo amostras de terrenos baldios, lotes pouco e muito ocupados e edifícios com baixas e elevadas alturas. Com base nos experimentos e resultados realizados pode-se concluir que a anamorfose cartográfica é um eficiente instrumento para representar a densidade edilícia, ou seja, um instrumento para auxiliar no processo de contenção e análise da verticalização e de outros atributos que se queira representar. Em termos de comunicação visual, os resultados mostraram também que os mapas gerados em anamorfose evidenciam de forma legível as quadras com alta densidade edilícia. Portanto, o cartograma, do ponto de vista cartográfico, revelou ser uma representação que limita tendências espaciais, uma vez que, esta representação mostra claramente as características peculiares de cada quadra. Do ponto de vista urbanístico, o cartograma apresenta-se como um novo documento cartográfico com a finalidade de analisar a densidade edilícia de cada quadra.

AVALIAÇÃO VISUAL DE FRAGMENTOS DA CARTA TOPOGRÁFICA SG-22-X-D-III-3 DE ESCALA 1:50K E SUAS CARTAS COMPONENTES DE ESCALA 1:25K DO PONTO DE VISTA DA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

ANA CAROLINA AOKI LOPES
CAMILLA FERNANDA DA COSTA
EMILY LETÍCIA DA SILVA HONORATO
IVONE FERREIRA SARTOR
MARIÂNGELA POSSAMAI DA SILVA VELHO
ROBERTA DALBOSCO CARLETTO
HENRIQUE FIRKOWSKI

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências da Terra
Curso de Engenharia Cartográfica
Departamento de Geomática, Curitiba – PR
linalopes@gmail.com, camiff@gmail.com, emilyhonorato@bol.com.br, ivonesartor@hotmail.com, mari.velho@gmail.com, roberta.dbc@hotmail.com, firk@ufpr.br

O contexto ou o aspecto de generalização está presente em qualquer atividade de representação cartográfica de uma realidade física e/ou de uma realidade conceitual. A complexidade do mundo real e as suas inter-relações compõem dois conjuntos infinitos de elementos. Para o sentido humano pode-se considerar que o mundo é composto por um número imenso de objetos. Do mesmo modo pode-se dizer que existe um número muito grande de possíveis relações entre estes objetos. Estas relações são estabelecidas pelo indivíduo que observa ou que está imerso no mundo real. É um propósito, em Cartografia, realizar a determinação de subconjuntos de objetos deste mundo complexo e, em última instância, isto é, a muitos passos ou etapas afastados da determinação dos objetos a representar, produzir a sua representação. O meio de expressão que se vale a cartografia consiste na representação gráfica do mundo ou de parte dele, de acordo com certas injunções bem conhecidas como referencial geodésico, projeção cartográfica, adoção de um conjunto de símbolos, uma rede de linhas de referência e escala. Assim na representação cartográfica assume-se o estabelecimento ou a definição de quais elementos/conceitos do mundo real deverão ser apresentados. Isso ocorre como resultado das relações esperadas a realizar quando da sua utilização pelos potenciais usuários. Essencialmente uma representação cartográfica consiste numa representação codificada de uma parte do mundo real ou d fenômenos e/ou conceitos nele presentes. Pode-se dizer então que a representação cartográfica se constitui numa generalização do mundo real, visto que nem todos os objetos ou nem todos os fenômenos são de interesse para o usuário. Alcançar a generalização do mundo real depende, portanto da destinação da representação. A utilidade de uma representação está condicionada em grande parte ao seu conteúdo, ou ao interesse do usuário. Neste trabalho, desenvolvido como parte da disciplina optativa Generalização Cartográfica, apresenta-se uma síntese das atividades de leitura e interpretação de fragmentos homólogos de cartas nas escalas 1:50k (SG-22-X-D-III-3,) e as respectivas cartas componentes de escala 1:25k (SG-22-X-D-III-3-NE, NO, SE e SO). O processo de avaliação visual teve início na identificação de cada região da escala 1:25k na correspondente região da carta de escala 1:50k e sua demarcação gráfica por meio de um retângulo visível e identificável. A terminologia adotada está de acordo com o modelo de generalização proposto por *McMaster e Shea*. A análise visual tomou em conta as classes de objetos hidrografia, vegetação, rede viária, edificações e relevo. De forma sistemática foram observadas ou visualizadas as regiões homólogas nos dois fragmentos de cartas em busca de diferenças em representação. Cada variação em representação detectada teve sua razão explicada sob a ótica da teoria de generalização cartográfica. Ocorreram nestas duas escalas casos de simplificação de feições lineares como as vias de acesso, de componentes da rede de hidrografia, embora em algumas regiões destas cartas se tenha a impressão de que houve aumento em detalhe na escala menor (1:50k) em relação à escala maior (1:25k), o que por si implica numa incoerência do ponto de vista de generalização. Percebeu-se a ausência da aplicação justificável do operador de colapso em partes da representação da hidrografia, uma vez que, em alguns locais os rios apresentados na escala menor têm o traço visivelmente maior que a espessura do símbolo linear de rio, o que proporciona uma imagem carregada. Observou-se a aplicação do operador de refinamento principalmente aos canais temporários das bacias. Para o caso da representação da vegetação percebeu-se que determinadas regiões que mostravam uma variações de vegetação vizinhas

foram preenchidas pela vegetação dominante ao redor, o que pode ser justificado pelo tamanho mínimo destas feições na escala 1:50k, pela ocorrência da imperceptibilidade, isto é, feição menor do que o tamanho mínimo representável na escala em questão. A rede viária sofreu omissão, visto que alguns segmentos de vias de foram suprimidos e os segmentos que permaneceram sofreram suavização e deslocamento. Ocorreu inconsistência, isto é, houve a supressão de um trecho de via, porém permaneceu a representação (símbolo) de ponte sobre o rio. No que diz respeito às edificações percebeu-se que houve a redução do número de edificações e houve a agregação e deslocamento. Para a representação do relevo ocorreu a operação de seleção, de modo que as curvas de nível passaram a ter intervalo múltiplo de 20m, comparativamente à escala original que é de 10m. O aspecto mais importante observado na representação do relevo consiste no fato de alguns morros e alguns pontos máximos, importantes na representação de escala menor, foram suprimidos, e em alguns casos houve mudança de posição de pontos cotados. Tem-se a impressão que a produção desta carta obedeceu a diferentes critérios de decisão, pois percebe-se, em diferentes partes, que as constatações realizadas num local não se verificam em todos os lugares nas mesmas condições, como é o caso do detalhamento encontrado na representação da hidrografia em diferentes lugares. Este trabalho foi inteiramente realizado de forma manual. Algumas medidas de dimensão de traços foram realizadas com o propósito de verificar a homogeneidade da representação. Percebeu-se que as espessuras dos traços se mantiveram iguais. Pretende-se, em trabalho futuro, repetir a mesma avaliação para o caso de uma relação maior entre escalas original e escala generalizada.

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA CARTA UTILIZANDO IMAGENS ALOS/PRISM DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES DA INDE

CAROLINA SCHERRER MALAMAN [(1)]
RAQUEL ALVES DE OLIVEIRA [(1)]
ISADORA DE OLIVEIRA GIGLI
JULIO INÁCIO TAYRA
ANTONIO MARIA GARCIA TOMMASELLI [(1, 2)]
JULIO KIYOSHI HASEGAWA [(1, 2)]
MAURÍCIO GALO [(1, 2)]
NILTON NOBUHIRO IMAI [(1, 2)]

Universidade Estadual Paulista - UNESP
FCT - Faculdade de Ciência e Tecnologia / Presidente Prudente – SP
[(2)] Departamento de Cartografia
[(1)] PPGCC – Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
{cmalaman, raquel88, julio.tayra}@gmail.com; isadoragigli@hotmail.com
{nnimai, galo, tomaseli, hasegawa}@fct.unesp.br

Até recentemente, todas as informações geoespaciais existentes no Brasil encontravam-se distribuídas entre várias instituições públicas e privadas e esses conjuntos de dados e informações eram geralmente encontrados de forma isolada, em diferentes formatos e padrões, nem sempre organizados e em sistemas que muitas vezes não se comunicam perfeitamente entre si. Essa situação dificulta sua utilização e muitas vezes, provoca a redundância de esforços e investimentos na obtenção e produção dessas informações. Pensando nisso, foi instituída a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), baseada nas IDEs (Infraestrutura de Dados Espaciais) criadas em outros países, que tem por finalidade padronizar, ordenar e disseminar as informações geoespaciais. As IDEs vêm sendo implantadas desde 1990 para a tomada de decisões, pela necessidade de se conhecer e integrar dados e informações geoespaciais do setor público, para municiar projetos que demandam dados e informação em áreas tais como: saúde, educação, agronegócios, petróleo e gás, diferentes tipos de energia, telecomunicações, monitoramento e abastecimento de água, saneamento, mineração, transporte, meio ambiente, administração pública, regularização agrária, relações exteriores, bases operacionais e de planejamento para pesquisas (censos e outros), e outros projetos. No Brasil, a INDE foi instituída com a finalidade de permitir o aprofundamento do conhecimento acerca do território nacional, a fim de nortear a atuação governamental e dar à sociedade um real perfil do País de modo que se tenha uma noção permanente de suas potencialidades e necessidades. A implantação da INDE segue as normas e especificações técnicas da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). A Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) tem por objetivo padronizar e orientar todo o processo de aquisição da geometria dos vários tipos de dados geoespaciais vetoriais, presentes na Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), da CONCAR, para qualquer que seja o insumo a ser utilizado (levantamento de campo, fotografias aéreas, imagens de sensores orbitais, etc.), visto que os processos de aquisição são similares. O objetivo deste trabalho foi aplicar as normas da INDE na geração de uma carta na escala 1:25.000 utilizando um tripleto de imagens do sensor PRISM (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*) do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*). As imagens PRISM do satélite ALOS, com elemento de resolução de 2,5m estão sendo amplamente utilizadas em aplicações de sensoriamento remoto e cartografia, devido ao seu baixo custo de aquisição e à sua capacidade estereoscópica. Inicialmente, foi realizada a fototriangulação do tripleto PRISM/ALOS no software *Leica Photogrammetric Suite* (LPS). Com este propósito foram realizados levantamentos em campo para obter as coordenadas dos pontos de apoio. Em seguida, foram adquiridas, no módulo PRO600 do LPS, as feições de interesse pelo processo de restituição estéreo que serviram como base para dar carga ao banco de dados. O banco de dados utilizado neste trabalho foi implementado pela DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército) e gentilmente cedido ao grupo pela Empresa Engemap Engenharia, Mapeamento e Aerolevantamento Ltda. Representado no formato de uma *geodatabase*, que pode ser caracterizada como um banco de dados relacional que armazena dados geográficos, o banco de dados contém todas as tabelas especificadas na EDGV, separadas de acordo com as categorias de cada classe. Algumas especificações descritas nas normas da INDE não foram aplicadas como, por exemplo, a inserção de pontos em trechos rodoviários toda vez que ocorresse uma mudança de atributo, como curvas, declividade, tipo de revestimento, número

de pistas, entre outros, uma vez que geraria uma grande quantidade de pontos, dificultado os processos de aquisição e edição da feição. As curvas de nível foram interpoladas do Modelo Digital do Terreno (MDT), gerado e editado no LPS. Posteriormente, no software ARCGIS, o banco de dados foi carregado e os dados foram editados, sendo a carta de interesse elaborada. Com o propósito de avaliar a o produto obtido foi feito o devido controle de qualidade de acordo com o padrão de exatidão cartográfica (PEC). Após a avaliação de tendências e análise da precisão, com base em 20 pontos de verificação verificou-se que o produto gerado atingiu a classe A na planimetria e B na altimetria.

PRODUÇÃO DE MENSAGENS SONORAS PARA SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL

ANA PAULA DA SILVA MARQUES (1)
MÔNICA MODESTA SANTOS DECANINI (2)
EDMUR AZEVEDO PUGLIESI (3)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Presidente Prudente - SP
(1) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas - PPGCC
marques.engcart@gmail.com
(2,3) Departamento de Cartografia
monca@fct.unesp.br
edmur@fct.unesp.br

O propósito de um Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA) é auxiliar na tarefa de navegação, sobretudo, tratando-se de áreas pouco ou não conhecidas pelo motorista. Tais sistemas apresentam as instruções de direção por meio de diferentes modalidades, as quais estão relacionadas aos estímulos perceptivos dos seres humanos. Dentre as modalidades mais utilizadas e investigadas tem-se a visual e a sonora, bem como a representação multimodal, a qual consiste na combinação de duas ou mais modalidades. Na modalidade visual as informações são transmitidas através de mapa e/ou esquema de seta, enquanto que na modalidade sonora utiliza-se som natural, a partir de comando de voz, e/ou sons abstratos. Uma das características mais relevantes da modalidade sonora é não exigir que o motorista retire os olhos da via enquanto recebe as informações, um fator positivo para a segurança do usuário, uma vez que a distração na direção representa uma das principais causas de acidente de trânsito. A associação de mensagens sonoras às representações visuais tem sido considerada um dos meios mais eficientes para se apresentar as instruções de navegação ao motorista, por apresentar baixa demanda visual, pouco erro navegacional e maior preferência subjetiva, o que contribui para o aumento da usabilidade do sistema. Diante disso, o objetivo deste trabalho consiste em produzir mensagens sonoras de direção de manobra em um SINGRA, desenvolvido na FCT-UNESP, para apresentá-las em sincronia com a representação cartográfica visual, a fim de auxiliar a preparação para a realização de manobras. A principal motivação para a apresentação de instruções sonoras foi contribuir para a redução da demanda visual para o monitor de navegação e, consequentemente, favorecer a diminuição de risco no uso do sistema. As instruções sonoras foram projetadas para (1) atrair a atenção do motorista para a realização da próxima manobra, e (2) reforçar a direção da manobra apresentada visualmente. Para o primeiro caso foi selecionado um som abstrato de *beep*. Para o segundo, utilizou-se mensagem de voz, a qual pretende comunicar a direção da manobra em três situações diferentes, de acordo com a característica da junção. Na primeira, a mensagem de voz descreve a direção da manobra, seguida do nome da próxima via ("Vire à direita, Rua Carlos Gomes"). Na segunda, a mensagem indica a direção da manobra, seguida do tipo de ponto de referência, quando existente próximo da junção ("Vire à direita, na igreja"). Na terceira situação, considerou-se manobra em rotatória, cujas instruções apresentaram o número da saída, associado ao nome da próxima via ("Na rotatória, pegue a terceira saída, Rua Presidente Roosevelt"). Apresentou-se a direção da manobra antes das demais informações, porque essa ordem favorece o desenvolvimento do mapa cognitivo do motorista, como delineado em pesquisas anteriores. Além disso, as mensagens são caracterizadas como de "curta duração", pois mensagens longas parecem prejudicar a memorização da instrução. As instruções sonoras foram produzidas no *Windows Movie Maker* e programadas no SINGRA, a partir do compilador *Microsoft Visual Basic* e da biblioteca *ESRI MapObjetcs*. Considerou-se uma rota de estudo na cidade de Álvares Machado, com treze manobras distintas. A voz feminina foi empregada, pois se trata de um gênero adequado para auxiliar o motorista na tarefa de preparação para a realização da manobra. As instruções consistiram em mensagens pré-gravadas, devido ao tom mais natural e de maior preferência do motorista, quando comparadas às mensagens geradas pelo método *text-to-speech* (texto para fala), o qual elabora a mensagem sonora a partir de uma voz criada pelo próprio computador. As mensagens sonoras apresentam diferentes taxas de variação, a qual consiste na relação entre a duração de um som e o silêncio no tempo, porque dependeu do comprimento de cada trecho da rota. Para trechos curtos (menor que 100 metros), obteve-se uma maior taxa de variação, pois as manobras eram próximas, enquanto que para trechos de rota longos (maior que 100m) a taxa de variação foi caracterizada como menor, em virtude do intervalo de tempo entre as duas mensagens ser maior. O limiar de 100m antes da manobra, que marcou o momento do disparo da mensagem sonora, foi determinado

com base na velocidade máxima permitida na via, a qual varia entre 40 e 60km/h. Essa distância permite que o motorista tenha de oito a dez segundos para começar a realização da mudança de direção, intervalo que pode ser aumentado visto que a preparação para a manobra provoca a redução progressiva da velocidade. Para os trechos de rota que apresentaram extensão inferior a 100m, disparou-se a instrução sonora a 20 metros após a última manobra, conforme sugerido pela literatura. Neste caso, obteve-se mensagens sonoras com maior taxa de variação. Ao analisar o funcionamento do sistema, e em específico o momento do disparo das instruções sonoras, observou-se que tais instruções foram apresentadas em sincronia com as representações visuais e, também, de acordo com a tarefa de navegação desenvolvida ao longo da rota. Isso é de suma relevância, uma vez que a modalidade sonora não só possibilita alertar o motorista sobre a proximidade da mudança de direção, como também permite utilização em conjunto com a mídia visual, a qual fornece maior contexto espacial para a tomada de decisão, em tempo real. Contudo, recomenda-se uma avaliação do sistema áudio-dinâmico junto a um grupo de motoristas brasileiros, pois a questão das diferenças culturais é considerada um critério relevante para o projeto de interfaces para SINGRA. Isso porque a maneira como as pessoas percebem o ambiente e a característica do leiaute urbano, pode mudar de um país ou região para outra, o que pode interferir na seleção e apresentação das informações. A decisão por apresentar mensagens pré-gravadas e na voz feminina foi baseada em estudos sobre fatores humanos realizados em países como Estados Unidos, Inglaterra e Japão. Portanto, requer-se, ainda, investigar se tais fatores prevalecem ao se considerar outros contextos espaciais. Além disso, recomenda-se que uma terceira modalidade, a tátil, seja incorporada às representações áudio-dinâmicas, no intuito de facilitar a tarefa de navegação, quando apoiado por tecnologias de navegação.

APLICAÇÃO DE GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA EM UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL

ANA PAULA DA SILVA MARQUES (1)
MÔNICA MODESTA SANTOS DECANINI (2)
EDMUR AZEVEDO PUGLIESI (3)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Presidente Prudente - SP
(1) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas - PPGCC
marques.engcart@gmail.com
(2,3) Departamento de Cartografia
monca@fct.unesp.br
edmur@fct.unesp.br

A navegação em ambiente pouco familiar é considerada complexa, pois durante a manutenção em rota o motorista deve tomar várias decisões e, simultaneamente, controlar o automóvel, o que pode acarretar frustração e erros na direção. Para auxiliar o motorista com relação a este tipo de tarefa, os Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA), encontram-se disponíveis. Contudo, devido essa tecnologia ser utilizada, sobretudo, com o automóvel em movimento, o que pode interferir na principal tarefa, a qual consiste em controlar o veículo, existe uma preocupação quanto ao projeto de interfaces para esses sistemas. O intuito é desenvolver dispositivos que não representem uma fonte de distração ao motorista e sobrecarga perceptiva e/ou cognitiva, mas, sim, que possam auxiliá-los chegar ao destino com segurança. Dentro disso, o projeto de mapas para SINGRA apresenta restrições adicionais comparado ao projeto dos mapas para outras finalidades, por duas razões: primeiro, porque a mídia de apresentação é de pequeno formato, o que limita a quantidade de informação legível que pode ser exibida, e, segundo, porque a quantidade e o tipo de informação requerida pelo motorista não são constantes durante todo o trajeto. O mapa não deve conter excesso de informação, para que não confunda o motorista, nem tampouco, falta de informação para que não dificulte a correspondência entre o que está exibido no monitor e o que se observa externamente ao automóvel. Também não basta propor quantidade suficiente de informação, porém representada de forma inadequada, visto que se pode comprometer a legibilidade do mapa, o que dificulta a identificação e a compreensão das informações de interesse. Portanto, o problema se resume em como apresentar quantidade de informação suficiente e legível, em mídia de pequeno formato e de acordo com o contexto de direção do motorista. Uma possibilidade, que tem sido discutida na literatura, refere-se à aplicação das operações de generalização cartográfica, a fim de se adequar a quantidade de informação à mídia e ao tipo de tarefa desenvolvida ao longo da rota, bem como, ao emprego dos princípios da comunicação cartográfica para se obter mapas com legibilidade, que sejam de fácil leitura e interpretação, e que possam consequentemente contribuir para o aumento do desempenho do sistema. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho consistiu em produzir mapas em múltiplas escalas automáticas para um SINGRA disponível na FCT-UNESP. A área de estudo, localizada na cidade de Álvares Machado, apresenta uma malha urbana com diferentes tipos de vias, cruzamentos e limites de velocidade, o que possibilitou representar diversas situações reais de navegação. A mídia selecionada consistiu em um monitor de navegação (XENARC LCD 700-TSV), de pequeno formato, de sete polegadas, e com alta resolução. Um total de quatro escalas de representação foi determinado: 1/10.000, 1/5.000, 1/2.500 e 1/1.000. Tais escalas foram definidas em função do tamanho da tela do monitor e do tipo de tarefa tática (manutenção ao longo dos trechos de rota e realização das manobras). Os mapas generalizados foram obtidos pela aplicação das operações de simplificação, exagero e deslocamento, sobre uma base cartográfica na escala 1/1.000. As representações nas escalas 1/10.000 e 1/5.000 pretenderam auxiliar o motorista na tarefa de manutenção em trecho de rota, de tal forma que o nível de detalhamento do mapa fosse alterado de uma escala para outra, em função da velocidade do automóvel. Assim, para uma velocidade superior a 40km/h apresentou-se as informações na escala 1/10.000, enquanto para a velocidade igual ou abaixo a 40km/h, adotou-se a escala 1/5.000. Definiu-se esse limiar de 40 km/h com base no limite máximo permitido na rota de estudo, o qual varia de 40 a 60 km/h. As escalas 1/2.500 e 1/1.000 foram propostas para auxiliar na tarefa de preparação para a realização de manobras, e foram apresentadas em função da proximidade da junção. A distância de 100 metros da manobra foi adotada para marcar o momento de alteração do mapa para a escala 1/2.500 ou

1/1.000, pois a essa distância o motorista dispõe de oito a dez segundos para começar a realização da manobra, intervalo que pode ser aumentado visto que a proximidade da mudança de direção provoca a redução progressiva da velocidade. A escala 1/1.000 foi importante para trechos de rota em que a escala 1/2.500 não permitiu a clara exibição das informações. Os mapas foram programados no SINGRA, a partir do compilador *Microsoft Visual Basic* e da biblioteca *ESRI MapObjetcs*, com base nas seguintes variáveis dinâmicas: duração, momento no tempo e ordem. Tais variáveis foram relevantes porque a velocidade do automóvel e o comprimento do trecho de rota influenciaram diretamente no instante, na sequência e no tempo de apresentação dos mapas, nas escalas pré-definidas. Ao comparar visualmente o sistema de múltiplas escalas com um sistema de escala única, observou-se que os mapas generalizados ao contexto de direção do motorista, podem permitir mais facilmente que o usuário receba a informação de acordo com a tarefa desenvolvida, o que é relevante, pois o motorista requer diferentes tipos e quantidades de informação para cada momento da navegação. O uso da velocidade como um critério para a alteração da escala é importante, pois ao reduzir a velocidade o motorista tem mais tempo para identificar os detalhes da área navegada. Portanto, um mapa menos generalizado pode contribuir para que mais elementos de contexto sejam exibidos e, assim, possam ser utilizados na confirmação da rota. Enquanto que para a tarefa de preparação para a realização da manobra, o mapa menos generalizado pode ser uma maneira de se induzir o motorista a observar somente a informação de interesse à realização da manobra, e, com isso, evitar a distração e a sobrecarga mental do usuário. O trabalho apresenta contribuições relevantes para futuros projetos de mapas para SINGRA em múltilpas escalas, pois o protótipo foi aprimorado a partir do emprego de princípios da comunicação cartográfica e da percepção visual. Todavia, recomenda-se que as representações sejam testadas com um grupo de motoristas brasileiros para a mensuração da usabilidade do sistema, em termos de eficiência, eficácia e satisfação do usuário.

MAPAS TEMÁTICOS DA DISTRIBUIÇÃO DOS PROFISSIONAIS CONTABILISTAS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

AMANDA BEZERRA DE MELO (1)
ALBINO FERREIRA DE FRANÇA (2)
JÉSSICA BEZERRA DE MELO (3)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Ciências Contábeis, Recife - PE
abmelofranca@gmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
albinoffranca@gmail.com

(3) Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Ciências Contábeis, Recife - PE
jessicadica@hotmail.com

O profissional de contabilidade, em resumo, é aquele responsável pelo estudo patrimonial das entidades, através de registros de natureza econômica e financeira, além de análises de causas e conseqüências para as tais. Alheio a isso, há duas vertentes muito importantes de profissionais da área contábil que atuam nessa área: o Contador, profissional com curso superior de Bacharel em Contabilidade, e o Técnico em Contabilidade, profissional com formação técnica para atender a demanda de serviços já descritas acima. Este trabalho visou à elaboração de mapas temáticos da distribuição dos contadores e técnicos de contabilidade no Brasil, sendo capaz de subsidiar estudos diversos relacionado a isso, sejam eles em âmbito de pesquisa ou não. Esses mapas temáticos serviram como a base de informações que foi capaz de subsidiar a realização de uma análise espacial, qualitativa e quantitativa acerca da distribuição dos profissionais de contabilidade acima citados em todo o território brasileiro. Para o trabalho, a foram adotados a escala de 1:20000000 e o Sistema de Coordenadas Geodésicas latitude e longitude, sendo adotado o Sistema Geodésico de Referência WGS1984 (*World Geodetic Reference System 1984*). Os dados utilizados no trabalho foram: base cartográfica em estrutura vetorial proveniente da Malha Municipal Digital do ano de 2007, com escala de 1:250000, obtida através do site do IBGE no dia 25/02/2011, com Sistema de Coordenadas Geodésicas latitude e longitude e Sistema Geodésico de Referência SAD69 (*South American Datum 1969*), que foi posteriormente convertido para o Sistema Geodésico de Referência WGS1984; dados qualitativos e quantitativos, obtidos por meio do site do Conselho Federal de Contabilidade, com informações a respeito dos profissionais contabilistas por Estado da Federação, cujos atributos a serem considerados foram o percentual e a quantidade de profissionais por localidade. Já as ferramentas utilizadas nesta aplicação foram: software TERRAVIEW 4.0.0, obtido gratuitamente através de seu sítio na *web*, vinculado ao site da DPI (Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o INPE); software BROFFICE.ORG CALC em sua versão 3.2.0, obtido gratuitamente através do site do BROFFICE.ORG. A princípio, foi necessária a criação de um banco de dados no software software TERRAVIEW 4.0.0, dentro do todos os demais dados que serão aqui descritos estariam vinculados. Os dados vetoriais vieram caracterizados pela sua organização por meio de divisão municipal. Portanto, então foi necessário realizar uma nova arrumação estrutural dos mesmos, possibilitando realizar a espacialização por meio de divisão por Estado da Federação. Essa manipulação dos dados foi possível através do software TERRAVIEW 4.0.0 por meio de suas ferramentas de análise e representação espacial. Para compatibilizar o futuro cruzamento de informações, também foi realizada uma alteração na tabela de atributos dos dados vetoriais: foi atribuído o título “est” ao rótulo respectivo aos nomes dos Estados da Federação. Já a montagem das tabelas de atributos foi realizada através do software BROFFICE.ORG CALC, com as seguintes classes de atributos: estado, número de contadores, número de técnicos em contabilidade, percentual de contadores, percentual de profissionais de contabilidade, utilizando como rótulos os termos “est”, “ncont”, “ntcont”, “pcont”, “ptcont”. Após isso, a planilha foi salva em formato *.CSV. Esses procedimentos específicos na estruturação das planilhas foram realizados com o objetivo de evitar problemas futuros quando os dados fossem importados no software TERRAVIEW 4.0.0. Possuindo as planilhas de atributos em formato compatível dos os dados vetoriais, foi possível a adição das mesmas ao banco de dados criado anteriormente, juntamente com os dados vetoriais para realizar a ferramenta de vínculo entre o rótulo “est” dos dados vetoriais e o mesmo nome de rótulo dos a planilha de dados. Sendo assim, teve-se

toda a estrutura de dados devidamente organizada. A etapa final do trabalho foi a estruturação gráfica dos mapas temáticos, atendendo às seguintes representações comparativas: número de contadores e número de técnicos em contabilidade; percentual de contadores e percentual de técnicos em contabilidade. Este trabalho possibilitou a espacialização geográfica da distribuição dos profissionais contabilistas representados, gerando como resultado final produtos cartográficos eficazes na representação para a escala adotada.

MAPA DE RISCO DA INADIMPLÊNCIA EM UMA TELECOM PARA A CIDADE DE CURITIBA-PR

FELIPE EMANOEL BARLETTA MENDES (1)
FLAVIANE PECCIN BREVI (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
felipe@leg.ufpr.br

(2) Universidade do Paraná
Departamento de Construção Civil, Curitiba - PR
flavipeccin @gmail.com

A inadimplência impacta diretamente as finanças das empresas de telefonia e é mais comumente ou até mesmo convencionalmente medida pela necessidade de provisão que as companhias fazem para os chamados devedores duvidosos. A identificação de fatores e regiões geográficas que apresentam maior propensão à inadimplência é fundamental para o planejamento e controle da saúde financeira da instituição. A proposta deste trabalho é o ajuste de um modelo preditivo para estimação espacial do risco de atraso ao pagamento para clientes de telefonia fixa e banda larga de uma Telecom de Curitiba-PR. Devido aos grandes avanços computacionais, tanto em relação à capacidade de armazenamento de grandes massas de dados quanto em relação ao processamento destes, estas progressões vem viabilizando cada vez mais trabalhos híbridos entre SIG (Sistemas de Informações Geográficas) e técnicas mais elaboradas em análise de dados espaciais. Os SIG, que por sua vez também vem sofrendo grande desenvolvimento conseqüentemente permitem a criação de grandes bases de dados georreferenciados de qualidade que fornecem informações úteis para todos os segmentos da ciência e tecnologia. A introdução de informações geográficas na modelagem preditiva permite o gerenciamento das influências sócio-culturais e sócio-econômicas que estão relacionadas diretamente com o meio. Mesmo tendo este conhecimento peculiar, a maioria dos empreendimentos com grandes movimentações financeiras, ao modelar qualquer ocorrência de interesse, geralmente utilizam variáveis de configuração espacial como o CEP, por exemplo, mas raramente utilizam metodologias de modelagem que consideram a localização do dado, ou seja, onde a informação foi coletada. Portanto o modelo de Regressão usado é o Modelo Aditivo Generalizado (GAM), que consiste em uma extensão dos Modelos Generalizados Lineares (GLM), diferenciando-se basicamente por ser possível a inclusão de um fator de variação espacial no modelo chamado de termo não paramétrico ou uma função suave desconhecida das coordenadas espaciais (longitude e latitude) dos clientes que compõem a amostra. Esta função pode ser encontrada pela interpolação polinomial *Splines*. Esta técnica está inserida no ramo da Estatística Espacial. Tal cenário torna esta abordagem muito atraente e inovadora, principalmente para área financeira. Para esta análise, foram observados dois tipos de eventos; adimplência e a inadimplência. Esta variável resposta está em função de uma coleção de outras variáveis explicativas que mensuram o comportamento e relacionamento do cliente com a instituição, mais o termo aditivo que é a coordenada espacial. Com isto pode-se atingir o objetivo de identificar regiões de sobre risco e mapear o padrão de distribuição espacial da inadimplência na área estudada, criando uma visão mais precisa e ampla do fenômeno examinado. O resultado com o risco estimado mostrou uma variação espacial significativa para o município, ou seja, o risco de inadimplência não é constante ao longo do espaço urbano estudado controlado por fatores individuais. Os mapas gerados nos indicam regiões com maior propensão à não fidelização dos compromissos dos clientes. A proposta para tomada de decisão é direcionar localmente futuros investimentos e políticas de cobranças mais assertivas nas regiões de maior risco, pois além de identificar fatores significativos para ocorrência do evento pode-se analisar o fenômeno com sensibilidade regional.

PROPOSIÇÃO DE PROJETO DE INTERFACE SEM ELEMENTOS TEXTUAIS PARA PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA (1)
LUCIENE STAMATO DELAZARI (2)

Universidade Federal do Paraná
Curso de pós-graduação em Ciências Geodésicas
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba – PR
andremendonca@ufpr.br
Luciene@ufpr.br

Quando fala-se em acessibilidade em Cartografia, frequentemente imagina-se o projeto cartográfico desenvolvido para dois tipos de usuários: deficientes visuais e pessoas com alguma deficiência física, permanente ou temporária, como a impossibilidade de usar as mãos ou perda da capacidade de segurar um dispositivo, por exemplo. Porém o conceito de acessibilidade é diretamente relacionado à usabilidade de um artefato por pessoas com qualquer tipo de capacidade prejudicada. Com a possibilidade de criação de interfaces especificas para mapas na internet, a pesquisa em cartografia vem desenvolvendo laços estreitos com o estudo das relações entre processos cognitivos e a interatividade. Isso contribui para o desenvolvimento de um projeto cartográfico que incorpore o conceito de usabilidade ao fazer uma relação direta entre a percepção visual, o ganho de conhecimento e a resolução de tarefas de ordem espacial com os domínios intrinsecamente ligados aos mapas, como a cognição, a comunicação, o suporte à decisão e a navegação. Quando se realiza uma pesquisa que busca estabelecer paradigmas para a construção de produtos cartográficos para um grupo específico, pode-se utilizar os mapas como mecanismos reveladores de tendências e comportamentos ou pode-se procurar definir um objetivo para a comunicação cartográfica, de forma a determinar a eficiência e a efetividade destes produtos. No presente trabalho, estes paradigmas dizem respeitos a interfaces cartográficas voltadas para o uso de pessoas com quaisquer dificuldades em relação à língua escrita. Este público inclui desde pessoas surdas alfabetizadas em linguagem de sinais até analfabetos e analfabetos funcionais. Como os preceitos mais frequentemente utilizados na construção de interfaces são bastante dependentes da utilização de textos, especialmente como ferramenta de auxílio, mecanismo de confirmação e passagem entre telas e descrição de funcionalidades, a comunicação assume quase que de forma imprescindível a capacidade dos usuários em ler e interpretar a linguagem escrita. Entretanto, por meio do uso de gráficos, animações e áudio, pode-se minimizar a importância de textos em interfaces computacionais, tornando-as legíveis e claras para pessoas que estão total ou parcialmente impedidas de ler. Além disso, pesquisas em usabilidade de interfaces nos últimos anos vêm demonstrando que um ponto fraco destes produtos em relação aos seus usuários é que a leitura de informações disponibilizadas textualmente se dá de forma superficial e incompleta, provavelmente devido ao caráter transitório e dinâmico das novas mídias. Porém, ainda assim, estas interfaces são passíveis de uso, o que dá a ideia de que em maior ou menor grau pode haver uma interpretação quase que automática do que é apresentado nestas interfaces, o que, por sua vez, parece demonstrar o poder dos aspectos visuais na construção destes produtos. Assim, este artigo apresenta uma pesquisa em interfaces cartográficas que se utilizam minoritariamente de linguagem escrita. Inicialmente pretende-se apontar as principais características de usuários identificados como potencialmente beneficiados por este tipo de produto, incluindo suas motivações e atributos relevantes. A partir deste conhecimento, pretende-se discutir acerca da compreensão e percepção destes usuários em relação a produtos ditos comuns, identificando-se possíveis problemáticas, passíveis de solução com a proposição de interfaces que se utilizem majoritariamente de recursos visuais baseados em princípios conhecidos da comunicação visual adaptados à comunicação cartográfica. Tendo-se em mente que tais princípios incluem os aspectos da semiótica de Pierce, leis da Gestalt, elementos da Interação Humano-Computador e design gráfico, o projeto cartográfico destas novas interfaces deve considerar que existem alternativas exclusivamente visuais para a construção de mapas e funcionalidades relacionadas que podem inclusive tornarem-se preferidas e imperativas para o público em geral. A partir da discussão proposta neste trabalho, pretende-se partir para a investigação direta e funcional dos produtos idealizados, por meio da aplicação de testes e análise da aceitabilidade e usabilidade destes junto ao público alvo do projeto.

REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DE FEIÇÕES URBANAS: PROPOSTA DE SIMBOLOGIA PARA O MAPEAMENTO DIGITAL EM GRANDE ESCALA

HECRÁLITO CONSTANTINO MUCAVELE (1)
CLAUDIA ROBBI SLUTER (1)
MARIA CECILIA BRANDALIZE (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
hmucavele@gmail.com
robbi@ufpr.br
Maria.brandalize@ufpr.br

Esta pesquisa tem como objetivo propor uma simbologia para soluções digitais para mapeamento topográfico em grande escala para o município de Maputo em Moçambique. A proposição da simbologia servirá de suporte para a padronização dos símbolos para o mapeamento urbano, isto porque tem-se verificado, nas diferentes instituições envolvidas no processo de produção de cartas topográficas, disparidades na definição dos símbolos, em diferentes mapas quando se compara à representação das mesmas feições. Assim, a padronização da simbologia traz vantagens para os usuários da cartografia, uma vez que facilita o entendimento dos mapas, assim como permite o intercambio de informações. É de salientar que o desenvolvimento da tecnologia computacional também se refletiu na construção dos símbolos cartográficos. Os recursos tecnológicos disponíveis à cartografia têm viabilizado avanços importantes, através, principalmente, dos softwares que proporcionam aumento da velocidade na obtenção de dados, na troca de informações espaciais e em sofisticadas análises dos fenômenos espaciais, possibilitando inúmeros benefícios e com eles surge a necessidades de novas pesquisas. Por padronização entende-se como sendo um conjunto de critérios e regras consensuais existentes entre diferentes órgãos para recolhimento da documentação, gestão, análise, transferência, distribuição e apresentação de dados. Alguns dos padrões existentes são criados de um modo formal através do estabelecimento de normas, por alguns órgãos oficiais aos quais é delegada a responsabilidade da proposição de padronização. A problemática que se apresenta é que a proposição de critérios de simbologia utilizada para o mapeamento em grande escala em Moçambique não se encontra regulamentada por convenções cartográficas, assim como se verifica a inexistência de critérios para a classificação de feições urbanas. Com a necessidade de diminuir a complexidade na leitura do mapa e aumentar a sua eficiência, a simbologia a ser utilizada no mapeamento topográfico urbano deve ser baseada nos preceitos de comunicação cartográfica e semiologia gráfica. Assim como as decisões de projeto de símbolos para o mapeamento topográfico em grandes escalas devem estar em concordância com as convenções cartográficas para o mapeamento sistemático. Espera-se que com a simbologia padronizada, haja contribuição para apoiar as instituições produtoras de informação cartográfica e usuários em Moçambique, uma vez que a proposição da simbologia padronizada constituirá um dos primeiros passos para a possibilidade de existência de normas e padrões em Moçambique, os quais garantirão a eficiência da comunicação cartográfica. No que concerne a esta pesquisa, foi efetuado o levantamento das cartas topográficas em diferentes instituições, assim como procurou-se saber das necessidades dos usuários das mesmas, mediante contatos com os técnicos das instituições moçambicanas que estão diretamente envolvidos com a produção de informação cartográfica nas suas atividades. Posteriormente fez-se a análise e identificação das cartas concedidas e das necessidades dos usuários, que consistiu na identificação das feições representadas em cada carta, assim como da simbologia utilizada. Identificadas e analisadas as feições existentes nas cartas, na sequência foi feita a classificação das feições que foi baseada em critérios utilizados por algumas instituições moçambicanas de acordo com as realidades políticas, sociais, econômicas, e físico-paisagísticas do País. Para a classificação considerou-se também algumas teorias cientificas da cartografia topográfica, as quais apresentam quais feições são indispensáveis num mapa topográfico urbano. A proposta da padronização da simbologia para o mapeamento topográfico em grande escala no Estado de Paraná constituiu também em um instrumento importante para esta pesquisa, uma vez que a Câmara Técnica de Cartografia e Geoprocessamento vêm desenvolvendo nas suas atividades estudos referentes a critérios de classificação das feições para o mapeamento em grande escala e sua respectiva simbologia. Feita a classificação das feições, foi estabelecida a escala que consistiu em propor a escala adequada para a representação de cada feição, em seguida elaborou-se a simbologia com recurso ao ambiente

CorelDraw e posteriormente foram inseridos no ArcGis. A fase seguinte consistiu na aplicação do teste das funcionalidades dos símbolos desenvolvidos e a última fase consistiu na elaboração da biblioteca de símbolos que foi executado sob forma de um quadro onde encontram-se apresentados o nome da feição e suas características. Os resultados da elaboração da simbologia foram alcançados considerando-se, durante todo procedimento, os preceitos de projeto para elaboração de símbolos cartográficos com aplicação dos conceitos apresentados sobre simbologia cartográfica, comunicação cartográfica. Como resultado dessa discussão foi apresentado um quadro com a proposta da simbologia para o mapeamento em grande escala, subdividida em categorias que contém as respectivas feições e as especificações necessárias para as suas representações.

ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DO CADASTRO NACIONAL DE IMÓVEIS RURAIS – CNIR COM VISTAS À SUA INTEGRAÇÃO À INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS – INDE

JOÃO ALEXANDRE DE SOUSA NETO[1]
ANDRÉA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO[2]

(1) PROCENGE
Gerência de Geoprocessamento, Recife – PE
joao.geotecnologo@gmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências, Recife – PE
aftc@ufpe.br

O cadastro de imóveis rurais no Brasil é administrado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e pela Receita Federal do Brasil – RFB, sendo o INCRA responsável pelo aspecto fundiário e a RFB pelo tributário. Em 2001 foi publicada a Lei 10.267 que determinou a criação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais – CNIR, tendo como objetivo compartilhar dados sobre o meio rural com órgãos da administração pública que necessitam de informações sobre este tipo de imóvel. A lei também estabeleceu a exigência de georreferenciamento de imóveis rurais nos casos de alterações de seus limites (desmembramento, parcelamento ou remembramento). Em 2008, foi instituída a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE com a finalidade de promover a utilização, a produção e o compartilhamento dos dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, de responsabilidade da Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as características do CNIR, no sentido de possibilitar sua futura integração a INDE. Desse modo, foram apresentadas as normas para a implantação, no Brasil e em outros países, das Infraestruturas de Dados Espaciais – IDEs, sendo desenvolvida uma simulação de implantação do CNIR seguindo as especificações da INDE. Para a avaliação da possibilidade de futura integração do CNIR à INDE, foram analisadas as especificações de dados e metadados, como também os planos de implantação da INDE. Uma IDE, que permita a integração do cadastro, necessita estabelecer características e padrões para a caracterização da parcela, a unidade territorial do cadastro. A INDE, a IDE brasileira, ainda não define padrões para o cadastro, embora esse tema esteja previsto em etapas a serem realizadas. Esse trabalho apresenta um estudo da parcela em outras IDEs como uma contribuição aos futuros ciclos de implementação da INDE, para que o cadastro rural brasileiro também seja integrado à essa infraestrutura. Basicamente, a gestão dos fenômenos territoriais que ocorrem sobre cada parcela exige o conhecimento inequívoco da sua geometria e das relações espaciais existentes, exigindo-se uma maior qualidade no aspecto posicional da parcela. Os elementos como vias, hidrografia, vegetação ou propriedades, são exemplos de elementos que compõem uma IDE. No caso de uma IDE constituída pelo cadastro, estes elementos podem ser compostos por uma ou mais parcelas. Ou seja, a parcela ou o conjunto de parcelas deve preencher completamente os elementos contidos na IDE. Na análise dos sistemas do cadastro rural do INCRA e da RFB, como também nas propostas para implantação do CNIR, é possível identificar necessidades para a integração da base de dados do CNIR. Um dos principais problemas para a estruturação do novo cadastro é a diferença entre as unidades cadastrais utilizadas pelo INCRA, RFB e registros imobiliários. O compartilhamento de dados exige a compatibilidade dessas unidades, por isso propõe-se a utilização da parcela, esta definida como unidade territorial com regime jurídico único. Assim, cada imóvel pode ser constituído por uma ou mais parcelas, de acordo com suas necessidades. Caso o CNIR adote a unidade territorial parcela, a INDE deverá incluir características da parcela entre suas especificações, como propõe a diretiva INSPIRE para a União Europeia. A simulação de um caso de estruturação de CNIR com vistas à sua integração à INDE apresenta a modelagem da parcela e suas relações com o imóvel e outras entidades já definidas na INDE, como município e cidade. O exemplo apresentado indica como pode ser modelada a parcela do CNIR, em atendimento aos diferentes conceitos de imóvel rural e em atendimento aos padrões da INDE. Como resultados da pesquisa, foram identificados os elementos a serem incluídos na INDE, de acordo com recomendações internacionais, para a integração do cadastro rural a este sistema. As principais adaptações referem-se às especificações técnicas relacionadas à Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais e à Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais, estas especificações ainda

não abrangem os dados cadastrais, mas estão previstas escalas cadastrais para os próximos Ciclos de Implantação da INDE. Verificou-se também que as especificações sobre os Metadados não necessitam de modificações para a inserção da unidade parcela, pois este tipo de dado é comum a todos os dados geoespaciais. Além destas análises, são apresentadas condições de estruturação do CNIR para que essa integração seja possível.

CONSTRUÇÃO DE WEB MAPA SERVIDOR COMO FERRAMENTA DE GESTÃO ÀS ÁRES DE RISCO DE DESMORONAMENTO NO SUDOESTE DO PARANÁ.

ERICK MARTINS NIERI (1)
RICARDO DAL'AGNOL DA SILVA(2)
ALINE BERNARDA DEBASTIANI (2)
NATHANAEL DAGOSTIN(2)
MOSAR FARIA BOTELHO (3)

(1) Bolsista PET-Engenharia Florestal Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso Engenharia Florestal
Dois Vizinhos - PR
erickenieri@yahoo.com.br

(2) Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso Engenharia Florestal
Dois Vizinhos - PR
ricds@hotmail.com

(3) Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois vizinhos - PR
mosar@utfpr.edu.br

Nas ultimas décadas o mundo, conseqüentemente o Brasil vem sofrendo com os excessos de chuvas, deslizamentos, terremotos, ou seja, diversos fenômenos naturais, cujo em terrenos instáveis promovem áreas de risco para a população em geral, pois muitas famílias instalam-se nesses locais devido à falta de informação. Buscando alternativas para prevenir tais tragédias, como por exemplo, a ocorrida na região serrana do Rio de Janeiro, pretende-se instalar/implementar um web mapa servidor por meio de software livre com código aberto que proporciona aos usuários a elaboração de diferentes produtos assim como a criação de novas ferramentas interativas. Projetado para ser uma fonte importante de dados geoespaciais o Geoserver é um software livre que utiliza uma linguagem de programação em Java, a qual permite aos usuários compartilhar e editar dados geoespaciais. Logo tal software integra-se por uma ferramenta nominada de *geotools*, que é uma ferramenta Java open source GIS. Para evidenciar as áreas de riscos de desmoronamento da região Sudoeste do Paraná, uma alternativa está em utilizar a rede neural artificial, proporcionando assim acesso aos gestores municipais e a população disseminando a informação para que saibam em quais terrenos irão instalar suas famílias com segurança. A utilização de softwares SIG (Sistema de Informação Geográfica), tendo em mãos uma miscelânea de dados (imagem orbital, dados altimétricos, dispositivo radar, perfilamento a laser ou GPS, dados geológicos) de uma mesma localidade, podendo gerar inúmeros produtos, sendo esses: mapas hipsométricos (curvas de nível), de declividade (slope), orientação (aspecto), e a partir da combinação desses, mapas de erodibilidade, rampas homogêneas, entre outros. Com o objetivo de realizar essa integração de forma automática, ou melhor, semi-automática, será utilizada técnicas da área de inteligência artificial, como a rede neural artificial (RNA). As RNA's são consideradas ferramentas de inteligência artificial e estas têm a capacidade de aprender a realizar tarefas e se adaptar, ou seguir determinado comportamento, a partir de um conjunto de exemplos usados para seu treinamento. Os procedimentos que serão desenvolvidos em cada etapa para obtenção do produto final consistem: na aquisição de dados, parindo da obtenção dos dados altimétricos utilizando o instrumento ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model) e multispectrais derivadas do satélite SPOT-5 do Sudoeste do estado do Paraná; o pré-processamento consiste no georreferenciamento (registro de imagem), fusão da imagem pancromática e multiespectral, recorte e mosaico de imagem; outra etapa é o processamento que envolve a geração de mapas de declividade (slope) e orientação (aspecto) a partir dos dados altimétricos através de técnicas de interpolação; geração de mapas de uso e ocupação do solo a partir da imagem fusionada multiespectral através de classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança e pelo método de rede neural artificial comparando esses resultados; em seqüência a essa etapa, sucede-se o pós-processamento com a aplicação de filtros de suavização eliminando os possíveis ruídos oriundos das classificações; Paralelamente será realizado o estado da arte quanto às possíveis ferramentas de integração existentes no mercado de trabalho que propiciem atingir o produto final desse projeto; logo será realizada a integração dos dados, utilizando a Rede Neural Artificial para integrar as diferentes fontes de informação almejando a identificação das áreas de risco de

desmoronamento. Finalmente será verificando o processo de automação comparando o resultado obtido ao método de fotointerpretação utilizando modelos digitais por meio de softwares de geoprocessamento que agrupam essas informações; em seguida será implementado o serviço WEB gerenciador de mapas com acesso remoto e assim a inserção de feições complementares do mapa será efetivado, sendo: limites municipais do sudoeste, rodovias, principais cidades municipais, as informações das áreas de risco de deslizamento. Assim um mapa apresentando as áreas de risco de deslizamento de terra para o sudoeste do estado do Paraná será apresentado, sendo utilizando como área de teste o município de Dois Vizinhos/PR e depois realiza-se a generalização para a região sudoeste. A principal dificuldade enfrentada para a implantação do projeto está na diversidade de sua área de abrangência, da construção das áreas de verificação para a fase de aprendizado da rede neural artificial. Têm-se buscado parcerias com a Universidade e a prefeitura municipal quanto a essas visitas técnicas para vistoriar a área de verificação que será utilizada posteriormente na generalização. Esse projeto visa contribuir com produtos capazes de prevenir aos municípios do sudoeste do Paraná, no que se refere ao planejamento de seus gestores, quanto às áreas passiveis de deslizamentos de terras. Esta ferramenta propiciará também a elaboração de um planejamento de prevenção ou de emergência quanto à distribuição de recursos no que tange a iniciativa de realização do sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva legal e áreas de preservação permanente (SISLEG) para pequenos proprietários rurais, cumprindo nossa obrigação como força da união no auxilio a esses que não possuem condições de realizar este dever. O produto apontará as áreas que necessitam recuperação emergencial evitando deslizamentos e assim poderão ser indicados projetos de sustentabilidade para essas propriedades. Tais informações serão disponibilizadas de forma livre e gratuita, visando à capacitação de recursos humanos inserindo-os na comunidade e disponibilizando-os a apoiar aos gestores dos municípios nas tomadas de decisão. Portanto, espera-se que este trabalho venha a prevenir desastres como deslizamentos de terra no sudoeste do Paraná, beneficiando centenas de vidas e evitar a destruição de famílias inteiras e de futuros de jovens que poderão vir a ser interrompidos.

Agradecemos à Fundação Araucária

IMPLEMENTAÇÃO DE FUNÇÕES DE FREQUÊNCIA E DURAÇÃO DE CINTILAÇÃO EM SETAS DE DIREÇÃO DE MANOBRA PARA UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL

RENAN FURLAN DE OLIVEIRA (1)
EDMUR AZEVEDO PUGLIESI (2)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia- FCT
Presidente Prudente - SP

(1) Graduando em Engenharia Cartográfica
renanfurlanoliveira@hotmail.com
(2) Departamento de Cartografia
edmur@fct.unesp.br

O objetivo deste trabalho consiste na implementação de funções de animação em setas de direção de manobra para um Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA), o qual foi desenvolvido na FCT-UNESP, a partir de estudos anteriores. Os resultados deste trabalho dão suporte a um projeto de maior abrangência denominado ñAvaliação do Desempenho da Comunicação Cartográfica de Representações Multimídia de Sistema de Navegação e Guia de Rota: Projeto, Construção e Validação de Setas Animadasò. O projeto principal pretende obter respostas para duas questões principais: ñQuantas vezes por segundo o símbolo de seta de direção de manobra, inserido na junção, deveria cintilar?ò e ñPor quanto tempo a seta de direção de manobra deveria permanecer cintilando após o disparo do *beep*, o qual informa a aproximação com a manobra?ò. Ambas as questões estão relacionadas com o projeto e a avaliação de representações cartográficas que exijam baixo nível de demanda visual, visto que a consulta a um sistema de navegação, com o automóvel em movimento, não prejudique a principal tarefa, a qual consiste na direção do veículo. Enquanto a primeira questão requer a construção de setas com diferentes freqüências de cintilação, a segunda requer a construção de setas com diferentes durações de tempo no efeito de cintilação, desde o momento de disparo do *beep* até a chegada do automóvel na manobra. Estudos sobre comunicação visual e demais áreas relacionadas têm apontado que a visão humana possui alto grau de sensibilidade ao movimento, o qual domina a percepção visual. De acordo com pesquisas anteriores, a tarefa de comunicar mudanças de direção, a qual não exige transmissão de informações complexas, parece ser considerada a situação mais promissora na utilização de animação. Além disso, outros estudos apontam que a combinação de variáveis visuais estáticas, dinâmicas e áudio-dinâmicas, na produção de símbolos cartográficos, têm contribuído positivamente, em certos casos, para o desempenho da comunicação em mapas. Dessa forma, pode-se fazer uso dessa combinação na transmissão de informações em sistemas de navegação e guia de rota, por meio do desenvolvimento de animações cartográficas (mudanças de localização, cor, forma, cintilação, etc.). Nesse sentido, este trabalho descreve a implementação de funções de freqüência de cintilação e duração de cintilação em setas de direção de manobra. Isto exigiu a aplicação de diferentes valores de variáveis dinâmicas para a concepção da animação. Desenvolveu-se um projeto cartográfico preliminar, o qual foi dividido em duas partes: projeto de composição geral e projeto gráfico. No projeto de composição geral, realizou-se a especificação das variáveis interdependentes como o propósito do mapa, a área geográfica de estudo, mídia de apresentação da informação de interesse, seleção e organização da informação e escala do mapa. O propósito do mapa é fornecer direção de manobra e a área de estudo selecionada é uma rota localizada na cidade de Álvares Machado, localizada no oeste do estado de São Paulo, próxima a Presidente Prudente. Um monitor XENARC LCD 700-TSV foi selecionado como mídia de apresentação. As informações para representação visual escolhidas foram: malha viária, rota, automóvel, seta de manobra e quadras. A escala determinada foi de aproximadamente 1/3.000. Com relação ao projeto gráfico, têm-se as representações dos símbolos das informações contidas no mapa, como o automóvel e a seta de manobra, ambos na cor vermelha, rota em preto, eixo central das vias em branco, e quadras em cinza. O símbolo de automóvel selecionado foi uma forma pictórica de um óautomóvel visto de cimaô. Também se utilizou de um conjunto de variáveis dinâmicas, as quais consistiram em duração e frequência. Decidiram-se pelas opções de frequência de 1 (uma) e 2 (duas) vezes por segundo e durações de 2.0 e 5.0 segundos, a fim de verificar se o aumento ou a diminuição da freqüência e da duração poderão causar incômodo visual ao motorista e/ou se contribuem para a rápida localização e compreensão da

informação de manobra, o que possibilitaria a redução da demanda visual. No atual momento essas funções foram programadas somente para uma única manobra, em um programa experimental em que os diferentes valores podem ser selecionados e alterados, a fim de melhorar a compreensão dos efeitos da animação e, consequentemente, aprimorar o projeto cartográfico. As funções foram implementadas no compilador *Microsoft Visual Basic* 6, junto com a biblioteca de objetos de mapa *MapObjetcs* 2.1. O código resultante deste trabalho será transferido para o SINGRA, onde serão consideradas várias manobras ao longo de uma rota, a qual foi previamente selecionada em estudos anteriores. Os símbolos de setas cintilantes serão locados aleatoriamente nas diversas junções da rota em questão, para posterior avaliação do desempenho da comunicação cartográfica desses efeitos de animação.

ANÁLISE DAS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS E PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO CADASTRO NACIONAL DE IMÓVEIS RURAIS (CNIR)

SILVANE K. S. PAIXÃO (1)
ANDREA F.T. CARNEIRO (2)
SUE NICHOLS (3)

(1, 3) University of New Brunswick – UNB
Department of Geodesy and Geomatic Engineering, Canadá, NB
silvanepaixao@hotmail.com
nichols@unb.ca

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
aftc@ufpe.br

A evolução do conceito de cadastro multifinalitário tem acompanhado o desenvolvimento tecnológico: dos mapas analógicos aos mapas digitais e, posteriormente, aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Com isso, os cadastros multifinalitários, também conhecidos como Sistemas de Informações Territoriais - SIT (*Land Information Systems* - LIS), têm aumentado a potencialidade de suas aplicações. No contexto social, a implementação de cadastros multifinalitários eficientes traz benefícios diretos aos cidadãos, já que a propriedade pode ser espacialmente gerida. O mesmo ocorre como o uso e ocupação do solo no qual a mesma se encontra. Outros benefícios incluem a precisão da avaliação de impostos sobre a propriedade, o apoio à tomada de decisões governamentais, o aumento da segurança da propriedade e a inclusão social. A reforma do cadastro rural estabelecida pela Lei n º 10.267/2001 é a referência mais recente na história da gestão territorial no Brasil. É importante não só porque depois desta lei as propriedades rurais devem ser georreferenciadas, mas também porque pela primeira vez a legislação brasileira estabeleceu a criação de um sistema cadastral unificado, o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais - CNIR. O CNIR, uma vez implementado, irá integrar bancos de dados existentes com informações sobre o valor fiscal, agrário e ambiental, incluindo territórios tradicionais e posses, com as informações legais das propriedades rurais. Essa integração permitirá que dados dos imóveis rurais registrados em cartório sejam confrontados com os dados declaratórios existentes nos sistemas territoriais cadastrais existentes nas instituições produtores e usuários de informações sobre o meio rural, como INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), RFB (Receita Federal do Brasil), IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), SFB (Serviço Florestal Brasileiro), FUNAI (Fundação Nacional de Apoio ao Índio), SPU (Secretaria do Patrimônio da União), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e serviços registrais (cartório de registro de imóveis). Estas instituições foram definidas pela Lei n º 10.267/2001 como produtoras e usuárias diretas das informações territoriais armazenadas no CNIR. Como em muitos países em processo de reforma cadastral, o Brasil tem enfrentado sérios desafios políticos, jurídicos e técnicos no desenvolvimento do CNIR (e.g., a separação entre os cadastros técnicos e os jurídicos, cobertura espacial geralmente incompleta e dados descritivos inconsitentes). Através da harmonização das informações territoriais, espera-se que os conflitos de terra sejam reduzidos, da mesma forma que se pretende aumentar a capacidade de tomada de decisão territorial para uma gestão eficiente da distribuição de terras públicas, de forma a ter resultados mais amplos e possibilitando a correspondência entre a informação legal e a situação física do imóvel. Neste sentido, esta pesquisa traz uma síntese do modelo conceitual do CNIR, baseado no estudo das necessidades dos usuários (*user requirements*) e da situação atual dos sistemas cadastrais existentes nas instituições que irão compor o novo cadastro. O objetivo principal deste modelo foi fornecer uma estrutura crítica para a integração dos atuais sistemas cadastrais vinculados a vários órgãos da administração territorial, a fim de obter informações mais precisas, auxiliando assim a regularização fundiária e a segurança jurídica nas áreas rurais. O modelo foi concebido para proporcionar um projeto estruturado para a implementação do CNIR, com base em metodologias de gerenciamento de projetos, de desenvolvimento de sistemas e de gerenciamento territorial (cadastro). Nas metodologias de gerenciamento de projetos foram utilizados: a) a definição do problema – exemplificando problemas técnicos, administrativos e políticos e b) análise de requisitos - discutindo

problemas e prioridades, restrições e oportunidades através da construção de uma Matrix SWOT. A metodologia *soft* realiza análises cognitivas, no qual considera fatores políticos, cultural e social sendo útil para o desenvolvimento cognitativo do fluxo de informações integradas entre as instituições envolvidas. O gerenciamento territorial descreveu os elementos necessários para compor e gerir um cadastro multifinalitário. Os resultados foram demonstrados pela criação de uma proposta de gerenciamento do CNIR, a nível macro, contendo a definição das funções necessárias ao sistema, os princípios e as estratégias para sua implementação. O trabalho foi desenvolvido no âmbito das análises dos impactos sociais na adoção do SIRGAS2000 no Brasil, através do Projeto Nacional de Infraestrutura Geoespacial – PIGN, resultando num diagnóstico preliminar da situação atual do CNIR e estudo das necessidades dos usuários e indicando alternativas para implementação do mesmo.

ANÁLISE DE PADRÕES PARA A DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS

CAROLINE MARTINS PEREIRA (1)
PROF.ª DR.ª ANDRÉA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO (2)
PROF. DR. CEZARIO DE OLIVEIRA LIMA JUNIOR (3)

(1) Universidade Federal do Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE
caroline.martins@ufpe.br

(2) Universidade Federal do Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE
aftc@ufpe.br

(3) Universidade Federal do Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE
Cezario.lima@ufpe.br

A implementação da Infraestruturas de Dados Espaciais -IDE- pressupõe uma disponibilização ampla de informações territoriais utilizando-se as tecnologias existentes. Mapas acessíveis através da internet já fazem parte da realidade de usuários do mundo inteiro, com diferentes níveis de conhecimento e com possibilidades variadas de abordagem e construção pelo próprio usuário. A disponibilização de dados cadastrais gráficos ou descritivos, no entanto, exige um estudo cuidadoso em cada país, devido às questões legais referentes à responsabilidade pelas informações e à privacidade de informações pessoais, por causa das questões técnicas envolvidas no processo de integração. Busca-se, neste estudo, identificar padrões para a disponibilização de dados cadastrais estudadas em outros países, selecionando software livre como base para a disponibilização de dados cadastrais geométricos e descritivos na Internet. A IDE surgiu no fim do século XX como forma de aglutinar informações territoriais provenientes de diversas instituições com propósitos distintos. Para aplicá-los diante da problemática de questões legais, políticas, de preservação e qualidade de vida, porém mesmo com o avanço das tecnologias, ainda não foi possível resolver problemas de ordem jurídica na integração dos dados. A integração vai além de uma questão técnica de juntar feições geométricas num mesmo arquivo ou sistema de banco de dados, pois necessita garantir o cumprimento de aspectos legais, políticos, institucionais e sociais. Muitas entidades têm informações sobre determinado tema produzido com métodos diferentes, impossibilitando a integração entre as instituições. A IDE vem minimizar problemas desta natureza, conectando e difundindo informações de modo padronizado, exigindo um trabalho menor de conversão; diminuindo a ocorrência de informações repetidas e sem conexão. Esta conexão possibilita adicionar informações de diversas fontes, bem como obter grande quantidade de informações espaciais. No Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE), reforça que a unidade do cadastro é a parcela e é mantido o objetivo de não alterar a concepção da propriedade e leis nos países, direcionando-se, apenas, os aspectos técnicos para os membros da União Européia. Os elementos obrigatórios em seu cadastro são: Geometria da parcela, Identificador único, Referência geodésica (*European Terrestrial Reference System - ETRS89)*, Índice das parcelas para impressão/publicação, Área, Limites, Georreferenciamento e, alguns casos, histórico, origem e centróide. Seguindo as experiências em outros países, o Ministério das Cidades, deu importante passo ao lançar a Portaria 511/2009 que fornece as Diretrizes do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). Em seu Art. 2º define a utilização da parcela como menor unidade do cadastro. E esta, contém os seguintes requisitos mínimos: geometria da parcela, seu uso, identificador único, localização e proprietário, detentor do domínio útil ou possuidor. De maneira a permitir a integração da informação de outros sistemas ao sistema básico mínimo. Como justificativa desse trabalho, é importante identificar os impactos da difusão da informação cadastral digital em termos econômicos, técnicos legais e aspectos sociais para se ter a noção de que os dados cadastrais são de suma importância para diversas áreas de interesse social.

Ou seja, através da disponibilização dos dados cadastrais é possível diminuir os custos das transações para aquisição de informações e melhorar a eficiência da prestação de serviços aos cidadãos. Para as empresas é uma opção para trocar informações com eficiência e segurança estratégica em qualquer lugar, a qualquer momento, proporcionando conveniência. E torna-se possível identificar todos os direitos, restrições e responsabilidades relacionados com a terra através da rede Internet. Logo, a junção do CTM com a web proporciona: Conjunto de bases de dados e sobreposição de temas de dados que facilitará a visão completa e compreensão da situação da terra; Mapa e servidores web permitem que bancos de dados distribuídos serem conectados e apresentados de forma transparente para usuários da Internet; A gravação digital de coordenadas na área de trabalho e alimentação diretamente em bancos de dados geoespaciais para o tratamento no computador, contribui para o desenvolvimento do cadastro.

ESTRUTURAÇÃO DAS BASES PARA UM CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

JUNÍVIO DA SILVA PIMENTEL (1)
ANDRÉA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO (2)

(1) Universidade Federal do Pernambuco
Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
juniviopimentel@gmail.com

(2) Universidade Federal do Pernambuco
Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação,
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
aftc@ufpe.br

Este trabalho apresenta o cadastro territorial como o pilar das modernas Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE). No contexto das diretrizes para a implantação de Cadastro Territorial Multifinalitário (Portaria n.º 511/2009 do Ministério das Cidades) nos municípios brasileiros e da estruturação da Infra-estrutura Nacional de Dados Espaciais no Brasil (Decreto 6.666/2008), buscou-se contribuir com pesquisas em temas cadastrais através da análise do cadastro nas IDE. A implantação do CTM é um processo complexo que envolve ações administrativas, legais e técnicas, consideradas inviáveis para municípios com pouca disponibilidade de recursos financeiros e capital humano capacitado, por isso optou-se por limitar a abordagem à identificação de alternativas que viabilizem a implementação de CTM em municípios de pequeno porte, com população menor que 20 mil habitantes. Assim, o trabalho teve como objetivo geral propor bases para estruturação de um Cadastro Territorial Multifinalitário em municípios de pequeno porte, visando sua futura integração à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). A pesquisa utilizou métodos qualitativos e estudo de caso para validação da proposta. A coleta de dados foi realizada através de revisão bibliográfica (para o embasamento teórico), pesquisa documental, entrevista e observação em campo (para a coleta dos dados do estudo de caso). Inicialmente, investigou-se o cadastro como instrumento fundamental para o reconhecimento territorial e a parcela como unidade cadastral. Ademais, abordaram-se as leis brasileiras da gestão territorial, com destaque para as leis urbanas e, especialmente, a Portaria n.º 511/2009 do Ministério das Cidades. Ainda na revisão bibliográfica, foram pesquisados os principais conceitos na implementação da IDE em alguns países com experiências reconhecidas. Enfocou-se a infra-estrutura brasileira frente às IDE internacionais. E nestas, o cadastro como elemento de destaque na composição da IDE. Antes da sua aplicação no estudo prático, foram explorados *softwares* livres (do tipo *open source*) em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para verificar o potencial de aplicação dos mesmos no cadastro brasileiro em atendimento às recomendações da Portaria. Para a seleção dos programas, foram utilizados critérios como: instalação em idioma português; potencial de importação e exportação de dados; potencial na edição dos dados vetoriais e descritivos; aplicativos de operações espaciais; interface dos aplicativos; e, material disponível para estudo (manuais, vídeos-aulas, material para teste, *blog* para dúvidas). O experimento prático foi realizado no município de Itaquitinga, localizado na Mata Norte do estado de Pernambuco. Para caracterização do sistema cadastral no município e investigação no registro de imóveis, fez-se uso de entrevista semi-estruturada. Os resultados demonstraram que os conceitos propostos na Portaria n.º 511/2009 do Ministério das Cidades são aplicáveis a municípios com poucos recursos econômicos, através da construção gradativa de um cadastro territorial com características que possibilitem o compartilhamento das informações cadastrais entre entidades públicas e secretarias. No experimento realizado no município de Itaquitinga-PE, verificou-se que o mesmo dispõe, como outros municípios com características similares, de uma gama de informações cartográficas e cadastrais dispersas, de fontes e formatos diversos, desatualizadas e incompletas, tornando o cadastro impreciso e pouco confiável. Durante a realização da pesquisa, foi possível organizar muitos desses dados: edição dos loteamentos aprovados no cartório de Registro de Imóveis; vetorização dos croquis de campo (foram selecionadas 20 quadras, com 455 Boletins, correspondendo a 13% do total) e sua interligação com os dados descritivos do Boletim de Cadastro Imobiliário referentes às quadras selecionadas. Foram utilizados *softwares* livres para montagem do banco de dados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a partir dos quais foi possível verificar a localização e situação dos imóveis, grau de desatualização das informações, utilização e codificação da parcela territorial para diferenciar espaço de diferentes domínios jurídicos, delimitação física e legal dos limites das parcelas. Tais ações serviram para verificar os desafios para a adoção dos conceitos das Diretrizes do CTM,

identificar a urgência da sistematização na organização dos dados cadastrais e estabelecer etapas para a multifinalidade do CTM no aprimoramento da gestão territorial municipal.

MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES APLICADAS AS ATIVIDADES DE UMA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL: CASO DE ESTUDO DA PREFEITURA DE ARAUCÁRIA - PR

RENAN MARTINS POMBO (1)
LUCIENE STAMATO DELAZARI (2)

(1) Universidade Federal do Paraná e Prefeitura Municipal de Araucária
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
renanpombo@gmail.com

(2) Universidade do Paraná
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
luciene@ufpr.br

A cartografia possui diversas aplicações nos mais variados campos do conhecimento. Dentro de uma prefeitura, por exemplo, é útil em diversas áreas como a financeira, ambiental, planejamento, saúde, educação e questões de urbanismo. No município de Araucária no estado do Paraná há uma vasta gama de dados georreferenciados. Porém muitas das informações geográficas aparentemente não possuem serventia para certos grupos de profissionais. Em contrapartida, o que se julga como irrelevante para determinado segmento da administração pública, pode ser considerado de suma importância para uma secretaria específica na prefeitura. Os mesmos dados também podem ser usados de maneiras diferentes com variações em sua resolução, nível de detalhamento ou na forma de representação. Por exemplo, a hierarquia entre os dados que compõem a base cartográfica do município é formada pelas informações que dividem o território em várias partes. Todos apresentam dimensão espacial de área e partindo das representações de maior resolução para as menos detalhadas, tem-se o espaço ocupado por uma edificação dentro de um lote, que se originou de uma subdivisão ou loteamento. Este por sua vez é pertencente a um bairro ou localidade rural dentro do quadro urbano ou rural do município. Todo o detalhismo da forma de recobrimento, isto é, da ocupação do solo é de interesse das áreas de finanças, urbanismo e planejamento. No entanto, para as áreas de saúde e educação isto se caracteriza num excesso de informação. Logo, faz-se necessário um controle do gerenciamento dos bancos de dados para evitar redundância e a criação de múltiplas representações para os diversos usos da cartografia dentro da organização. Isto implica na necessidade de um esquema conceitual que contemple todos os dados e seus diversos usos. No caso de aplicações geográficas alguns fatores precisam ser considerados como os concernentes à representação dos objetos espaciais. A representação deve ser definida com a especificação dos relacionamentos espaciais e topológicos. Ao considerar uma representação para determinado fim esta varia conforme a escala em que está sendo vista. Para evitar problemas nestas situações e também para permtir que os dados possam ser aplicados em diferentes situações deve-se aplicar a generalização cartográfica, que necessita obedecer a um conjunto de regras para que haja um controle das representações quando ocorrerem reduções ou ampliações. Além do que e como se representar as informações, precisa-se garantir a integridade dos dados. O número de usuários da cartografia na prefeitura é vasto. Porém para garantir a integridade das informações apenas alguns têm o privilégio da manipulação dos dados. A intenção desta pesquisa é sistematizar as múltiplas representações definindo as relações entre as diversas escalas e níveis de informação. Isto começa com a organização do banco de dados e vai até a apresentação dos dados ao usuário final

MÉTODO DE ESBOÇO CARTOGRÁFICO PARA ANÁLISE DOS ELEMENTOS URBANOS SELECIONADOS NA NAVEGAÇÃO EM AUTOMÓVEL

YURI CORREA DOS REIS[1]
MÔNICA MODESTA SANTOS DECANINI[2]
EDMUR AZEVEDO PUGLIESI[3]
VILMA MAYUMI TACHIBANA[4]

[1,2,3,4] Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT
[1,2,4] Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
[2,3] Departamento de Cartografia
Presidente Prudente – SP
[1]yuri_creis@yahoo.com.br; [2]monca@fct.unesp.br; [3]edmur@fct.unesp.br; [4]vilma@fct.unesp.br

ABSTRACT – Os seres humanos se utilizam de desenhos como um importante meio de comunicação desde antes da criação da linguagem falada e escrita. Do mesmo modo que na escrita, as palavras devem seguir uma ordem coerente para a construção de uma frase, que permita a transmissão de informações, e os desenhos também são utilizados para se observar e analisar como a realidade externa é percebida e compreendida pelas pessoas. Diferentes estudos realizados sobre como se desenvolve o processo de percepção humana do ambiente e sua representação buscam analisar quais informações os motoristas selecionam do ambiente urbano a partir de sua memória, para assim indicar e conceber sistemas de navegação com informações que auxiliem os motoristas em sua navegação. Esses estudos apontam que o mapa cognitivo dos motoristas é a melhor fonte de informação de guia de rota, pois possui elementos realmente úteis para auxiliar a navegação em automóveis. Dessa forma, torna-se necessário conhecer mapa cognitivo dos motoristas, para assim conceber sistemas que propiciem maior eficiência navegacional. A presença e utilização de sistemas de navegação em automóveis no mundo, atualmente, é cada vez maior. Esses sistemas são utilizados por pessoas que necessitam de informações navegacionais e são apresentadas em um monitor de navegação. Assim, este trabalho busca apresentar a aplicação do método de esboço cartográfico para a análise do mapa cognitivo de um grupo de motoristas. Essa análise permite compreender o processo de seleção de informação para guia de rota em automóvel e, por conseguinte, quais os elementos urbanos são selecionados a partir de sua navegação em automóvel. Esse conhecimento permite, portanto, conceber sistemas de navegação que contenham os tipos de informações do ambiente que são importantes na navegação de automóvel. Desse modo, conhecer essas informações para a apresentação em sistemas de navegação e de guia de rota favorece não só o aprimoramento de sistemas dessa natureza, como também o desenvolvimento do mapa cognitivo dos motoristas. Um total de 50 (cinquenta) motoristas participou deste estudo. Os participantes se constituíram tanto de estudantes de graduação e pós-graduação, quanto de taxistas, e eram familiarizados com o local de aplicação do teste. Os participantes elaboraram um esboço cartográfico de uma rota urbana, na cidade de Presidente Prudente/SP. Após a elaboração do esboço cartográfico, os participantes responderam um questionário de caracterização individual. Os resultados da aplicação deste método foram analisados por meio da classificação dos elementos urbanos, baseados em resultados de pesquisas anteriores. Dentre os quais, destacam-se os tipos de marcos mais utilizados, os sistemas de referência, e a influência de algumas características individuais dos participantes. Além disso, foram realizados testes estatísticos não-paramétricos, os quais permitem a fazer análises comparativas de variáveis qualitativas. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a maioria dos participantes prefere utilizar os elementos vias, pontos nodais e marcos, pois são os elementos urbanos que de fato estão mais próximos à visão dos motoristas, ou seja, são observados com maior frequência. Ainda, em relação ao elemento de marcos, as mulheres utilizaram essa categoria em maior quantidade em relação aos homens, assim como os estudantes utilizaram em maior freqüência que os taxistas. Para todos os participantes do teste, os marcos mais apontados foram: semáforo, hospital, escola, parque e posto de combustível. Tais elementos também se destacam por serem amplamente utilizados em outros países como Suécia, Japão e Inglaterra. Outro aspecto observado foram os tipos de sistemas de referência que os motoristas representaram nos esboços da rota proposta. Notou-se predominância significativa do sistema egocêntrico (direita-esquerda; adiante-

atrás) combinado com o sistema local (esboçado com pontos de referência), isso tanto pelos homens quanto pelas mulheres. Em seguida, pequena minoria dos participantes utilizaram somente o sistema de referência egocêntrico ("vire à direita" ou "vire à esquerda"). Em suma, a partir das análises de diferentes aspectos, pode-se concluir que os resultados obtidos possuem certas similaridades com estudos realizados em outros países.

Palavras-Chave: Sistema de Navegação e Guia de Rota, Método de Esboço Cartográfico, Mapa Cognitivo.

MAPEAMENTO DIGITAL DE ÁGUAS TERRITORIAIS: METODOLOGIA CARTOGRÁFICA COM APOIO JURÍDICO

GILBERTO PESSANHA RIBEIRO (1)
CRISTIANO DOS SANTOS MACIEL (2)
MARCUS FELIPE MOURÃO PEREIRA (2)

(1) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia e Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável - CEADS
Departamento de Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro - RJ
{gilberto@eng.uerj.br, gilberto@georeferencial.com.br}

(2) GeoReferencial Inteligência Cartográfica e Mapeamento Digital
Diretoria de Projetos, Rio de Janeiro - RJ
{cristiano@georeferencial.com.br, marcusmourao@georeferencial.com.br}

O artigo consiste em apresentar metodologia e resultados de pesquisa aplicada envolvendo o mapeamento digital de águas territoriais e de zonas costeiras de domínio, com apoio de tecnologias digitais de geoprocessamento, onde foi desenvolvido e aperfeiçoado Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permita a gestão costeira, do ponto de vista de subsídios técnicos às empresas privadas, prefeituras municipais e governos estaduais, baseados em decretos e leis, no sentido de aplicar e integralizar métodos cartográficos para geração de documentos cartográficos com este propósito (mapas temáticos digitais). Tal projeto propõe tratar desse tema contemporâneo e estratégico, uma vez que antecipando a execução do mapeamento das águas territoriais brasileiras, com suporte em requisitos legais, será possível avaliar as condições sobre as quais hoje são definidos e calculados os royalties do petróleo, contribuindo, de forma objetiva, e com sustentação técnica e jurídica, para o estabelecimento de áreas territoriais marinhas de domínio para cada município, através de mapeamento dinâmico e atualizável em função da produção de poços de petróleo, contidos em campos e blocos. Como produtos gerados há mapas digitais gerados, de forma pioneira, para os casos de delimitação de águas territoriais para os municípios fluminenses de São Francisco do Itabapoana e Mangaratiba, que serão apresentados e analisados. O projeto permitiu a empresa Georeferencial alavancar e aperfeiçoar sua expertise na produção de mapas indicativos das águas territoriais, a nível nacional, com base em decretos e leis, em parceria com a UERJ. Investimentos em geotecnologias e em processos de mapeamento e em produtos especializados têm sido aplicados. As áreas prioritárias e estratégicas atendidas em projetos formais são Tecnologia da Informação e Comunicação, com atendimento à demandas do setor de Petróleo e Gás, e com envolvimento no tema royalties que envolvem políticas públicas e gestão de problemas ainda não resolvidos a nível nacional. Outros mapas digitais a serem gerados para casos no litoral fluminense, permitirão balizar ações do governo, nas três esferas, e contribuirá para otimização e diretrizes de investimentos públicos nos campos social e ambiental, no âmbito municipal. A pesquisa possui como base os seguintes documentos, que representam marcos legais de referência, Lei 7.525/86, Decreto 93.189/86, Lei 8.617/93, Decreto 1.290/94 e Decreto 4.983/04. O mapeamento tem sido executado para as águas territoriais de municípios do estado do Rio de Janeiro, e se estenderá à costa brasileira, uma vez que a Agência Nacional de Petróleo (ANP) disponibiliza a configuração espacial de poços, campos e blocos. O IBGE, com base na Lei nº 7.525/86 e no Decreto nº 93.189/86, adotou o método das linhas de base retas para definir a orientação das linhas ortogonais que partem da costa, que representa parte da metodologia que serve de guia para a produção de mapas dessa natureza. É entendido pelos autores que esta temática envolve domínio de aspectos técnicos de Cartografia importantes (sistema de coordenadas, sistema geodésico, sistema de projeção, linha geodésica, orientação e cálculo de áreas) e imprescindíveis no desenho desses limites territoriais no oceano Atlântico. Em se tratando de questões geopolíticas da camada pré-sal, é reforçado aqui o aspecto contemporâneo de divisões de riquezas naturais, tanto dentro do país, como também relativo às águas internacionais. Há mapas já produzidos pelos autores que tratam também desses aspectos, pouco conhecidos. Discussões já foram disparadas sobre o objeto dessa pesquisa, de forma pontual, sendo que este tipo de mapeamento não foi executado para a costa brasileira, abrangendo os municípios litorâneos que diretamente se interessam em conhecer as configurações dos limites, uma vez que demandas na gestão municipal se beneficiam de recursos provenientes dos royalties. O rigor integral nesse mapeamento é necessário e é um requisito técnico essencial, uma vez que os desenhos desses limites servem de suporte ao estabelecimento de valores em função da produção dinâmica dos poços de petróleo.

MAPEAMENTO DIGITAL INDICATIVO DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DA DESEMBOCADURA DA LAGUNA DE GRUSSAÍ, SÃO JOÃO DA BARRA, RJ, E INTERPRETAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

BRUNO GARBÉRO PINNA (1)
GILBERTO PESSANHA RIBEIRO (2)

(1) Georeferencial Inteligência Cartográfica e Mapeamento Digital
Diretoria de Projetos - Rio de Janeiro - RJ
bruno@georeferencial.com.br

(2) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia e Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável - CEADS
Departamento de Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro - RJ
gilberto@eng.uerj.br

Os processos costeiros instalados nos últimos 50 anos na foz do rio Paraíba do Sul estão associados, de forma marcante, à progradação e à retrogradação da linha de costa, possuindo como agentes naturais a ação do vento, o clima de ondas, os movimentos periódicos das marés e a interferência fluvial sobre o desenho, isto é, sobre a configuração espacial das feições costeiras, que se estendem pelo litoral dos municípios de São Francisco do Itabapoana e São João da Barra, no norte-fluminense, possuindo em comum, a foz do rio Paraíba do Sul como elemento definidor de parte do limite entre eles. Estudar em que medida a laguna de Grussaí, contida no município de São João da Barra, tem respondido a esses processos, e também à ocupação humana nos últimos anos é fundamental para a compreensão de sua fisiografia e conhecimento da qualidade de sua água, na porção próxima ao oceano Atlântico. Com suporte de levantamentos topográficos e geodésicos executados em campo, assim como extração de informações a partir de fotografias aéreas históricas, foi possível desenvolver pesquisa investigativa no campo de cartografia digital, associado à geomorfologia costeira, onde mapas foram produzidos, com a indicação da tendência de variação do desenho da desembocadura desta laguna. Também foi feito estudo sobre a ocupação humana em suas margens, como fator diretamente relacionado à qualidade da água, item já pesquisado pela Universidade Estadual do Norte-Fluminense (UENF). O Escritório Regional do IBAMA localizado em Campos dos Goytacazes tornou-se parceiro ao projeto, que deu origem a este artigo, ATAFONA: AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE EROSÃO COSTEIRA em desenvolvimento desde 2003, e tem apoiado pesquisas direcionadas ao mapeamento criterioso de feições geográficas de interesse imediato em análises ambientais. A partir deste mapeamento foi permitido observar que o desenho da laguna, em sua porção litorânea, obedece à deriva litorânea, isto é, segue às tendências da corrente costeira marinha, esta como resultante do efeito das marés e do molhe hidráulico do rio, em sua ação mecânica de descarga líqüida e sólida (sedimentos) no mar. Mapas do complexo deltaico do rio, produzidos no âmbito deste projeto, indicaram que há, desde 1954 até 2000, mais áreas em progradação (acrescidas) do que áreas em retrogradação (erosão) decrescidas, tanto analisando a face meridional, como a outra face - setentrional - da foz, como um todo. Fotografias aéreas históricas foram georreferenciadas e levantamentos geodésicos com auxílio de receptores GPS Promark2 e GTR-A (ambos L1) indicaram, que em 2004 e 2005, alterações do desenho das margens da referida laguna denunciando tendência posicional, em consonância com a deriva litorânea, que nessa zona marinha de estudo tem sua direção e sentido Norte→Sul. Pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense (UFF) apontaram verdadeira essa tendência em épocas pretéritas. Tal comportamento, medido pela primeira vez com tecnologia GPS, apontou a necessidade de investimento em pesquisas mais aprofundadas, onde estudos geomorfológicos, associados a eventos geológicos recentes, permitem chegar a afirmações sobre em que medida as lagunas dessa região, incluindo nesse conjunto as lagunas de Iquipari e do Açu, possuem suas dinâmicas muito condicionadas às forçantes oceanográficas, metereológicas, atmosféricas e astronômicas. Medições futuras em 2011 poderão corroborar essa hipótese, uma vez que em estudos dessa natureza a complexidade envolvendo intensidade e freqüência desses agentes impõem atenção maior em análises de tendências, em intervalos de tempo variáveis. Mudanças inesperadas no comportamento desses agentes, que comprovadamente estão reféns de condições climáticas ainda não completamente previsíveis, caracterizam cenários marcados por dúvidas, pois os modelos matemáticos que indiquem o desenho de feições litorâneas em projeções futuras, ainda não são integralmente seguros.

MODELAGEM HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENGALAS, NOVA FRIBURGO, RJ, UTILIZANDO O POTENCIAL DE GEOTECNOLOGIAS NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

GILBERTO PESSANHA RIBEIRO (1)
ALESSANDRA CARREIRO BAPTISTA (1)
EVALDO FLÁVIO GOMES CORREIA (1)

(1) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia/Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação/Geomática
Departamento de Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro - RJ
{gilberto@eng.uerj.br, alessandra@eng.uerj.br, evaldocorreia@yahoo.com.br}

A presente pesquisa encontra-se em desenvolvimento e concentra-se no estudo hidrológico da bacia do rio Bengalas, cujo rio principal, o rio Bengalas, localizado em de Nova Friburgo, RJ. Esse município, um dos mais importantes da região serrana, sofre freqüentemente com inundações e deslizamentos, onde, dados históricos e acontecimentos recentes mostram que a ocupação inadequada de encostas e calhas dos rios são as áreas destacada e negativamente afetadas. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo empregar uma abordagem geoespacial na realização da modelagem hidrológica e hidráulica para determinar as áreas de risco de inundação, em nível de planejamento urbano-ambiental, de forma a gerar subsídios para a busca de soluções e futuras intervenções. A modelagem de banco de dados integrado foi utilizada para o estudo hidrológico, permitindo, dessa forma, determinar as características fisiográficas da referida bacia: área, perímetro, diferença de altitudes, extensão, declividade, fator de forma, fator de compacidade e tempo de concentração, facilitando a comparação dos resultados obtidos com os dados de campo (calibração do modelo hidrológico) e na determinação do comportamento das vazões máximas, em função do tipo de uso da Terra. Há diversas justificativas para realização da presente pesquisa, entre elas, que a bacia hidrográfica se localiza em área de alta precipitação e com relevo declivoso, o que favorece o escoamento com altas velocidades em curto espaço de tempo, oferecendo, desta forma, risco à população, dentro da planície de inundação da bacia. Ressalta-se ainda que, atualmente, a modelagem dessa natureza tem sido bastante empregada em tomadas de decisão, principalmente, no gerenciamento de recursos hídricos, fazendo-se uso intensivo das geotecnologias, permitindo que tais decisões possam ser baseadas rotineiramente nos resultados da modelagem computacional, contribuindo para evitar prejuízos materiais e financeiros, e ainda, perdas de vidas humanas. As hipóteses levantadas neste estudo foram, principalmente, que o uso de geotecnologias para extração e tratamento das informações geográficas resultam em análises mais detalhadas dos efeitos dos fenômenos ambientais relacionados à bacia hidrográfica, como unidade de estudo, sendo possível reproduzi-los graficamente através de mapas, seguindo regras seguras durante todo o processo de mapeamento digital e, ainda, que, pela utilização e exploração, por completo, das funcionalidades de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para análises espaciais complexas, tendo como base dados temáticos, tais como, uso da terra e tipo de solo, em conjunto com as informações convencionais seriadas de vazão, precipitação, organizadas em um banco de dados geográficos, e ainda, através da execução de rotinas específicas para modelagem hidrológica e hidráulica, foi possível determinar as características fisiográficas da bacia do rio Bengalas, bem como, na área urbana da bacia, identificando possíveis áreas de risco de inundação. A metodologia tem suporte no uso de um SIG projetado para estes propósitos, extraindo informações, que por sua vez, serão entrada de dados na fase de modelagem, e reforçando a apresentação dos resultados em simulações através de mapas. Basicamente divide-se este processo em três etapas: "SIG", "Modelagem" e "Suporte à Tomada de Decisão/Simulação". O "SIG", compreende a geração do banco de dados espaciais, adotado o modelo ArcHydro da ESRI; o 'Processamento', utilizará o geo-HMS e geo-RAS para tratamento das características fisiográficas da bacia e do curso d'água; e a 'Apresentação', onde as manchas de inundação, resultado das simulações, foram identificadas. Na "Modelagem", empregará o modelo chuva-deflúvio elaborado pelo *Soil Conservation Service* (SCS) e implementado no *Hydrologic Modeling System* (HMS) e será estudado o comportamento hidráulico pelo métodos de simulação do escoamento dos canais, Fórmula de Manning, também implantando, no *River Analysis System* (RAS), ambos do *Hydrologic Modeling System* (HEC). Na última etapa "Tomada de Decisão/Simulação", é necessário o levantamento de questões sobre o ambiente que interfiram no sistema hidrológico e hidráulico, que possibilite propor simulações de interferências Estruturais, Não-Estruturais e Eventos Extremos para prever e conseqüentemente evitar desastres naturais, onde os mapas digitais, seguramente gerados, são

estrategicamente importantes viabilizando a espacialização de conjunto de dados temáticos em contextos de aferição de como as simulações representam efetivamente a realidade.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO À IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS NA ZONA OESTE DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, CONSIDERANDO A EXPANSÃO INDUSTRIAL E O DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL

GILBERTO PESSANHA RIBEIRO (1)
LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA LIMA (2)
FLÁVIA BALBINO DA COSTA (3)

(1) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia e Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável - CEADS
Departamento de Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro - RJ
{gilberto@eng.uerj.br, gilberto@georeferencial.com.br}

(2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Ciências Humanas e Sociais - ICHS
Departamento de Ciências Econômicas.
{llima@ufrrj.br}

(3) Georeferencial Inteligência Cartográfica e Mapeamento Digital
Diretoria de Projetos - Rio de Janeiro - RJ
{flavia@georeferencial.com.br}

Este artigo consiste na apresentação e discussão da metodologia e resultados alcançados no processo de mapeamento digital e análise de dados socioeconômicos da porção oeste do município do Rio de Janeiro (Regiões Administrativas de Santa Cruz, Campo Grande e Guaratiba). A expansão industrial e o desenvolvimento territorial nesta região trazem inúmeras modificações no cenário sócioeconômico e adjacências. O destaque de investimentos na indústria de transformação é a implantação da CSA - Companhia Siderúrgica do Atlântico, que se mostra como o maior empreendimento privado em realização no país. Investimentos públicos e privados no setor de infraestrutura estão previstos, considerando as características naturais e a localização geográfica privilegiada da região. A influência do porto de Itaguaí e a construção do Arco Metropolitano configuram um corredor de desenvolvimento com reflexos positivos logísticos e socioeconômicos, não só para o estado do Rio de Janeiro, mas também para outros sete estados, através da redução de custos de transporte. Os impactos da reordenação do espaço urbano, com a possibilidade de incremento populacional nas proximidades do novo eixo rodoviário e industrial, tende a gerar um aumento da demanda por serviços no setor terciário. O objetivo da pesquisa é explorar as funcionalidades de um SIG em atendimento às necessidades do campo imobiliário, analisando fatores relevantes e condições favoráveis à implantação de novos empreendimentos. Desta forma, o planejamento territorial se faz obrigatório, apoiado por banco de dados espaciais integrado num ambiente SIG. Estima-se que grande parte da população da zona oeste deste município está incluída nas condições econômicas da classe C. Por este motivo, espera-se que haja um acelerado desenvolvimento regional, considerando a classe C de extrema importância, pois esta corresponde a maior parte da população brasileira e é a grande responsável por movimentar a economia do país. Tal hipótese foi corroborada a partir de dados, coletados e analisados, sobre população, escolaridade, renda familiar e domicílios. Além disso, estas informações serviram como base para obtenção de relatórios estratégicos destinados à tomada de decisão no que se refere às potencialidades de investimentos imobiliários na área de estudo. Nesta perspectiva, insere-se o papel das políticas públicas, como instrumento de apoio e complemento ao sistema produtivo privado e às organizações da sociedade civil, para a busca da redução das desigualdades regionais e sociais do desenvolvimento do Rio de Janeiro, através da implantação dos elementos básicos de uma sociedade cada vez mais dependente de infra-estrutura e de Tecnologia de Informação (TI). Se o espaço econômico é comandado pela organização urbana, a era da tecnologia da informação reforça o papel dos centros urbanos e das localidades como suporte ao desenvolvimento sócio-econômico. Por sua vez, a dimensão quantitativa e a qualidade urbana, representada pela diversificação e sofisticação da sua base produtiva e das economias externas por elas proporcionadas, determinam a capacidade de competição das localidades. A pesquisa foi baseada em dados provenientes do censo do IBGE, do Sistema FIRJAN, do DER/RJ e do Instituto de Urbanismo Pereira

Passos/Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. A TI integrada com os dados provenientes de mapas geográficos, produzidos a partir de imagens de alta resolução WorldView-2, permitiu uma análise geral do contexto do crescimento regional incluindo as influências externas. Além da análise das variáveis existentes nos dados socioeconômicos, outras variáveis de pesquisa foram empregadas, tais como: segurança, proximidades de logradouros principais, existências de escolas municipais, estaduais e federais, localização das principais empresas, distância dos centros industriais, portos e aeroportos. Foi empregada a técnica de análise espacial multicritério, que propiciou a apresentação de diferentes cenários, envolvendo fatores, que são limitações relativas que definem algum grau de aptidão para as regiões geográficas, e restrições, que são limitações absolutas que limitam o espaço de análise. As leis ambientais dispostas nas Resoluções do CONAMA e o Plano Diretor da cidade do Rio de Janeiro entraram no contexto das restrições. O produto final da pesquisa servirá como base na tomada de decisão estratégica por parte das autoridades governamentais, envolvendo diretrizes em políticas públicas, e no setor privado, apontando as áreas potenciais aos investimentos habitacionais, contribuindo para o desenvolvimento territorial. Trabalhos futuros poderão ser realizados atacando outras vertentes da região em questão, como saúde, educação, sistema bancário, transporte, saneamento básico, etc.. tendo como base a aplicação SIG em desenvolvimento, com exploração de consultas e atualizações sobre as bases de dados espaciais estruturadas, já disponíveis como parte importante dos resultados da pesquisa.

OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO PARA IMPLANTAÇÃO DE ÁREAS DE LAZER NO BAIRRO DO CABULA, SALVADOR/BAHIA

CELIANE SILVA SANTOS[1]
RUI PEDRO DE SOUSA PEREIRA MONTEIRO JULIÃO[2]

[1]Mestranda em Gestão do Território – Universidade Nova de Lisboa
[1]Geógrafa – Universidade Católica do Salvador
[1]Graduanda em Urbanismo – Universidade do Estado da Bahia
celi_ssantos@hotmail.com

[2]Universidade Nova de Lisboa
[2]Instituto Geográfico Português
rpj@fcsh.unl.pt

O constante crescimento de manchas urbanas tem provocado, ao longo dos séculos, alterações na paisagem natural e como consequência o comprometimento da qualidade do seu meio. Na cidade do Salvador nota-se a partir da década de 1950 o início do processo de supressão de áreas verdes, decorrente de mudanças sócio-espaciais. O rápido processo de ocupação no bairro do Cabula acabou gerando a degradação ambiental de uma área que, até os anos de 1940, se constituía num espaço verde da cidade do Salvador. A partir da década de 1950, se inicia na cidade um processo de urbanização e crescimento, através de aberturas das avenidas de vale e adensamento de áreas mais distantes do centro. Particularmente na região do Cabula, que engloba áreas de expansão da cidade, têm ocorrido transformações rápidas e intensas decorrentes do processo de uso e ocupação do solo. Apesar de desempenhar importantes funções, a vegetação em Salvador não é tratada como uma necessidade para o meio urbano**;** padrões construtivos que vêm sendo implantados no Cabula evidenciam de forma clara como os fatores econômicos têm decidido o uso da terra sem levar em consideração os fatores ecológicos. Diante dessa abordagem, foi estimulado o interesse em trabalhar os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como subsídio para orientar a implantação de áreas de lazer no bairro do Cabula, na cidade do Salvador. Demonstrando que o uso do SIG pode contribuir no apoio para tomadas de decisões, indicando os locais mais apropriados para a criação de espaços de lazer em ambientes naturais para a melhoria da qualidade ambiental no espaço citadino. Uma vez que, o SIG modela geoinformações, possibilita um melhor entendimento do problema a ser solucionado ou gerando mecanismos apropriados para criação de medidas mitigadoras da problemática apresentada. Dessa maneira, é de fundamental importância a realização de estudos que possibilitem uma análise criteriosa da dinâmica espacial em áreas de expansão da malha urbana, bem como a supressão das áreas verdes. Para isso é necessário o auxílio de geotecnologias, pois possibilitam maior eficácia e rapidez no tratamento das informações geográficas. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva a utilização do SIG para subsidiar a estruturação de um plano, para implementação de áreas de lazer, priorizando os espaços verdes do bairro do Cabula, como contribuição para o planejamento ambiental urbano. Os procedimentos metodológicos foram de natureza qualitativa e quantitativa, por proporcionar maior proximidade ao problema, objetivando conhecer a variável de estudo tal como é apresentada, seu significado e o contexto onde ela está inserida. Para o desenvolvimento do trabalho realizou-se inicialmente uma revisão bibliográfica especializada. Os procedimentos para a pesquisa será realizado em três etapas, são as seguintes: aquisição de materiais, construção do banco de dados geográfico e modelagem de dados. Espacialmente evidenciou-se o crescimento da mancha urbana sobre o Cabula, a Rua Silveira Martins como eixo vetor, propiciou o processo de transformação da paisagem no seu entorno, reduzindo significativamente as áreas verdes. A vegetação existente, apesar de sua supressão pela ação antrópica, ainda apresenta exuberância em alguns pontos do bairro. A utilização do SIG promoveu a reunião de dados diversos, os quais representadas espacialmente, exprime a totalidade e a complexidade da realidade ambiental apresentada. A análise espacial dos resquícios de Mata Atlântica através do SIG possibilita uma visão integrada da problemática. Dessa maneira o SIG cria mecanismos para subsidiar um plano para a implantação de áreas de lazer, de acordo com os devidos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental. A pesquisa analisou de maneira objetiva e elucidativa a supressão das áreas verdes no bairro do Cabula nos anos de 1959, 1976, 1980, 1992, 2002 e 2006, apoiada nas fotografias aéreas e na geotecnologia, que foram de fundamental importância para a construção do trabalho, pois dessa maneira foi possível quantificar e espacializar a redução das áreas verdes, numa relação de interdependência com o contexto citadino. Observa-se a visualização dessa redução, por uma análise espacial através de um SIG, possibilitando um entendimento melhor da problemática e como consequência chegar mais rapidamente a soluções e/ou medidas mitigadoras.

PRODUÇÃO DE MAPAS ANIMADOS E INTERATIVOS PARA ATLAS ESCOLAR

FERNANDA PUGA SANTOS (1)
MÔNICA MODESTA DOS SANTOS DECANINI (2)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Presidente Prudente - SP
(1) Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas - PPGCC
ferpuga@gmail.com
(2) Departamento de Cartografia
monca@fct.unesp.br

Embora os mapas estejam presentes em diversas áreas do conhecimento humano, não são muito utilizados devido à complexidade de leitura. Uma das grandes dificuldades dos alunos de ensino médio e fundamental das escolas públicas, apontada pelas provas de Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM refere-se à interpretação de mapas. Para auxiliar o aprendizado de conceitos cartográficos, e facilitar o processo de interpretação dos mapas, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) sugerem o emprego da tecnologia na educação por meio da utilização de recursos multimídia. Os recursos multimídia permitem a manipulação de representações cartográficas em Atlas Digitais, o que possibilita a seleção e modificação de informações contidas nos mapas. Contudo, elaborar um Atlas Escolar não é uma tarefa simples. Além de ponderar componentes como recursos multimídia, área geográfica, conteúdo, dentre outros, é necessário considerar uma base teórica metodológica sobre a construção da noção de espaço e de representação por parte do aluno. A abordagem usualmente utilizada na área de ensino-aprendizagem é a teoria de organização do desenvolvimento intelectual de Piaget. Além disso, no processo de leitura de mapas, existem duas habilidades intelectuais que devem ser consideradas: as habilidades de acesso, que são habilidades básicas para a leitura de mapas, e as habilidades processuais, que são habilidades que utilizam os conhecimentos adquiridos pelas habilidades de acesso para extrair informações dos mapas e interpretar fenômenos geográficos e suas relações. Dentro deste contexto, o principal objetivo deste trabalho foi projetar e produzir mapas animados e interativos para um protótipo de Atlas Escolar (EDUCATLAS) para alunos do 4º ciclo do ensino fundamental (7ª e 8ª séries), a fim de auxiliar o processo de aprendizagem no ensino de Geografia. Este projeto deu continuidade ao protótipo anterior, referente ao terceiro ciclo (5ª e 6ª séries). O desenvolvimento dos mapas do protótipo subdividiu-se em duas grandes etapas: projeto cartográfico e produção. A etapa do projeto cartográfico consistiu na análise da demanda do usuário, especificação das variáveis interdependentes, e elaboração da interface visual. Na fase de produção fez-se a aquisição e edição da base de dados geográficos e desenvolveu-se a interface. Os mapas criados foram basicamente de três tipos, quais sejam: estático "só para ver", estático interativo e animado interativo. Os mapas estáticos foram criados em ArcView 3.2, os mapas animados e interativos foram criados em *Macromedia Flash Mx*, *Visual Basic* (VB), juntamente com a Biblioteca MapObjects - ESRI. Nos mapas animados adotou-se as variáveis dinâmicas *momento no tempo*, *duração* e *ordem*. Quanto aos recursos de interatividade utilizou-se os seguintes tipos: *toggling*, *consulta à base de dados*, *zoom in* e *zoom out*, *mudança de símbolo* e *filtragem*. Para o desenvolvimento dos mapas foi fundamental conhecer o desenvolvimento cognitivo infantil e as habilidades necessárias no processo de leitura e construção de mapas, pois, por meio deste conhecimento foi possível elaborar atividades para que as crianças leiam e interpretem as representações cartográficas. O estudo dos PCNs possibilitou conhecer as diretrizes do ensino de Geografia, as quais viabilizaram o desenvolvimento do EDUCATLAS em módulos educacionais de aprendizagem, o que pode favorecer a criação de um produto mais eficaz, eficiente e atrativo. É importante apontar que a cartografia multimídia pode auxiliar a criança no desenvolvimento de suas habilidades processuais e de acesso, e assim, garantir que os Atlas Escolares sejam utilizados com eficiência no ensino de Geografia. Entretanto, há controvérsias quanto a eficácia da animação para educação. Enquanto alguns autores sugerem que a animação para educação não é tão efetiva quanto os mapas estáticos. Outros apontam que isto pode estar relacionado com diversos fatores, tais como método de representação e natureza do fenômeno geográfico. Todavia, observa-se que há poucos estudos que tratam da interatividade, sendo que o foco está na animação. Sendo assim, recomenda-se que no futuro os mapas produzidos sejam testados com um grupo de alunos do referido ciclo, para avaliar a real contribuição da animação e interatividade no ensino da Geografia, bem como a divisão do Atlas em ciclos de aprendizagem.

ELABORAÇÃO DE ZONA DE RISCO DE INUNDAÇÃO EMERGENCIAL PARA O MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DA LAJE, ALAGOAS

JHONATHAN GOMES DOS SANTOS
ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
jhonathan.gomes@gmail.com
alcandeias@yahoo.com.br

O município de São José da Laje divide fronteira ao norte com o município pernambucano de Quipapá, e com os municípios alagoanos de Ibateguara ao leste, Santana do Mundaú ao oeste e União dos Palmares ao sul. Este município está situado na latitude 9º00'35" Sul e na longitude 36º03'30". Ele faz parte da Bacia hidrológica do rio Mundaú compreendida entre os estados de Alagoas e Pernambuco. A expansão urbana no município de São José da Laje, foi realizada de modo desordenado. A população de baixa renda desse município ocupou áreas as áreas ribeirinhas, e no período de chuvas em junho de 2010, essas áreas foram inundadas e geraram prejuízos materiais e humanos. Historicamente não foi a primeira vez que isto ocorreu. Em 14 de março de 1969, este município foi atingido por uma enorme massa de água que destruiu grande parte da cidade e deixou cerca de duzentos mortos e mais de mil desaparecidos. Não somente em São José da Laje, mas em uma grande parcela das cidades situadas nessa bacia foram parcialmente destruídas. Esse trabalho mostra um método simplificado de delimitação de áreas de risco de inundação que poderá ser utilizado numa situação de emergência, em municípios de pequeno porte, onde haja carência de dados cartográficos, e fornece uma visão geral da área de alagamento. O uso de imagens de sensores remotos é um recurso importante na avaliação e definição de áreas sujeitas à inundação. As características multitemporais irão fornecer as informações antes e depois da enchente, as características multiespectrais irão indicar as áreas secas e molhadas, e as de altimetria irão mostrar a partir de qual altitude não houve alagamento. No caso aqui estudado, tinha-se a imagem antes do evento, e os dados do ASTER GDEM para a extração do modelo digital de elevação (MDE). Foi desenvolvido trabalho de campo com GPS de navegação para se obter as coordenadas depois do evento e demarcar até onde foi o alagamento. Com isto, gerou-se um carta 1:100.000 da área de risco. De modo mais especifico, a metodologia se baseou na obtenção de um retângulo envolvente da cidade de São José da Laje, e então feito um recorte no plano de informações das imagens ASTER, no software SPRING 5.0.6 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), resultando num modelo de elevação da área da cidade. A partir daí foi realizado o cruzamento da grade de elevação com a cota de inundação obtida *in loco*, baseando-se em informações de moradores e nas marcas d'água que ainda eram encontradas nas paredes das casas, indicando o nível em que a água chegou em diversos pontos da cidade para a definição da cota de inundação. Na análise expedita utilizou-se um aparelho receptor GPS Garmin® Mobile XT, e coordenadas foram coletados, servindo para a determinação de pontos onde houve inundação. As coordenadas dos pontos coletados foram distribuídas sobre a imagem no Google Earth da área, e serviu como referência na elaboração da área de inundação para a enchente de 2010 para aquela. Admitindo-se a cota de inundação como a maior altitude observada, 267 metros (obtido em relatório técnico da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos hídricos - SEMARH), foi realizada uma operação de fatiamento, com isto foi gerada a área de inundação para aquele município no evento de junho de 2010. A área de inundação supracitada foi comparada com o relatório da SEMARH e observou-se que, a área da mancha obtida através do SPRING, foi de 1.014.393,1746 m^2 enquanto a mancha de SEMARH foi de uma de 532.325,6358 m^2, sendo que esta área coincide em 90,35% com aquela. Apesar de ser quase o dobro da outra, a metodologia aqui apresentada é rápida e fornece de forma clara como foi desenvolvido o trabalho e foi comprovada com trabalho de campo. A metodologia proposta pode ser utilizada numa situação de emergência, quando não se dispõe de tempo nem de dados suficientes para a elaboração de um plano mais elaborado para a evacuação da área de risco no caso de uma inundação iminente e baseando-se nos dados anteriormente atingidos de cota. O software e as imagens usadas são gratuitos facilitando a implementação da metodologia. O trabalho aqui apresentado fez parte da disciplina Sensoriamento Remoto do Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE, em 2010.

ANÁLISE DE DIAGNÓSTICO DA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE GRAVATÁ-PE: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

JOÃO MARCELO SAMPAIO DOS SANTOS (1)
SIMONE SAYURI SATO (2)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Departamento de Geografia, Recife - PE
joao_sampaio90@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Cartografia, Recife - PE
simone.sato@ufpe.br

O município pernambucano de Gravatá possui área aproximada de 489,5km² e está localizado na Mesorregião do Agreste acerca de 85km de Recife (capital do Estado), além de fazer parte da Microrregião do Vale do Ipojuca. A cidade é plana com ligeiras elevações nos subúrbios, pois todo o município está inserido predominantemente na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. Gravatá hoje é um forte pólo econômico no Estado de Pernambuco, possuindo uma evolução crescente nas taxas de urbanização e de população, conforme constatado a partir da análise dos dados, consistida na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Assim sendo, torna-se necessário um estudo que tanto busque compreender os processos e dinâmicas socioeconômicos responsáveis por tal expansão (e suas conseqüências), quanto forneça alternativas como possíveis soluções para os desafios/problemas encontrados. A pesquisa tem por objetivo principal a avaliação do crescimento urbano e populacional, ordenado e desordenado ao longo dos anos no município de Gravatá de forma que se obtenha um diagnóstico preciso de sua origem, evolução e conseqüências do desenvolvimento desta expansão. Este estudo poderá oferecer ferramentas para um melhor planejamento administrativo, favorecendo o desenvolvimento sustentável e promissor do município não apenas no âmbito econômico, mas também no social. A partir desta análise poderá ser feita, por parte do poder público local e federal, uma melhor realocação de investimentos para as atividades que ofereçam maior retorno econômico, podendo assim, gerar maior prosperidade e sustentabilidade para o município. Para a realização da presente pesquisa, realizamos o levantamento de dados geográficos e cartográficos já existentes referentes à este município em diversos acervos disponibilizados pelo Departamento de Cartografia da UFPE, pelo IBGE, IPEA, EMBRAPA, SUDENE, entre outros, além de pesquisas em referencias científicas (teses, artigos, dissertações, etc.) relacionadas ao tema do estudo. A partir do levantamento realizado tornou-se possível a elaboração de análises multi-temporais como instrumento para a avaliação da expansão urbana bem como a construção de gráficos comparativos altamente objetivos os quais foram primordiais para elucidar os resultados facilitando a compreensão dos mesmos. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), dentre os três principais setores de atividades econômicas, podemos destacar o de comércio e serviço como o principal responsável pelo crescimento econômico deste município. Essencialmente após as obras de duplicação do trecho da BR-232 (as quais iniciaram no começo do século XXI) a taxa populacional total do município de Gravatá aumentou consideravelmente tanto de forma absoluta quanto de forma relativa no que concerne a sua parcela urbana. Com o acesso facilitado por essa via, as circulações de pessoas e mercadorias também aumentaram de forma extraordinária, dinamizando e favorecendo o desenvolvimento da economia local principalmente nos dias em que ocorrem grandes eventos na cidade onde a população média (cerca de 76700 pessoas em 2010) chega a dobrar. Seguindo o princípio econômico da *lei da procura e da oferta*, com o aumento da procura por residências neste local, que foi considerado um entre os cinco melhores Microclimas do mundo pela Organização Mundial da Saúde, houve a valorização dos terrenos, os quais passaram a ser mais ofertados, gerando a multiplicação dos condomínios rurais. A partir deste raciocínio, vale apena destacar o turismo como uma das principais atividades econômicas que mais cresce em Gravata. O turismo neste município, além de se mostrar como altamente rentável, acabou subsidiando o crescimento de outros setores como o do comércio varejista, o da indústria moveleira e principalmente o setor imobiliário (já que os números de domicílios particulares permanentes cresceram consideravelmente nos 10 últimos anos), pois, segundo corretores, é o local com o metro quadrado mais caro e onde se constroem mais imóveis em Pernambuco. Portanto, diante do que foi aqui abordado, o crescimento econômico e populacional do município de Gravatá é uma realidade

atual e para que haja um acompanhamento de caráter estrutural (saneamento básico, rede de distribuição d'água, iluminação pública, entre outros) concordante com tamanha expansão se faz necessário um relocamento dos recursos públicos para as atividades econômicas mais rentáveis visando a geração de um desenvolvimento não puramente econômico, mas também com uma maior qualidade de vida, ou seja, um melhor bem-estar social.

DEFINIÇÃO DA PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA PARA O CADASTRO MULTIFINALITÁRIO DO MUNICIPIO DE ARAPIRACA-AL.

JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS (1)
DRª ANDRÉA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO (2)
DR. MARCELO ANTÔNIO NERO (3)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. PGSGTG
Departamento de Engenharia Cartográfica
Juciela_agrimensura@yahoo.com.br

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. PGSGTG
Departamento de Engenharia Cartográfica - DECART
aftc@ufpe.br

(3) Universidade Federal de Pernambuco
Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. PGSGTG
Departamento de Engenharia Cartográfica - DECART
marcelo.nero@gmail.com

O estabelecimento e a implantação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal é uma etapa importante para o Cadastro Territorial Multifinalitário, sendo de extrema importância para o processo de atualização das cartas cadastrais. A necessidade do georreferenciamento do cadastro urbano no Brasil exige uma densificação de pontos da rede geodésica oficial, uma vez que os marcos oficiais pertencentes ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) ainda não são suficientes para o apoio ao cadastro urbano. Assim, justifica-se a necessidade de implantação de uma rede municipal referenciada ao SGB que sirva de referência para os levantamentos e locações de obras, bem como para a atualização das cartas cadastrais. Todo o processo de implantação desse tipo de rede é normatizado pela norma NBR14.166, que relata todos os procedimentos, incluindo desde as distâncias máximas entre os marcos, o processo de transformação de coordenadas, os modelos de monografia. Ainda não existem diretrizes oficiais sobre a projeção cartográfica a ser adotada em escalas maiores que 1:10.000, que são as usuais nas cartas cadastrais. Na definição da melhor projeção para este fim, devem-se considerar as dificuldades dos municípios que abrangem mais de um fuso ou cuja distorção nos extremos desses fusos seja incompatíveis à precisão estabelecida para o cadastro urbano. A Portaria n.511/2009, do Ministério das Cidades, que estabelece diretrizes para a implantação de CTM nos municípios brasileiros, recomenda a utilização da projeção UTM, levando em consideração a facilidade de possíveis integrações de bases cartográficas provenientes de outros órgãos e as vantagens e desvantagens na escolha do melhor sistema de projeção indicado para cada município. Considerando a dificuldade na escolha do sistema de projeção a ser utilizado pelos municípios, este trabalho tem como objetivo definir a projeção cartográfica adequada para o município de Arapiraca-AL. A metodologia utilizada envolve a comparação entre a aplicação do Plano Topográfico Local e do sistema UTM, discutindo as vantagens e desvantagens da utilização de cada um desses na referida área. Para o Levantamento das coordenadas Geodésicas, foram utilizados pontos que serviram de apoio no georreferenciamento das fotografias áreas da cidade em 2006, obtidas através do emprego do receptor GPS ASHTECH, modelo Z-12, de dupla freqüência, empregando o posicionamento relativo. Todos os pontos utilizados no presente trabalho foram materializados e alguns desses, quanto à altimetria, coincidem com Referências de Nível (RNs) ajustadas de classe AP oficiais do IBGE, possibilitando a validação das coordenadas para consolidação dos dados e utilização da rede em trabalhos posteriores. Os pontos foram processados através do programa ASHTECH SOLUTIONS e o ajustamento foi realizado utilizando o Método dos Mínimos quadrados (MMQ). Essas coordenadas foram transformadas para o Plano Topográfico Local através das fórmulas obtidas da NBR 14.166 e através do programa TransgeoLocal. As coordenadas UTM foram obtidas utilizando o programa disponibilizado pelo IBGE, ProGriD, onde foram comparadas na locação de um loteamento de modo à verificar os desvios. Como resultado deste trabalho, espera-se numa análise quantitativa na utilização do sistema topográfico local e do sistema de coordenadas UTM.

SIMBOLOGIA PARA A REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA TRIDIMENSIONAL DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA

SUZANA DANIELA ROCHA SANTOS (1)
LUCIENE STAMATO DELAZARI (1)
MARIA CECILIA BRANDALIZE

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
suzanadrs@hotmail.com
luciene@ufpr.br
Maria.brandalize@ufpr.br

A cartografia vem sendo submetida a uma série de revoluções e inovações nas últimas décadas com os avanços tecnológicos. Com este avanço, os cartógrafos criam uma grande variedade de produtos, que podem ser vistos na tela do computador. Estas novas tecnologias, não surpreendentemente, resultaram em uma série de novos produtos cartográficos que vão muito além da definição convencional de um mapa. O desenvolvimento da tecnologia da informática e técnicas de realidade virtual trouxeram muitas mudanças em fundamentos teóricos da cartografia. As novas técnicas de visualização e as novas possibilidades de interação computacional oferecem uma oportunidade para a criação de novas formas de representações da paisagem. Alguns desses novos modelos cartográficos compreendem os mapas interativos, mapas tridimensionais e mapas virtuais. Até recentemente a maioria das representações cartográficas só podia ser visualizadas em duas dimensões. Embora os mapas bidimensionais possam ser usados para executar inúmeras análises e aplicações espaciais, a visualização de feições que apresentam características tridimensionais em geral é limitada, em função da simbologia usada ser bidimensional. A representação de dados geográficos em mapas tridimensionais facilita a compreensão da informação não só pelos especialistas em cartografia, mas também para usuários comuns, pois sua apresentação aproxima-se mais da realidade, o que auxilia na comprensão das relações espacias dos objetos representados. Um dos maiores e mais complexos sistemas desenvolvidos pelo ser humano é a indústria de engenharia elétrica e a mesma tem sido considerada uma das maiores conquistas da engenharia do século XX. Apesar disso, pode-se afirmar que ainda existe uma grande dificuldade no gerenciamento do sistema e das suas informações geradas, tanto pela sua complexidade quanto pela quantidade de informação existentes que precisam ser manipuladas e tratadas. Um grande problema encontrado nesta área é a busca por melhorias na forma de visualização das informações das redes de energia elétrica, já que as boas condições de funcionamento das redes são de extrema importância para a sociedade. No contexto das redes de distribuição de energia elétrica os mapas tridimensionais representam uma poderosa ferramenta de gestão territorial, pois tornam possível a visualização não só da localização geográfica dos equipamentos que compõem a rede elétrica, mas também de suas características não espaciais. Esses mapas podem ser usados para as necessidades de planejamento, construção, supervisão, controle na inserção e realocação de postes, equipamentos ou trechos de circuitos, definição de vãos entre os postes e outras operações como de cadastro e atualização da base de dados. Para desenvolver as representações tridimensionais para redes de energia elétrica faz-se necessário estudar os seus componentes, classificá-los e definir a simbologia adequada para o seu uso. Entretanto, na literatura sobre o assunto ainda são poucas as pesquisas sobre as formas de representar tais redes tridimensionalmente. Deste modo, neste trabalho aborda-se a questão da melhoria do processo de comunicação cartográfica com o uso de símbolos tridimensionais na representação de sistemas de redes de energia elétrica tridimensional. Neste sentido será desenvolvido um projeto cartográfico para a representação tridimensional de redes de energia elétrica, considerando a avaliação nas mudanças das etapas do projeto de mapas bidimensionais para mapas tridimensionais, análise das variáveis visuais adequadas à representação tridimensional, construção da simbologia tridimensional, aplicação da simbologia ao modelo tridimensional e aplicação de testes da nova representação cartográfica de redes de energia elétrica. Para as concessionárias de energia elétrica, os resultados dessa pesquisa irão contribuir na introdução de subsídios de decisões de projeto cartográfico tridimensional e princípios de visualização cartográfica, os quais, aliados à possibilidade de representação de redes de energia elétrica tridimensionalmente, podem auxiliar os técnicos de redes na identificação de problemas, na atualização da base de dados, no planejamento de novas obras e na padronização de símbolos para a representação de elementos importantes.

CARACTERÍSTICAS TEMPORAIS PARA APLICAÇÃO EM CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

GLAUCIA GABRIEL SASS (1) (2)
AMILTON AMORIM (2)

(1) Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS
Curso de Ciência da Computação, Dourados - MS
glaucia@comp.uems.br

(2) Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
amorim@fct.unesp.br

O Cadastro Técnico é um sistema de informação territorial, geralmente administrado por uma ou mais agênciasgovernamentais. Tradicionalmente, o Cadastro Técnico foi projetado para apoiar a tributação territorial, transferência de imóveis e redistribuição de terra. O Cadastro Técnico fornece informações pertinentes à terra, que melhoram a eficiência e segurança das transações em relação à posse da terra. Um Cadastro Técnico, normalmente, é um sistema baseado em parcelas, unidades únicas e bem definidas. Estas unidades são delimitadas pelos limites formais ou informais que as demarcam. Para cada parcela é criado um identificador único, exemplo: coordenadas ou lote numerado em um mapa. Os tipos de dados do Cadastro Técnico são geralmente textos e mapas, ligados por um identificador único. Esses dados são coletados, armazenados e referenciados. As referências podem ser definidas por coordenadas para facilitar sua manipulação e relacionamento com outros sistemas. Nas últimas décadas, o Cadastro Técnico evoluiu de registros analógicos para digitais. As informações de espaço sobre a parcela não são mais mantidas em mapas de papel, mas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Usando Bancos de Dados Geográficos para o armazenamento dos atributos textuais e geográfico, o Cadastro Técnico Multifinalitário tem feito uso dos tradicionais Bancos de Dados, que estendidos a dados geográficos, fornecem informações para administração pública da terra, enquanto apóia a comercialização de terra e interesses legais. Neste contexto os Bancos de Dados são modelados para armazenar os dados atuais, ou seja, quando um dado é atualizado o valor anterior do dado é perdido. Para os gestores dos Cadastros Técnicos seria importante ter informações históricas sobre a posse da terra, que auxiliariam na tomada de decisões. Desde meados da década de setenta tem-se discutido sobre características temporais em Banco de Dados, um dos principais problemas era o armazenamento. Porém, o processamento de dados, desde o início da computação comercial, tem impulsionado o aprimoramento dos computadores e ferramentas. As técnicas para armazenamento e processamento dos dados evoluíram muito ao longo dos últimos 60 anos, e hoje o armazenamento não representa mais um problema. Mas, os Bancos de Dados comercias ainda não estão totalmente pronto para trabalharem com os aspectos temporais. O presente trabalho faz um estudo dos Bancos de Dados Temporais para identificar características de temporalidade que possam ser incluídas no Cadastro Técnico e pretende identificar um modelo que possa ser aplicado para o Cadastro Técnico Multifinalitário. O objetivo principal do trabalho é estudar os modelos temporais existentes e os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados que dêem suporte a estes modelos, porém ainda não será abordada a temporalidade dos dados geográficos. A metodologia para esse estudo partiu de uma pesquisa bibliográfica sobre dados temporais, modelos temporais e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados comerciais com suporte ao tempo. Como resultado pretende-se identificar um modelo temporal e um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, de preferência livre, que de suporte ao tempo para o desenvolvimento de Sistemas de Informação para o Cadastro Técnico Multifinalitário. Além de identificar quais dados do Cadastro Técnico serão tratados como dados temporais e quais não precisarão desse tratamento. O Cadastro Técnico é uma ferramenta importante, que pode ser desenvolvida e adaptada as necessidades econômicas e locais

UM BANCO DE DADOS ESPACIAL PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO CN DO MÉTODO DO SOIL CONSERVATION SERVICE

ALEXANDRO GULARTE SCHAFER (1)

(1) Universidade Federal do Pampa
Bagé - RS
alexandro.schafer@unipampa.edu.br

O método do Número de Curva de escoamento superficial (Soil Conservation Service Curve Number – SCS-CN) tem sido usado por mais de cinqüenta anos para estimar o escoamento superficial a partir de eventos de chuva, sendo adotado em modelos de cálculo de escoamento superficial como o TR-55, TR-20, HEC-1 e HEC-HMS. O parâmetro do método que reflete as condições de uso da terra e tipo de solos é o CN (*curve number* - número de curva de escoamento), um valor adimensional que pode variar entre 0 e 100. A partir do CN, é possível estimar a retenção potencial máxima do solo em uma determinada área de drenagem em um determinado momento e calcular o escoamento superficial para um evento de chuva. Para a determinação do CN, a grande variabilidade das características naturais e de uso do solo existentes em uma área de drenagem resulta numa grande quantidade de informações a serem analisadas. A utilização de SIG (aliado ao sensoriamento remoto) nesse processo auxilia na estimativa das características físicas (tipo de solo, uso da terra) que exercem influência no valor do parâmetro CN e, consequentemente, no valor do máximo potencial de retenção de uma área de drenagem. Existem ferramentas desenvolvidas para trabalhar com o método SCS-CN em SIG. Entretanto, essas abordagens têm um ponto em comum: foram desenvolvidas como extensões para o ArcView. Sendo assim, é relevante que sejam desenvolvidas ferramentas para a estimativa do parâmetro CN utilizando-se softwares livres e de código fonte aberto. Dentro deste contexto, o presente artigo apresenta a metodologia para o desenvolvimento de um banco de dados espacial para a geração do mapa de CN e para a determinação dos valores do CN médio e retenção potencial máxima média de áreas de drenagem.

A modelagem do banco de dados geográfico seguiu as seguintes etapas de projeto de banco de dados: modelagem conceitual, projeto lógico e projeto físico. Para a modelagem conceitual do banco de dados, foi utilizado o modelo conceitual MADS (Modeling Applications Data With Spatio-Temporal Features) e a ferramenta MADS Schema Editor. Nesta etapa, definiram-se as classes, objetos e métodos que compõe o banco de dados espacial. As classes definidas foram: uso da terra, solos, solosGHS (grupo hidrológico de solos), mapa CN e área de drenagem. A partir do modelo conceitual foi gerado o modelo lógico. Neste nível é definido como as entidades são armazenadas na estrutura do banco de dados. Como o modelo lógico depende do tipo de Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) utilizado na implementação, foi definido nessa etapa que o banco de dados seria implementado no PostgreSQL com sua extensão espacial PostGIS. Foi realizado o mapeamento conceitual/lógico de todas as classes, bem como das tabelas auxiliares necessárias à obtenção do parâmetro CN. Ao final desta etapa, foi construído o esquema relacional do banco de dados utilizando-se o software Dbdesigner. A etapa final do desenvolvimento do banco de dados foi o projeto físico, que trata da implementação propriamente dita do sistema. Utilizando-se as linguagens SQL e SQL spatial, foram escritos os scripts para a importação de dados, para a criação das tabelas e para a realização das consultas. O software usado para inserção e manipulação dos dados no banco de dados foi o pgAdmin III. No que diz respeito às operações espaciais, foram utilizados as seguintes funções do Postgis: ST_Intersects e ST_Intersection (para a superposição das classes uso da terra e solos, dando origem ao mapa de CN) e ST_Union (para a criação do mapa de grupo hidrológico de solos). Utilizou-se também o carregador de dados shp2pgsql para inserir os arquivos Shapefile nas tabelas do PostgreSQL. O visualizador utilizado foi o gvSIG. Ao final do processo de modelagem, foram realizados testes para verificar as funcionalidades do banco de dados. Para tanto, foram criadas geometrias simulando os mapas de uso da terra

e de solos, com valores hipotéticos para os atributos destes mapas. Empregando a metodologia desenvolvida, foi possível obter-se o mapa de CN e estimar o CN médio e a retenção potencial máxima média dessa área de drenagem hipotética. Posteriormente, a metodologia desenvolvida será aplicada a uma área de drenagem real. O banco de dados espacial desenvolvido até o momento refere-se à determinação do parâmetro CN e da retenção potencial máxima do solo considerando as condições de uma determinada área de drenagem em um determinado instante no tempo. A próxima etapa prevista na pesquisa, que faz parte da tese de doutoramento do primeiro autor, é a consideração do fator tempo na construção do banco de dados. Nesta etapa, serão verificados que tipos de mudanças podem ocasionar alterações nos valores do parâmetro CN e da retenção potencial máxima de uma área de drenagem e de que maneira pode se dar a modelagem e a implementação de um banco de dados espaço-temporal para a determinação desses valores.

CONSTRUÇÃO DE UMA SIMBOLOGIA PARA CARTAS TOPOGRÁFICAS 3D

MARCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT (1)
LUCIENE STAMATO DELAZARI (2)

(1) Instituto Federal do Triângulo Mineiro
Campus Uberlândia - MG
marcio.schmidt@iftm.edu.br

(2) Universidade do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
luciene @upr.br

Ambientes virtuais tridimensionais têm um importante papel nos processos de exploração de dados espaciais e visualização científica, pois permitem a pesquisadores projetar e desenvolver testes para avaliar o comportamento de usuários de produtos cartográficos, nos quais o pesquisador tenha o total controle sobre o que está sendo representado (Rinaldi et al, 2006). Esta forma de visualização apóia o usuário na criação de uma imagem mental global da área e da variação do fenômeno, ao invés de fragmentos provenientes da leitura pontual como ocorre na leitura de mapas. Entretanto, a inclusão da altura como a terceira componente nos símbolos usados na representação de cartas topográficas ressalta uma série de dificuldades em construir representações que comuniquem os fenômenos espaciais adequadamente. Parte do problema pode ser resultado do conhecimento cartográfico insuficiente para construir essas representações frente às mudanças tecnológicas. Como conseqüência, equívocos podem ser encontrados em mapas que restringem ou até mesmo prejudicam a compreensão dos elementos representados e as suas relações espaciais. As pesquisas desenvolvidas até o momento buscam determinar regras gerais para nortear o processo de construção da simbologia nestas representações. Os resultados destas pesquisas têm aproximado a construção da simbologia de cartas topográficas 3D à cartografia temática. A adoção desta abordagem possibilita ao cartógrafo tomar decisões na construção da simbologia que focam os interesses de uso da representação. O aparente conflito de conceitos desta abordagem se dilui ao se considerar os efeitos visuais atribuídos pela vista perspectiva. Estes efeitos são estudados pela cognição, em especial os conceitos de separação figura-fundo e organização visual. Estas considerações são importantes quando se trabalha com usuários que utilizam as representações tridimensionais como fonte de conhecimento espacial para análise e tomada de decisões. A navegação nestes ambientes pode ser definida como o processo pelo qual uma pessoa determina a sua posição e orientação relativos a outros elementos da paisagem e usa esse conhecimento para se deslocar para outros locais. Entretanto, a determinação da orientação relativa não é uma tarefa trivial em ambientes virtuais. Este problema é agravado pela falta de conhecimento de como os usuários reagem à nova perspectiva e diferenças perceptivas propostos por ele. A aplicação das cartas topográficas 3D para esta tarefa evidencia o problema de se determinar como os usuários geram conhecimento espacial a partir do seu uso na navegação virtual e como armazenam as informações espaciais em suas representações internas. Para responder a esta questão, esta pesquisa adota a hipótese de que uma simbologia projetada para o uso específico na navegação 3D, que evidencie feições com potencial de serem usadas como pontos de referência, auxilia na manutenção da orientação do usuário que executa a navegação virtual e contribui na aquisição de conhecimento sobre a região mapeada. Para comprovar esta hipótese, nesta pesquisa propõe-se a realização de testes de navegação a partir de duas proposições para simbologia para carta topográfica 3D. Estas proposições adotam os conceitos da cartografia temática, como as variáveis visuais forma, tom de cor e luminosidade, e o relacionamento dos níveis de medida e primitivas gráficas, associadas ao conceito de generalização cartográfica para a definição das simbologias geométrica e realista. A percepção dos usuários em relação às relações espaciais entre as feições representadas e a determinação da sua posição relativa a estas feições, são utilizadas para a tomada de decisões táticas e estratégicas para se movimentar na representação. Estas decisões se apóiam nos seus mapas cognitivos construídos a partir da aquisição de informações das representações e se referem a navegação local e global, respectivamente às decisões táticas ou estratégicas do movimento guiado. A metodologia de testes desenvolvida por Schmidt e Delazari (2011) permitirá a validação dos resultados dos testes e evidenciarão como este tipo de simbologia é percebido e como a distribuição espacial dos símbolos é armazenada no mapa cognitivo do usuário de forma a contribuir com o conhecimento necessário para se construir cartas topográficas 3D adequadas a comunicação cartográfica.

MAQUETE ELETRÔNICA DO CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DIOGO JOSÉ NUNES DA SILVA (1)
GLAUCO LEITE DE FREITAS (2)
LUCILENE ANTUNES CORREIA MARQUES DE SÁ (3)

Universidade Federal do Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
(1) maildodiogo@gmail.com; (2) glauco_freitas@hotmail.com; (3) lacms@ufpe.br

Mapas interativos ou estáticos e maquetes eletrônicas fazem parte da demanda crescente no conhecimento do espaço físico-territorial. As formas de representação tridimensionais são capazes de comunicar-se mais rapidamente com os usuários leigos. Maquetes eletrônicas são modelos computacionais tridimensionais que têm como principal objetivo representar determinado objeto ou conjunto de objetos, através da visualização das feições, estreitando, assim o relacionamento entre o espaço real e a realidade virtual. As maquetes mostram a representação da realidade e aproximam o público da Cartografia. Realidade virtual é um ambiente desenvolvido na informática capaz de criar espaços tridimensionais, proporcionando uma interação entre pessoas, objetos e lugares. A primeira definição para a construção de um mapa deve ser: quem serão seus usuários? Neste projeto os usuários serão as pessoas que freqüentam o campus Recife da UFPE. Para conhecer os interesses dos freqüentadores do Campus foi elaborado um questionário, que foi aplicado de forma aleatória no campus Recife da UFPE. Os resultados mostraram que são mais procurados os centros acadêmicos, as bibliotecas e os serviços de infraestrutura, como: fotocopiadoras, lanchonetes e paradas de ônibus. Na UFPE circulam pessoas com as mais diversas finalidades sejam estudantes, professores, funcionários; pesquisadores e alunos de outras universidades, profissionais em busca de informações, distribuidores, representantes comerciais; público em geral, que vem ao Centro de Convenções, à pista de caminhada, ao lago, entre outros locais. A proposta maior do projeto é o desenvolvimento de um aplicativo em SIG denominado SIGCampus, inclusive com sua disponibilização para *web*, criado um ambiente de realidade virtual. Portanto, foi iniciada a construção de maquetes eletrônicas das edificações. O Centro de Tecnologia e Geociências – CTG foi o escolhido para dar início ao projeto. Os programas computacionais empregados são: Google Earth e SketchUp. O SketchUp é empregado na construção das maquetes e o Google Earth utilizado para disponibilização da maquete na *web*. A metodologia aplicada envolve a coleta e a organização dos dados espaciais, onde foram executadas as etapas de aquisição da planta baixa do CTG junto ao Laboratório de Tecnologias da Geoinformação - LATecGeo do Departamento de Engenharia Cartográfica; levantamento de dados altimétricos dos principais prédios do complexo do CTG; e levantamento planimétrico de alguns elementos contidos na parte interna dos prédios, tais como largura de colunas, distâncias entre vigas, dentre outras. A geração gráfica no Google SketchUp envolve a construção da maquete eletrônica, onde estão sendo empregadas funções de edição tridimensionais. Porém, antes da efetiva geração em 3D, duas etapas foram procedidas: importação de uma imagem do Google Earth e criação de contornos das feições planimétricas, gerando uma espécie de croqui o intuito de fazê-lo servir de plano base (eixo X e Y) a partir do qual é levantada a terceira dimensão (eixo Z). O processo de criação da maquete eletrônica do CTG possui alguns pontos que merecem ser discutidos. Apesar de não possuir rigor na precisão métrica, os prédios foram levantados com estação total para a determinação das medidas planialtimétricas, permitindo que seja observa a proporcionalidade na representação. O resultado preliminar é a maquete eletrônica do CTG, com a visualização da parte externa e interna das edificações. A idéia de incluir a parte interna dos prédios foi possibilitar a inclusão de informações sobre a localização de departamentos acadêmicos, programas de pós-graduação, salas de aula, entre outras informações relevantes. A maquete eletrônica do CTG da UFPE deverá ser utilizada também como ponto de informação, em formato de totem, na entrada do CTG, permitindo que o visitante faça consulta sobre o local de seu interesse. O projeto encontra-se em desenvolvimento por alunos do curso de graduação em Engenharia Cartográfica da UFPE.

DISPONIBILIZAÇÃO DE FORMATOS PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE

LEONARDO MONTEIRO SILVA (1)
ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS (2)

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
(1) leonardo.monteirosilva@ufpe.br
(2) analucia@ufpe.br

O IEEE define a interoperabilidade como a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes de trocarem informações e usarem essa informação que foi trocada. A partir daí observa-se dois problemas que o sistema interoperável precisa se preocupar: a) fornecer a comunicação entre os sistemas (aspecto físico). b) dado disponível e entendimento para que se possa utilizá-lo (aspecto semântico). No caso aqui presente estamos preocupados com os dados cartográficos: dados raster e vetoriais. Os Sistemas de Informações Geográficos podem ser mais eficientes supondo a interoperabilidade de seus dados. A disponibilização de formatos padrões de interoperabilidade pode fornecer suporte a aplicações em cadastro multifinalitário, saúde pública, entre outros. Um mesmo layer replicado em vários setores de uma empresa, prefeitura, etc. pode comprometer o bom desempenho de um SIG, por exemplo, que utilize esses layers. Alterações podem ser feitas em um dado layer e não atualizadas para as demais replicações. Isto pode comprometer etapas a posteriori de utilização desses dados. A interoperabilidade de dados pode solucionar problemas de atualização e armazenamento que os desenvolvedores e gerenciadores de SIGs possuem hoje em dia. Além disso, uma boa administração destes dados pode gerar um menor custo de tempo, de recursos computacionais e financeiros. Órgãos estaduais, municipais bem como empresas privadas que utilizam dados cartográficos e imagens de satélite e fotografias aéreas já estão se preocupando com a interoperabilidade dos dados. Neste trabalho, os formatos padrões de interoperabilidade WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service) e KML (Keyhole Markup Language), especificados pelo OGC, serão disponibilizados a partir de um serviço Web implementado pela aplicação MapServer, que é capaz de fornecer dados sobre WMS e WFS, disponibilizando-os na rede do DECart – UFPE. Os dados servidos são providos de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) local, PostgreSQL com a extensão espacial PostGIS, assim como dados do sistema de arquivos. Esta aplicação foi montada no sistema operacional Linux, que foi escolhido por estar presente em grande parte dos servidores de internet do mundo e ser essencialmente gratuito, deixando claro a seu potencial para esta tarefa. Após este processo de disponibilização dos dados geográficos, alguns clientes foram testados com os dados fornecidos pelo servidor local do DECart – UFPE, dentre as aplicações clientes testadas se destacam o Pmapper, OpenLayers, TerraView e gvSIG. O uso de aplicações como o TerraView e gvSIG são bastante intuitivas para quem é da área de Geoprocessamento e/ou SIG, sendo o acesso aos dados geralmente realizados por meio de complementos que agregam os dados obtidos pelo WMS/WFS de forma idêntica a qualquer outro dado local, bastando apenas informações adicionais como o endereço web e eventualmente usuário e senha de acesso. Já o acesso via OpenLayers e Pmapper pode não ser tão intuitivo, tendo em vista que o mesmo é realizado através de programação direta pela linguagem JavaScript ou configuração de arquivos XML, e geralmente com apoio de outras linguagens de programação e marcação, como o PHP e HTML respectivamente. Este trabalho faz parte do trabalho de iniciação científica com bolsa CNPq/UFPE.

INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA VOLUNTÁRIA: CONCEITOS E INICIATIVAS

RODRIGO FLORIANO DE SOUZA
HENRIQUE FIRKOWSKI

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
rodrigoengcart@hotmail.com
firk@upr.br

Neste artigo tem-se como propósito apresentar uma revisão acerca das ações de informação geográfica voluntária. As aplicações na web em que usuários contribuem voluntariamente com informações geográficas têm crescido ao longo dos últimos dez anos. A pesquisa em Ciência da Informação Geográfica tem contemplado questões sobre esse tema de forma a discutir os conceitos, implicações e iniciativas desse novo cenário de mapeamento na web que se baseia no conceito de colaboração em produção cartográfica. Neste trabalho também são apresentados algumas aplicações de mapeamento na web (*web mapping*) que utilizam o conceito colaborativo na produção de conteúdo cartográfico. Iniciativas permitem que usuários agreguem conteúdo as aplicações web. Essa é uma das características em particular das mudanças que vem ocorrendo com o advento da web 2.0: produção cooperada de conteúdo, criação de sistemas interoperáveis e soluções centradas no usuário. Esse cenário de mudanças também se faz presente nas aplicações de mapeamento na web. Dentre as mudanças que vem ocorrendo ao longo dos últimos anos na produção de mapas, destaca-se a participação de voluntários que utilizam ferramentas disponíveis em aplicações web para criar, editar e disseminar conteúdo cartográfico. Este fenômeno em que, usuários em geral, geram conteúdo cartográfico é denominado na literatura de VGI (*Volunteered Geographic Information*). Uma tradução livre para língua portuguesa: Informação Geográfica Voluntária. Pode-se dizer que o conceito VGI é o fenômeno em que usuários em geral, com pouco ou nenhum conhecimento em cartografia, criam, editam e disseminam conteúdo cartográfico de forma voluntária na web. As ações e aplicações VGI vem crescendo ao longo dos anos, principalmente a partir do inicio deste século, com o lançamento dos produtos *Google Earth* e *Google Maps* pela companhia Google. Este cenário de produção colaborativa se estabelece em função do aprimoramento das tecnologias de informação geográfica como, por exemplo, o uso de receptores de sistema global de navegação por satélite em aparelhos celulares e *smartphones*, a evolução dos conceitos de mapeamento na web e o aprimoramento das ferramentas colaborativas com o advento dos conceitos da web 2.0. A principal diferença das aplicações VGI em relação às demais iniciativas de mapeamento na web é com relação ao papel do usuário no projeto da aplicação. O usuário deixa de ser apenas consumidor das informações e passa a ser também produtor. Os usuários são responsáveis pela criação, edição, e validação dos dados geográficos. Ao contrário das aplicações tradicionais nas quais o processo de produção e compilação dos dados se restringe a um grupo específico de pessoas. A diferença está no modelo de estrutura adotado na aplicação web: a ação de informação geográfica voluntária se vale de uma estrutura descentralizada de produção, enquanto que o modelo tradicional adota um modelo centralizado. Na literatura, encontram-se duas principais motivações para as ações de informação geográfica voluntária: a primeira é a integração dos dados provenientes de ações voluntárias com as bases de dados oficiais, em função da incapacidade dos órgãos oficiais em atualizar constantemente os dados e a falta de uma cobertura ideal dos dados oficiais para projetos que demandam informação geográfica. O segundo objetivo, diz respeito à construção de um conhecimento pela união do conhecimento local com o conhecimento cientifico. Pode-se citar como exemplo a este último, a integração de dados oriundos de aplicações VGI ao modelo de dados estabelecido pela IDE (Infraestrutura de Dados Geográficos) de um determinado país e,pode- se desdobrar a integração em função dos níveis de IDE´s: locais, regionais e nacionais. Com isso, desenvolve-se um modelo para a integração dos dados em função da demanda de informação em cada nível. Os dados geográficos nas aplicações VGI são provenientes principalmente de duas fontes: o uso de receptores GPS disponíveis em celulares, *smartphones* e aparelhos de navegação veicular. Em função do baixo custo dos dispositivos, mais pessoas utilizam esses tipos de ferramentas para compartilharem dados referenciados a coordenadas geográficas. A outra fonte de dados de aplicações VGI é a restituição de feições geográficas por usuários que utilizam como referência as imagens de satélites de alta resolução ou fotografias aéreas disponíveis através de serviços de mapas como *Google, Microsoft e Yahoo*, ou também de mapas topográficos como as aplicações de VGI disponibilizados pelo programa *The National Map Corps Initiative* da USGS e mapas cadastrais como a iniciativa australiana: *The State of Victoria's Notification and Editing Service in Australia*. Os dois grandes projetos VGI

disponíveis em nível global, que possuem certo nível de maturidade em função do número de voluntários, quantidade de informação disponível na base de dados e tempo de vida dos projetos, são as iniciativas *OpenStreetMap* e *Wikimapia*. O projeto *OpenStreetMap* foi criado em 2004 com o intuito de gerar uma base de dados geográficos com esforços de voluntários ao redor do mundo. No estágio inicial do projeto o foco era a coleta de dados de sistemas de transportes, porém com o amadurecimento e a agregação de mais voluntários ao projeto, novos temas foram incorporados, como hidrografia (rios e lagos) e pontos de interesse (bibliotecas, restaurantes e hotéis). Dados do início deste ano de 2011 mostram que são mais de 375000 usuários e dois milhões de dados geográficos inseridos no banco de dados. O projeto *OpenStreetMap* cresceu de tal forma que as agências do governos americanos, britânicos e empresas privadas têm fornecido licenças de suas bases de dados para uso no projeto. O *Wikimapia* teve seu inicio em 2006, surge também como uma iniciativa global, porém o seu maior interesse está voltado para a descrição de lugares por usuários voluntários. Limita-se a categorização das localidades, não havendo preocupação com a geometria de aquisição da feição geográfica. Enquanto que, na iniciativa *OpenStreetMap,* há uma preocupação maior na estruturação dos dados geográficos , de forma que se possa utilizar a base de dados em aplicações de mapeamento. Pretendeu-se com este artigo apresentar os conceitos sobre informação geográfica voluntária com intuito de discutir os conceitos iniciais, entender quais são as motivações e implicações dessa nova realidade de mapeamento na web, assim como, ilustrar com exemplos práticos as principais iniciativas VGI.

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS CADASTRAL UTILIZANDO SOFTWARES LIVRES

HELOÍSA DA SILVA VICTORINO [(1)]
AMILTON AMORIM [(2)]

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
[(2)] Departamento de Cartografia, Presidente Prudente / SP
[(1)] Bolsista de IC, FAPESP
heloisavictorino@gmail.com, amorim@fct.unesp.br

O setor administrativo de um município necessita de uma base de dados atualizada e fiel à realidade do município. O Cadastro Territorial Multifinalitário viabiliza o acesso a dados socioeconômicos e imobiliários, retratando a realidade e apoiando o planejamento municipal, permitindo dessa forma, o estabelecimento de diretrizes e tomadas de decisões de maneira precisa. Para que a administração municipal possa cumprir o dever de um governo de qualidade, de maneira justa, é indispensável que o mesmo tenha acesso aos dados atualizados provenientes desse Cadastro, viabilizando a análise dos elementos espaciais e socioeconômicos, para que seja possível uma adequada gestão de recursos e tomada de decisões, cujo principal objetivo é garantir a qualidade de vida da população. Numa prefeitura, se os Bancos de Dados Cadastrais não estiverem atualizados, é inevitável a ocorrência de tomadas de decisões equivocadas, por estarem baseadas em dados não condizentes com a realidade do município, sendo necessário, portanto, ferramentas que facilitem e estimulem sua constante atualização. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitem, de maneira simplificada e eficiente, a manutenção desses Bancos de Dados, facilitando e promovendo a continuidade dessa rotina. Trabalhando com dados espaciais, os SIG's permitem analisar esses dados para que a informação derivada do mesmo possa ser utilizada em processos de tomada de decisão, favorecendo o cruzamento de informações de diversas procedências, tornando viáveis as análises e operações que são bastante difíceis pelos meios convencionais (em papel). Dessa forma, a atividade de planejamento apresenta a necessidade de implantação de um SIG que englobe não apenas dados imobiliários destinados à gestão tributária, mas também as várias temáticas cujas informações são de grande importância para a correta gestão de recursos, solucionando problemas e prevenindo outros possíveis. Neste cenário, os softwares livres surgem como uma alternativa conveniente na elaboração do SIG. Partindo dessa necessidade, este trabalho objetiva testar a viabilidade de uso do software gvSIG e o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) PostgreSQL para o controle territorial em cidades de pequeno porte a partir de um SIG Cadastral, utilizando os softwares livres, que auxiliem nos processos de gerenciamento territorial, observando as diretrizes nacionais para a implantação e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário, publicadas pelo Ministério das Cidades em 08 de Dezembro de 2009, e assim, dar continuidade à implantação do Sistema Cadastral do Município de Ribeirão dos Índios – SP.

EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO DO BAIRRO DO CÓRREGO GRANDE, FLORIANÓPOLIS/SC ENTRE 1938 A 2009

PAULO BARRAL DE HOLLANDA GOMES VIEIRA (1)
FRANCISCO HENRIQUE DE OLIVEIRA (2)

(1) Instituto Federal de Santa Catarina
Departamento de Construção Civil
Curso Técnico de Agrimensura, Florianópolis - SC
paulobarral@hotmail.com

(2) Universidade de Santa Catarina
Centro de Ciências Humanas e da Educação
Curso de Graduação em Geografia, Florianópolis - SC
chico.udesc@gmail.com

Com a finalidade de verificar a importância das áreas públicas, o bairro do Córrego Grande (UEP-12) – Florianópolis/SC, descreve na pesquisa a evolução do uso do solo no período de 1938 a 2009, desenvolve métodos e técnicas e fornece subsídios para uma melhor compreensão do espaço geográfico. O estudo traz, também, um embasamento teórico que dentre outros demonstra a importância para o Cadastro Técnico Multifinalitário da interinstitucionalidade, principalmente na sua utilização e atualização, relatando inclusive exemplo real de trabalho produzido em conjunto com: Câmara Municipal de Florianópolis (CMF), Secretaria de Urbanização e Serviço Públicos (SUSP), Instituto de Planejamento e Urbanismo de Florianópolis (IPUF), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM) e demais órgãos da administração pública. O trabalho apresenta, ainda, uma proposta de Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano, dentro da área municipal, com base nas demandas de seus vários órgãos. O objetivo principal do presente trabalho é o mapeamento das funções de uso e os padrões de ocupação do solo para fins urbanos, tendo em vista os aspectos ambientais, demográficas e as normas legais vigentes, pretendendo servir como contribuição ao planejamento urbano de Florianópolis. Os objetivos secundários postulam a utilização de técnicas de geoprocessamento dos processos evolutivos no espaço-temporal; Caracterização do ritmo da evolução urbana; elaboração e composição de mapas temáticos; caracterizar as áreas públicas do Bairro, estabelecendo indicadores para estes espaços, com vistas a fornecer dados e informações sobre o ambiente urbano; O desenvolvimento metodológico da pesquisa foi feito em várias etapas consecutivas através da entrada e processamento de dados culminando nos resultados esperados. Foram utilizados neste processo mapas conceituais para compreensão do mapeamento realizado. Diversas fontes bibliográficas (cadastro da SUSP, dados do censo de 2000 do IBGE, leis municipais da CMF, classificação fitogeográfica proposta por Klein e publicada em 1991 pelo IBGE, fotografias aéreas e imagens de satélite fornecidas pelo GEOLAB, entre outros) recorrentes no presente trabalho formaram uma gama de informações que estruturaram e fundamentaram esta dissertação. Em relação aos programas utilizados para processamento dos dados, análises matemáticas, cruzamento das informações, processamento de imagens digitalizadas, espacializações, elaboração e análise de planilhas, o processador de texto responsável pela parte escrita e sendo o principal programa neste trabalho foi o Arcview 9.2 da Esri. O processo natural de expansão urbana ocorreu de forma que os núcleos habitacionais e comerciais fixaram-se nas partes mais baixas, evitando a topografia acidentada da microbacia que circunda o bairro. O bairro expandiu através da principal via de ligação, a Rua João Pio Duarte, para com as suas localidades mais distantes em um processo de urbanização intenso nas últimas décadas. Outro aspecto importante foi o levantamento destas "Áreas Verdes" no bairro, que têm contribuindo, assim para o planejamento urbano, uma vez que as áreas verdes são consideradas elementos básicos na configuração e estruturação da paisagem urbana. O município de Florianópolis possui doze distritos, totalizando o IAV 5,50 m^2/hab., onde existe um déficit das áreas verdes por habitante, que alcançam, em 2009, o alto índice de 6,50m^2/hab, quando o ideal, conforme a FAO, seria de 12m^2/hab., no entanto, observou-se uma evolução ao compararmos quantitativamente, embora não relacionada à qualidade destas áreas em função da presença de mobiliário urbanístico. Percebe-se que o atual Plano Diretor é basicamente uma planta de zoneamento que institui normas para o uso e ocupação do solo na área do Distrito Sede. Desde que o Plano entrou em vigor, em abril de 1997, até o final deste estudo (dezembro de 2009) foram catalogadas 42 leis alterando o zoneamento original no bairro. O trabalho permitiu identificar a existência de horizontalização do solo através de seu uso ao longo destes 71 anos de evolução da ocupação espacial que se torna cada vez mais intensa e exerce forte pressão nas áreas públicas do bairro do Córrego Grande (UEP-12). Com o auxílio da cartografia por meio do uso de mapa em meio digital, possibilitou uma maior interação entre as informações obtidas e uma melhor visualização espacial da extensão da área vista em campo, como também das dimensões do problema.

GEODÉSIA E LEVANTAMENTOS

GERAÇÃO DE GRADE IONOSFÉRICA E DO GIVE EM TEMPO REAL

CLAUDINEI RODRIGUES DE AGUIAR (1)
PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (2)

(1) Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Coordenação de Agrimensura, Pato Branco - PR
rodriguesaguiar@utfpr.edu.br

(2) Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
paulo@fct.unesp.br

O efeito da ionosfera é a maior fonte de erro sistemático nos sinais transmitidos pelos satélites do GNSS (*Global Navigation Satellite System*), o qual afeta principalmente a acurácia do posicionamento e da navegação quando se utiliza de receptores de simples frequência. Este erro sistemático é diretamente proporcional ao TEC (Conteúdo Total de Elétrons) presente ao longo do caminho percorrido pelo sinal na ionosfera e inversamente proporcional ao quadrado da frequência deste sinal. Devido à natureza dispersiva da ionosfera, o TEC pode ser determinado a partir das observáveis coletadas com receptores GNSS de dupla frequência, possibilitando o monitoramento e a modelagem da ionosfera. Atualmente, os usuários de receptores de simples frequência podem corrigir o erro sistemático devido à ionosfera utilizando modelos como o de Klobuchar, o NeQuick, os GIMs (*Global Ionospheric Maps*), entre outros. É importante salientar que em algumas aplicações de navegação, tal como na aérea, apenas os sinais transmitidos na frequência L1 do GPS (*Global Positioning System*) e do GLONASS (*Global'naya Navigatsionnay Sputnikovaya Sistema*) são permitidas para serem utilizadas nos Serviços de Radionavegação Baseados em Satélites (RNSS). Neste tipo de aplicação é necessário aplicar correções do atraso ionosférico transmitidas por satélites geoestacionários que compõem os SBAS (*Satellite Based Augmentation System*), sendo que neste sistema as informações do atraso ionosférico são transmitidas em estrutura de grade. Neste trabalho é apresentado um método para gerar uma Grade Ionosférica (GI) e seu nível de confiança (GIVE – *Grid Ionospheric Vertical Error*), a fim de melhorar a acurácia de posicionamento e navegação pelo GNSS, além de fornecer uma ferramenta que possa ser utilizada na área de estudos da ionosfera. Para a geração da GI foi proposto um método de decomposição da camada ionosférica em subcamadas, a fim de minimizar o impacto do gradiente espacial do TEC na modelagem em regiões equatoriais. Para o controle de qualidade das observações também é apresentado um método baseado em arcos de satélites. A GI é avaliada em períodos de alta e de baixa atividade solar e sob a influência de uma intensa tempestade ionosférica. Para a assimilação dos dados no algoritmo da GI é utilizado o filtro de Kalman o que permite a geração da grade em pós processamento ou em tempo real. Para aplicações em tempo real é utilizado o algoritmo ALDAR (Algoritmo de Leitura Dinâmica de Arquivo RINEX) desenvolvido para a leitura dos dados disponibilizados pelas estações de referência via protocolo NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*). Para a geração da GI são utilizados dados coletados por estações que compõem redes GNSS ativas, dentre as quais, no Brasil, tem-se a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Continuo dos Sistemas GNSS) e a RIBaC (Rede INCRA de Bases Comunitárias), cujas mais de 80 estações são equipadas com receptores GNSS de dupla frequência. Dentre as redes ativas que disponibilizam dados em tempo real e que também foram utilizados nos experimentos, cita-se a RBMC-IP e Rede GNSS do Estado de São Paulo as quais transmitem os dados pela internet via NTRIP. Este trabalho apresenta a GI e o GIVE gerados na região brasileira, bem como os resultados obtidos com propostas inéditas tais como a de decomposição da ionosfera em subcamadas e o controle de qualidade aplicado por arco de satélites.

Apoio: FAPESP, CNPq.

PPP COM SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES GPS

(1), (3) CHAENNE MILENE DOURADO ALVES
(2) JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO
(4) VERONICA MARIA COSTA ROMÃO

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
Presidente Prudente – SP

(2) Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins
Coordenação de Geomática - Campus Palmas
chaenne@ifto.edu.br

(3) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
galera@prudente.unesp.br

(4) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
vcosta@ufpe.br

Várias pesquisas científicas têm sido desenvolvidas para explorar o potencial do posicionamento GNSS, o qual envolve o posicionamento absoluto e relativo. Em termos de posicionamento absoluto na geodésia maior atenção tem sido dada para o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP). Esse método requer órbitas precisas, correções dos relógios dos satélites e modelos matemáticos para os vários erros e fenômenos físicos que afetam as observações. Logo, para realizar o PPP é necessário ter disponível uma boa infraestrutura global, como por exemplo, a rede IGS, a fim de se fornecer os produtos GNSS. As pesquisas em âmbito mundial relacionadas à solução de ambiguidades no PPP são recentes. Avanços foram alcançados somente nos últimos quatro anos. Diante disso, o mais comum no PPP na forma operacional é que as ambiguidades das medições da fase da onda portadora sejam calculadas como solução real. A solução de ambiguidades no PPP como vetor de números inteiros (solução fixa) tem sido um desafio contínuo para a comunidade científica geodésica. As soluções com ambiguidades reais podem proporcionar bons resultados, mas dependendo do tipo de trabalho que está sendo realizado, pode requerer um longo período de ocupação. Logo, para trabalhos que exigem alta acurácia, com requisito de bom desempenho em termos de tempo, seria muito produtivo dispor de um método de solução de ambiguidades da fase da onda portadora. Em curtos intervalos de tempo de observações, a estimativa real das ambiguidades no ajustamento apresenta baixa precisão e forte correlação, o que dificulta sua solução. A correlação é reduzida quando a geometria dos satélites se altera consideravelmente. Mas isso demanda um longo intervalo de tempo de coleta de dados, tendo em vista que os satélites orbitam com velocidade aproximada de 4km/s, à aproximadamente 22.000km de altitude. Nessas condições se não houver a solução das ambiguidades logo no início do levantamento, somente com um longo período de observação, com receptores de dupla frequência, e com todos os erros adequadamente tratados obtém-se alto nível de acurácia no PPP. Desta forma, com a solução das ambiguidades no PPP reduz-se o tempo de ocupação e aumenta-se a produtividade para algumas aplicações práticas, o que significa a real redução nos custos. Em resumo, quando as ambiguidades são fixadas corretamente, a alta acurácia no PPP é obtida em curtos intervalos de tempo. Neste trabalho, visando à obtenção de melhorias no PPP através da solução de ambiguidades, o algoritmo Ambizap, capaz de solucionar as ambiguidades no contexto de redes GNSS, foi utilizado para resolver as ambiguidades envolvidas em cinco estações de teste com base em soluções de uma rede suporte. Esta rede foi composta por todas as estações da rede GNSS-SP e RBMC com dados disponíveis nos dias 08 a 14 de agosto de 2009. Os resultados obtidos foram comparados com as soluções multianuais acumuladas (SIR09P01) da rede SIRGAS-CON, solução adotada como referência, e verificou-se que a solução das ambiguidades no PPP melhorou significativamente a qualidade do posicionamento com até uma hora de dados. A componente leste, nos

experimentos de até uma hora de dados, chegou a obter melhorias acima de 60% em EMQ após a solução das ambiguidades. As componentes norte e vertical melhoraram cerca de 40% quando realizado o comparativo das soluções reais com as inteiras. Porém, quando a solução de ambiguidades envolveu estações que se encontravam distante mais de 500 km da rede, os resultados não foram satisfatórios, caracterizando que essa metodologia ainda dispõe de espaço para melhorias.

UTILIZAÇÃO DE ÓRBITAS PRECISAS JPL NO POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO

(1), (3) CHAENNE MILENE DOURADO ALVES
(2) JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
Presidente Prudente – SP

(2) Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins
Coordenação de Geomática - Campus Palmas
chaenne@ifto.edu.br

(3) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
galera@prudente.unesp.br

Com a popularização dos sistemas de posicionamento por satélites, pesquisas têm se intensificado e, consequentemente, desenvolvidos vários métodos para se obter posicionamento mais acurado. Em relação ao posicionamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*), de forma geral, é realizado nos modos absoluto ou relativo. No Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), realizado de modo absoluto, ou seja, com apenas um receptor, se utiliza as observações das pseudodistância e da fase da onda portadora. A idéia que fundamenta o PPP é a utilização de órbitas precisas e relógios dos satélites estimados com base em observações de uma rede global de confiança e alta qualidade, como por exemplo, a rede do *International GNSS Service* (IGS). Estas informações são tomadas para resolver parâmetros de estações em qualquer local do mundo sem a necessidade de formar dados diferenciados a partir de estações de referência. O desenvolvimento do PPP tornou-se possível com a disponibilização e facilidade de acesso a esses produtos, informações orbitais e correções para os relógios dos satélites, chamados de efemérides precisas. O IGS possui alguns centros de processamento e análises que trabalham como suporte na produção de efemérides precisas. O *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) é um dos centros de processamento e análise do IGS e também disponibiliza órbitas e correções para os relógios dos satélites. Os produtos JPL podem ser não fiduciais, ou seja, não se encontram vinculados a um sistema de referência ou fiduciais, vinculados ao sistema de referência, o IGS05. Esses produtos, chamados de *legacy Flinn_nf* e *legacy Flinn*, são em formato compatível com o software de processamento PPP GIPSY (*GPS Inferred Positioning System*). Com a versão 5.0 do software GIPSY, o JPL parou de produzir produtos *legacy Flinn* e *Flinn_nf* em 15 de agosto de 2009, último dia da semana GPS 1544. Os novos produtos, *FlinnR* (órbitas fiduciais e correções para os relógios dos satélites) e *FlinnR_nf* (órbitas não fiduciais e correções para os relógios dos satélites), são postados com 11 dias de latência, assim como os anteriores. Os produtos *legacy* foram reprocessados para os anos de 1996 a 2009 e também foram disponibilizados no novo formato. Esses novos produtos possuem formato de órbita e relógio igual ao requerido pelo GIPSY versão 5.0 ou superior. Os produtos JPL encontram-se disponíveis em <ftp://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/JPL_GPS_Products/>. No presente trabalho foi realizada uma análise da influência dos produtos *Flinn_nf* e *FlinnR_nf* no PPP. Para tal, os dados referentes ao dia 13 de agosto de 2009 da estação PPTE, pertencente à Rede GNSS SP, foram processados com software GIPSY, utilizando separadamente as órbitas e correções para os relógios dos satélites *Flinn_nf* e *FlinnR_nf*. Os experimentos foram realizados com arquivos de dados de 0 a 30 minutos e 0 a 40 minutos para cada hora do dia. As condições de processamento foram as mesmas com relação ao tratamento dos erros que afetam as observáveis, como refração troposférica, refração ionosférica, centro de fase da antena do satélite e receptor, efeitos de marés terrestres e efeitos de cargas oceânicas. A solução das ambiguidades foi como vetor de números reais para ambos os casos. Os resultados obtidos foram comparados com as soluções multianuais acumuladas (SIR09P01) da rede SIRGAS-CON, solução adotada como referência, e analisados a partir do Erro Médio Quadrático (EMQ) no sistema local (*e, n e u*). A partir dos resultados observou-se que com 30 minutos de dados o EMQ obtido com os produtos *Flinn_nf* foi de 14,0 cm na componente *e*, 5,6 cm na componente *n*, 17,7 cm na componente *u* e 23,3 cm no posicionamento 3D. Para os produtos *FlinnR_nf*, com 30 minutos de dados o EMQ foi de

9,7 cm para *e* , 4,4 cm para *n*, 11,0 cm para *u* e 15,4 cm no posicionamento 3D. Com os experimentos com 40 minutos de dados o EMQ para os produtos *Flinn_nf* foi de 10,5 cm para a componente *e*, 2,8 cm para a componente *n*, 19,7 cm na componente u e 22,5 cm no posicionamento 3D. O EMQ obtido com 40 minutos de dados, para os produtos *FlinnR_nf* , foi de 7,4 cm na componente e, 2,5 cm na componente n, 9,9 cm para u e 12,6 cm no posicionamento 3D. Com base nos experimentos realizados e resultados obtidos pode-se concluir que o tipo de efeméride precisa a ser utilizada influência diretamente no posicionamento e que os produtos JPL *FlinnR_nf* apresentaram melhores resultados para o PPP.

PNT VERSUS HOPFIELD: QUAL A MELHOR ESTRATÉGIA NA GERAÇÃO DOS DADOS DE UMA ESTAÇÃO GNSS VIRTUAL?

DANIELE BARROCA MARRA ALVES (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)
PAULO SÉRGIO DE OLIVEIRA JR. (1)

(1) Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
danibarroca@yahoo.com.br, galera@fct.unesp.br, psergio.jr@hotmail.com

Uma das grandes tendências dos últimos anos na área de posicionamento tem sido o aprimoramento/desenvolvimento de métodos capazes de obter alta acurácia (poucos centímetros) no posicionamento. Nesse sentido, o uso de dados de redes de estações de referência tem sido muito empregado. O posicionamento realizado utilizando dados de múltiplas estações tem se tornado mais efetivo nos últimos anos, devido, principalmente, a alta acurácia proporcionada pelo método denominado RTK (*Real Time Kinematic*) em rede. Principalmente nos países mais desenvolvidos, como é o caso, por exemplo, da Alemanha, Canadá, Estados Unidos, Japão, etc, as redes de estações de referência são bem densas, o que viabiliza esse tipo de posicionamento. No que concerne ao Brasil, a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) foi integrada com a RIBAC (Rede INCRA de Bases Comunitárias GNSS), representando um ponto de partida na construção da infra-estrutura requerida. No entanto, apesar desses esforços, a densidade de estações ainda não permite obter precisões ao nível de poucos centímetros, conforme esperado para o RTK em Rede. No Estado de São Paulo, uma rede de estações GNSS ativas (denominada rede GNSS/SP) apresenta uma densidade maior do que as demais regiões do país, representando uma situação única na região equatorial do hemisfério sul. Logo, essa rede, em conjunto com a RBMC, abre perspectivas para utilização efetiva desse método de posicionamento no Brasil. Na FCT/UNESP, vem sendo desenvolvido um sistema (software) que realiza o RTK em rede para estações da rede GNSS/SP. Nesse software, as correções da rede são enviadas ao usuário através do conceito de VRS (*Virtual Reference Station*). A VRS funciona como uma estação real nas proximidades do usuário. Seus dados são gerados a partir dos dados das estações de referência da rede e enviados ao usuário. Este por sua vez pode utilizar os dados da VRS no posicionamento relativo para estimar sua posição. No software desenvolvido, os dados da VRS são gerados com uma metodologia que apresenta características próprias. Diferentemente do conceito tradicional, o vetor de ambiguidades não é solucionado para as estações de referência da rede. Esse procedimento não é absolutamente necessário, pois as correções da rede são determinadas por modelos de ionosfera e troposfera externos. Daí a importância de utilizar modelos que representem da melhor forma possível as condições atmosféricas da área de abrangência da rede. Nesse artigo, o foco é avaliar o modelo de troposfera empregado. Inicialmente, era utilizado o Modelo de Previsão Numérica do Tempo (PNT) do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) /INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) com resolução horizontal de 100 km. Testes foram realizados e o modelo de PNT apresentou, em alguns casos, melhores resultados se comparados com o modelo empírico de Hopfield. Mas, a resolução espacial ainda era um problema e acreditava-se que melhores resultados seriam obtidos com uma resolução espacial maior. Atualmente, já se encontra disponível uma nova versão da modelagem de PNT, cuja resolução horizontal é de 20 km (denominado de ETA20km). Para avaliar a qualidade desse modelo na geração da VRS foram selecionados dados das quatro estações do ano em 2010. Foram considerados os dias mais chuvosos. Para tanto, foram analisadas 3 variáveis: medida de precipitação, umidade e imagens por radar. Espera-se que para os dias mais chuvosos o modelo de PNT tenha melhor desempenho que os modelos empíricos, como o de Hopfield usado para comparação nessa pesquisa. Além disso, o modelo de PNT será avaliado em dois casos: PNT com os valores de ZTD (*Zenithal Tropospheric Delay*) medidos no próprio dia do experimento; PNT com medidas de previsão de 24 h do dia anterior. Para pós-processamento podem ser utilizados os dois tipos de medidas de PNT. Mas, para aplicações em tempo real, apenas a previsão estará disponível, que é o segundo caso descrito acima. Os resultados obtidos com o modelo de PNT em comparação com o de Hopfield, bem como os aspectos teóricos envolvidos na geração dos dados da VRS serão apresentados nesse artigo.

O USO DO GNSS NO NIVELAMENTO

JOSÉ MILTON ARANA

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologias
Departamento de Cartografia
arana@fct.unesp.br

O ***G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem* – GNSS continua revolucionando os métodos de levantamentos geodésicos, topográficos e outros. O sistema proporciona altitudes geométricas (referenciadas ao elipsóide de referência). No entanto, pelo fato das altitudes geométricas possuírem apenas significado matemático, normalmente não são utilizadas nas obras de engenharias, estas utilizam-se das altitudes ortométricas que estão vinculadas ao campo da gravidade da Terra. Com objetivo de verificar a aplicabilidade e confiabilidade executou-se levantamentos GPS em pontos de **R**eferências de **N**ível - RRNN, pertencentes à **R**ede de **N**ivelamento **F**undamental do **B**rasil – RNFB, determinadas pela Fundação **I**nstituto **B**rasileiro de **G**eografia e **E**statística – IBGE. Realizou-se levantamentos GPS em duas áreas distintas, uma situada na região de Maringá PR, estes dados são os determinados na Tese de doutorado desenvolvida pelo autor, e outra na região de Presidente Prudente SP. Considerando a distância que a região de Maringá encontra-se de Presidente Prudente (aproximadamente 150 km) e de Curitiba (aproximadamente 350 km), trabalhos que envolvem levantamentos GPS (PESSOA, 1994) e realização de alguns teste, verificou-se que, 50 a 60 minutos de rastreamento seriam suficientes para obter resultados confiáveis; com a finalidade de ter mais confiabilidade, optou-se por rastrear a maioria das RRNN (39) por uma hora e vinte minutos (1h 20 min) a uma taxa de coleta de dados GPS de 15 segundos. Na Região de Presidente Prudente, considerando que as distâncias das RRNN mais afastadas da Estação UEPP, estação pertencente à **R**ede **B**rasileira de **M**onitoramento **C**ontínuo – RBMC (considerada como estação conhecida no processamento GPS) estão à aproximadamente 50 km, verificou-se que 50 minutos de rastreamento nestas RRNN seriam suficientes para obter resultados confiáveis. Os tempos de rastreamentos das RRNN, nesta região foram, aproximadamente, proporcionais às distâncias da estação UEPP. Assim, quanto menor a distância da RN à estação UEPP, menor foi o tempo de rastreio; nas RRNN mais próximas à estação fixa, o tempo de rastreio foi de 30 minutos. Para as duas reigiões, Maringá e Presidente Prudente, nas RRNN onde houve a necessidade de estações excêntricas, estas foram implantadas a distância máxima de 40m da RN. As estações excêntricas foram escolhidas de modo a eliminar possíveis bloqueios dos sinais causados por construções civis ou por vegetações próximas às RRNN, ou ainda por reflexos indesejáveis geradores de multicaminhos (*multipath)*. Os dados pertencentes à região de Maringá foram processados com uso do "pacote" de programas denominado ***G**PS **A**nalysis **S**ofthware – GAS*, elaborado pela Universidade de Nottingham. Este programa foi desenvolvido, principalmente, para o processamento estático e ajustamento de multi-estações (STEWARD et al. 1994). O GAS foi elaborado visando principalmente o processamento de redes GPS, utilizando-se de dupla diferença de fase da portadora, onde a rede GPS é formada com estações que coletam simultaneamente os dados dos mesmos satélites (STEWARD et al. 1994). No processamento dos dados GPS da Região de Presidente Prudente, foram utilizados os programas *Reliance* (da Ashtech) e *GPSurvey* (da Trimble), sendo que o primeiro (*Reliance)* foi utilizado para descarregar os dados do receptor ZXII e transforma-los para o formato RINEX; o segundo programa foi utilizado no processamento dos dados GPS, no modo estático relativo. Optou-se em não fazer uso das efemérides transmitidas, e sim das efemérides precisas, especificamente das disponibilizadas pelo *IGS*. Nas RRNN foram determinadas as ondulações geoidais, denominadas de GPS/nivelamento, nestas RRNN também foram determinadas as ondulações pelo modelo geopotencial ***E**arth **G**ravitational **M**odel **2008*** – EGM2008, a partir destas ondulações fez-se integração com as ondulações GPS/nivelamento. Com as ondulações determinadas por esta integração e as altitudes geométricas determinadas pelo GPS, calculou-se as altitudes ortométricas. Na região de Presidente Prudente, a integração das ondulações obtidas com GPS/nivelamento associado ao modelo geopotencial proporcionou desvio padrão de 0,286m e na região de Maringá apresentou desvio padrão de 0,121m.

GEODÉSIA APLICADA AOS ESTUDOS DE VERTICALIZAÇÃO DE EDIFÍCIO PREDIAL DE GRANDE PORTE: O MÉTODO DA PRUMAGEM PLANA

ANA ITAMARA PAZ DE ARAÚJO (1)
ANDRÉA DE SEIXAS (1)
SILVIO JACKS DOS ANJOS GARNÉS (1)
JOSÉ ROBERTO DE SEIXAS (2)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
anaitapaz@hotmail.com;aseixas@ufpe.br;sjgarnes@gmail.com

(2) CIENTEC – Engenharia e Consultoria Ltda.
jrseixas@globo.com

O acompanhamento e o controle geométrico periódicos da prumagem (verticalização) de edifício predial de grande porte nos canteiros de obra da construção civil são de fundamental importância. Esse tipo de procedimento de campo é tratado na engenharia civil como controle dimensional e controle de qualidade da edificação. O procedimento de prumagem é entendido como a verificação da variação e/ou deslocamento de pontos da fachada, ou estrutura predial, com respeito a uma linha vertical (linha de prumo) ou plano vertical (plano de prumo) e como a transferência vertical de um ponto sobre a linha de prumo. O método de prumagem destina-se a determinação de um gráfico de curva de inclinação vertical, denominado em alemão de "Biegelinie", além de ser empregado para o estudo da inclinação de obras de construção. Existem duas possibilidades de se obter a linha de prumo, a primeira é gerada diretamente, utilizando instrumentação mecânica, no modo mais simples o fio a prumo, ou óptica, tais como o prumo zenital óptico ou o prumo nadiral óptico, podendo também ser substituída a linha vertical óptica por uma linha vertical a LASER; e a segunda gerada indiretamente, por meio da interseção de dois planos verticais, utilizando instrumentação óptica à base de teodolitos. Quando na ocular de um dos teodolitos é acrescentado uma ocular a LASER, passa-se a ter um sistema de medição que realiza as medições por meio da triangulação ativa, por meio de um teodolito apontador e outro identificador. A flexibilidade do sistema de medição poderá ser melhorada introduzindo-se uma câmera CCD, servomotores para o movimento dos eixos dos sistema de medição e distanciômetros baseados no método do impulso para a medição de distância sem prisma. Os métodos de prumagem dividem-se em: a) Prumagem plana (abordada nesse trabalho) e a prumagem linear. Essa última subdivide-se em: prumagem óptica, prumagem mecânica a pêndulo, prumagem por meio de flutuadores e prumagem a LASER. A prumagem de alta precisão é exigida na construção de objetos de grande porte vertical, como edifícios de grande porte (prédios de moradia e comercial, torres de comunicação, torres eólicas, guindastes, pilares de pontes), sendo também muito empregado em construções subterrâneas e de minas. A prumagem plana é realizada por meio de dois planos ópticos verticais estendidos por teodolitos a partir de dois pontos de estação A e B, de modo que esses planos se interceptem aproximadamente perpendicularmente. A precisão da prumagem plana é determinada através do desvio-padrão transversal σ_{qA} e σ_{qB} nos pontos de estação A e B. O desvio-padrão de um ponto é dado, então, por $\sigma_L = \sigma_P = \sqrt{\sigma_{qA}^2 + \sigma_{qB}^2}$. Na precisão da prumagem σ_L os desvios-padrões transversais são definidos cada um pelos seguintes desvios-padrões: centragem σ_z, colimação σ_A, inclinação do eixo principal ν, sinalização σ_e e materialização do alvo σ_M. Para uma distância de 30m entre o teodolito e o alvo, uma altitude de 20m e os seguintes valores para os desvios-padrões citados anteriormente: $\sigma_z \leq 0{,}5mm$, $\sigma_\nu \leq 0{,}6''$, $\nu = 10''$, $\sigma_M \leq 1mm$, $\sigma_e \leq 0{,}5mm$, obtem-se um valor de desvio-padrão transversal de 1,5mm. Para atingir esse resultado é necessário medir nas duas posições da luneta e considerar que a medição esteja isenta da inclinação do eixo secundário. Considerando o mesmo resultado para a estação transversal e os mesmos valores acima, a precisão da prumagem, ou seja , o desvio-padrão de um ponto terá um valor de 2,1mm. Considerando uma edificação predial com quatro faces perpendiculares entre si serão necessários a definição de pelo menos quatro linhas de prumo. Sendo assim, os pontos de estação serão interligados entre si a partir de uma poligonal

definida em um sistema de referência materializado na obra. Isso permitirá também orientar os teodolitos sempre no mesmo sistema de referência definido na primeira leitura de campo e assim acompanhar a verticalização da obra. Esse trabalho terá uma abordagem teórica e tem como objetivo de apresentar a instrumentalização, o método da prumagem plana relacionada ao levantamento de pontos estruturais da fachada de uma edificação, empregando sistemas de medição à base de teodolitos, assim como a definição da precisão do método.

AVALIAÇÃO METODOLÓGICA PARA CONTROLE ALTIMÉRICO DE MDE'S

ENGº MSC. FLÁVIO BOSCATTO (1)
GEÓGRAFO ESP. EDENIR BAGIO PERIN (2)
ENGº DR. FRANCISCO HENRIQUE DE OLIVEIRA (3
)
(1) Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
Área de concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
flavioboscatto@gmail.com

(2) Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Mestrado Profissional em Planejamento Territorial – MPPT/UDESC
GeoLab – Laboratório de Geoprocessamento
edenirbp@hotmail.com

(3) Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Mestrado Profissional em Planejamento Territorial – MPPT/UDESC
GeoLab – Laboratório de Geoprocessamento
chico.udesc@gmail.com

O presente trabalho foi desenvolvido na serra catarinense, município de Lages/SC, tendo como objetivo a realização de o controle altimétrico e a aplicação do Padrão de Exatidão Cartográfica-PEC para três Modelos Digitais de Elevação-MDEs. O primeiro MDE foi construído a partir de uma *Triangular Irregular NetworkI*-TIN gerada com as curvas de nível e pontos cotados de quatro folhas das cartas topográficas do mapeamento sistemático brasileiro na escala 1:100.000. Os dados vetoriais *shapefile* das cartas topográficas foram obtidos na Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina – IBGE/EPAGRI, e recebeu o nome de TIN_CARTAS. O segundo MDE utilizado foi o *Shuttle Radar Topograph Mission*-SRTM também disponibilizado no portal da EPAGRI com resolução espacial de 30 metros. Esse modelo disponibilizado pela EPAGRI foi georreferenciado e calculadas as altitudes ortométricas, ressalta-se que esse modelo recebeu o nome de SRTM. O terceiro MDE utilizado foi proveniente da imagem do sensor *Advanced Spacebone Thermal Emission and Reflection Radiometer*-ASTER, disponibilizada pela *National Aeronautics and Space Administration*-NASA através da ferramenta *Warehouse Inventory Search Tool-WIST* com resolução espacial de 30 metros, esse modelo recebeu o nome de ASTER_GEDEM. Através do programa *ArcGIS* versão 10 os MDEs foram convertidos para o Datum SIRGAS 2000 utilizando os parâmetros de transformações publicados pelo IBGE e projeção UTM, fuso 22, hemisfério sul. O controle altimétrico, foi executado pela técnica GNSS com rastreio de 31 pontos de controle no terreno e uso de três RRNNs oficiais do IBGE. Portanto, foi utilizado um par de receptores GNSS de dupla frequência (L1/L2) marca Leica, modelo Viva GS15. O ponto base foi o SCLA, localizado no município de Lages/SC, da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo-RBMC e executou-se o processamento pelo programa *Leica Geo Office* versão 7. As altitudes ortométricas dos pontos de controle foram calculadas utilizando o método relativo com técnica GNSS, em que se utilizou o RRNN mais próximo de cada ponto de controle, a precisão altimétrica do método é 1cm/km. A ondulação geoidal utilizada nos cálculos foi obtida pelo software MAPGEO 2010 versão 1.0. A comparação entre as altitudes ortométricas dos pontos e o valor altimétrico dos MDEs foi realizada no programa *Microsoft Excel* versão 2003. Primeiramente foram realizados os testes estatísticos de tendência, usando *T Student*, e o de precisão, o teste Qui Quadrado, que levaram em consideração o nível de confiança de 90%. O procedimento seguinte foi calcular os desvios altimétricos, a média e desvio padrão dos mesmos. O TIN_CARTAS apresentou valor de 2,192m de média e 9,854m de desvio padrão, o SRTM apresentou 1,887m de média e 2,336m de desvio padrão e o ASTER_GDEM, apresentou 1,524m de média e 8,609m de desvio padrão. A escala de representação foi calculada com base no desvio padrão e o PEC Classe A para as escalas do mapeamento sistemático, onde o TIN_CARTAS apresentou escala 1:100.000, o SRTM escala 1:25.000, cabe ressaltar que essa imagem foi tratada e consequentemente obteve-se um melhor resultado altimétrico. O ASTER_GDEM apresentou também escala de representação 1:100.000. Os resultados mostram que o SRTM possui precisão altimétrica superior aos demais modelos, porém o ASTER_GDEM deve ser

tratado geometricamente visando melhorar sua escala de aplicação e ser reavaliado. A carta topográfica apresentou escala compatível com sua fonte de dados, também é evidente a necessidade de cartografia em escala maior para a área de estudo.

TEODOLITO VASCONCELLOS UM ÍCONE DA TOPOGRAFIA NACIONAL

CESAR ROGÉRIO CABRAL (1)
MARKUS HASENACK (2)

(1) Instituto Federal de Santa Catarina
Curso Técnico de Agrimensura, Florianópolis - SC
ccabral@ifsc.edu.br

(2) Instituto Federal de Santa Catarina
Curso Técnico de Agrimensura, Florianópolis - SC
hasenack@ifsc.edu.br

Na última década, os cursos da área das ciências geodésicas criaram ou reativaram museus de instrumentos geodésicos, o que tem contribuído para a preservação, exposição e divulgação dos seus acervos, bem como a pesquisa relativa a história,catalogação, manutenção e restauração destes equipamentos, têm sido incentivada. No Curso Técnico de Agrimensura do Instituto Federal de Santa Catarina foi criado o Museu de Instrumentos Topográficos Prof. Ênio Miguel de Souza que mantém em seu acervo os instrumentos utilizados ao longo de 45 anos do curso e equipamentos doados por empresas e profissionais, desenvolvendo pesquisa sobre os instrumentos e fabricantes, com foco nos fabricados no Brasil. Dos sete fabricantes brasileiros identificados até o momento, destacam-se os fabricados pela indústria D. F. Vasconcellos S.A. os conhecidos teodolitos Vasconcellos fabricados desde a década de 50 até a década de 80. Fundada em 1941, na cidade de São Paulo, pelo agrimensor Décio Fernandes de Vasconcellos, a indústria D. F. Vasconcellos S.A. iniciou suas atividades fabricando telêmetros para o Exército Brasileiro e com incentivo governamental desenvolveu tecnologia nas áreas de mecânica fina e de sistemas ópticos. Fabricou entre outros: microscópios, máquinas fotográficas, binóculos, goniômetros bússola, etc.., hoje, a DFV destaca-se por sua participação ativa no desenvolvimento do campo da micro-cirurgia no Brasil. O primeiro modelo de teodolito lançado foi o TV-M1, tipo repetidor, já com a estrutura característica que marcou o equipamento e que tornou-se um ícone da Topografia nacional. De emprego universal, permitiam medir ângulos verticais e horizontais, nivelar, medir distâncias e determinar rumos magnéticos. Estes teodolitos eram também conhecidos como “trânsitos americanos”, modelo ao qual foram comparados e desenvolvidos, pois na década de 50 predominavam os teodolitos fabricados nos Estados Unidos seguidos por equipamentos europeus. As principais características destes teodolitos são as lentes da luneta com películas anti-refletoras (lentes azuis), três parafusos calantes, escala gravada em branco sobre fundo negro, bússola central e nível de luneta. Ao longo destas três décadas, cinco modelos foram criados: TV-M1, TV-M2, TV-M3, TV-M4 e o TV-M5, sendo que os modelos TV-M1, TV-M2 e o TV-M3 eram providos de fio a prumo (prumo mecânico), leituras dos ângulos horizontais e verticais de 1 (um) minuto por meio de nônios gravados nos dois sentidos, aumento da luneta de 28 vezes, pesando 3,4kg. Os modelos TV-M1 e TV-M2 possuem imagem direta da luneta e o modelo M3, imagem invertida. Já nos modelos TV-M4 e TV-M5, apresentaram inovações e melhorias na precisão angular, com leitura nos limbos vertical e horizontal de 20” (vinte segundos) e facilidade na instalação do instrumento, pois possuíam um sistema de prumo óptico. Um detalhe dos teodolitos Vasconcellos é que eles não possuíam rosca universal, portanto necessitavam de um tripé exclusivo com parafuso de fixação com rosca compatível. Com o apoio governamental, preços competitivos e o apelo de ser nacional com assistência técnica na fábrica sem precisar importar peças praticamente todas as escolas públicas que ministravam a disciplina de Topografia, além do Exército e órgãos públicos de todas as esferas, adquiriram teodolitos Vasconcellos, contribuindo para a disseminação do equipamento. Nos principais livros de Topografia do Brasil estão descritos os detalhes dos instrumentos, a forma de instalação, operação e retificação, o que colaborou para a sua popularidade. Somente em nossa escola 12 instrumentos foram adquiridos, o primeiro com número de série 195 e o último com número 5193, sendo que mais de 5000 alunos aprenderam a manuseá-los nas aulas práticas o que certamente influenciou na decisão de seu uso em suas atividades profissionais. Há mais de 15 anos os Vasconcellos deixaram de ser utilizados em aulas práticas, tendo seu uso limitado a demonstração dos componentes do teodolito. Algumas escolas e profissionais ainda hoje utilizam o Vasconcellos em suas atividades , quer por resistência a mudanças, quer por facilitar a demonstração da operação de um goniômetro ou pela facilidade em sua retificação.

GNSS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO CLIMA ESPACIAL

PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (1)
WILLIAM RODRIGO DAL POZ (2)
FELIPE DIAS CUNHA (3)
FABRÍCIO DOS SANTOS PROL (3)

(1) Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
(2) Curso de Engenharia Cartográfica – Bolsista IC
paulo@fct.unesp.br

(3) Universidade Federal de Viçosa
Setor de Agrimensura e Cartografia
Departamento de Engenharia Civil, Viçosa - MG
william.dalpoz@ufv.br

O GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é uma das tecnologias que revolucionou as atividades relacionadas com posicionamento e estudos atmosféricos. Uma das maiores fontes de erro sistemático no posicionamento com o GNSS é a ionosfera. O erro associado à ionosfera depende do conteúdo total de elétrons (TEC), presente na camada ionosférica, e do quadrado da frequência do sinal que a atravessa. Estudos sobre o uso do GPS no sul do Brasil e na região equatorial mostraram que na América Central e na América do Sul, as medidas GPS são afetadas por diversas condições ionosféricas. Receptores GPS e GLONASS de dupla freqüência permitem calcular o efeito da ionosfera nas observáveis GNSS, calcular o TEC, bem como a sua taxa de variação. Esses parâmetros permitem inferências sobre o comportamento da ionosfera. Atualmente é possível realizar estudos desta natureza no Brasil, uma vez que estão disponíveis diversas Redes Ativas com receptores de dupla frequência, tais como a RBMC/RIBaC, Rede GNSS SP e Rede IGS na América do Sul, que juntas disponibilizam dados de mais de 100 receptores que possibilitam estudar o comportamento da ionosfera na região brasileira e na América do Sul. O clima espacial pode ser um dos principais responsáveis pela alteração das condições ionosféricas, principalmente em virtude de explosões solares ou ejeções de massa coronal, que podem fazer com que ocorram intensas tempestades geomagnéticas. Com isso, o TEC pode ser aumentado significativamente, bem como sua variação espacial, podendo prejudicar o desempenho do posicionamento com GNSS. A magnitude e variação espacial do TEC podem ser detectadas a partir de mapas do TEC. Vale destacar o crescente interesse nacional e internacional pelo estudo do clima espacial e seu impacto nas tecnologias, como por exemplo, no GNSS. Podem-se citar várias missões espaciais que tem como objetivo estudar o Sol, que é o principal responsável pelas alterações do clima espacial. Duas das mais importantes são a missão SOHO (*The Solar & Heliospheric Observatory*) e a mais recente missão STEREO (*Solar TErrestrial RElations Observatory*), dentre várias outras missões. No Brasil, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), que vem se destacando no estudo de fenômenos espaciais, é responsável pelo programa EMBRACE (Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial), que teve início em 2008. Tem como missão o monitoramento, modelagem e difusão da informação do clima espacial com investigação dos fenômenos e previsão dos efeitos significativos no espaço próximo e no território brasileiro, incluindo impactos em sistemas tecnológicos espaciais e terrestres. Com dados dessas missões é possível detectar eventos solares que podem ser responsáveis pela ocorrência de tempestades geomagnéticas. As variações do TEC oriundas dessas tempestades podem ser detectadas a partir dos mapas do TEC. Este trabalho tem como objetivo mostrar a metodologia utilizada na produção de mapas da ionosfera, a partir de modificações realizadas no Modelo Regional da Ionosfera (Mod_Ion), as quais consistiram na introdução de injunção de desigualdade, na alteração da função de modelagem, na integração das observáveis GPS e GLONASS. Além dos mapas da ionosfera gerados para a América do sul, com resolução temporal de 01 hora, com início as 0 hora UT (*Universal Time*), para um período de 24 horas. Também é gerado arquivo no formato IONEX (*IONosphere map Exchange format*) em escala regional, ou seja, para a América do Sul, e arquivos de TEC, VTEC (*vertical* TEC) e da taxa de variação do TEC, para todas as estações envolvidas no processamento diário. A geração dos produtos relacionados com a ionosfera serão produzidos de forma sistemática e disponibilizados na página do Grupo de Estudo em Geodésia Espacial (GEGE) da FCT/UNESP (<http://gege.fct.unesp.br/ionex/>), nos respectivos anos e dia do ano.

Espera-se que com os mapas gerados o usuário possa associar seus resultados com eventos de tempestades geomagnéticas, decorrentes de fortes variações do clima espacial. Com isso, recomenda-se ao usuário não utilizar dados GNSS correspondentes ao período de alta variação espacial do TEC, que pode prejudicar o desempenho do posicionamento com GNSS.

Agradecimentos: Os autores agradecem a CAPES (bolsa de doutorado), o CNPQ (processo: 309332/2007-2009 - bolsa Produtividade em Pesquisa – PQ; processo: 482052/2007-4 - Auxílio à Pesquisa, Bolsa IC PIBIC), e a FAPESP (processo: 2006/04008-2 – Projeto Temático).

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DE CORREÇÃO RELATIVÍSTICA SOBRE O TEMPO FORNECIDO PELOS RELÓGIOS DOS SATÉLITES GPS EM POSICIONAMENTO

ANGELA CRISTINA CARARO (1)
LUIZ DANILO DAMASCENO FERREIRA (2)

(1) Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Curitiba - PR
angela.cararo@pucpr.br

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
luizdanilo@ufpr.br

O desempenho e poder de acompanhamento do tempo dos relógios atômicos vêm aumentando rapidamente. O Sistema de Tempo GPS (GPST) é mantido por dezenas de relógios atômicos independentes e aproximadamente uma dúzia de *masers* de hidrogênio localizados em diferentes laboratórios em várias partes do mundo. Os satélites GPS carregam a bordo relógios atômicos de Césio e de Rubídio, os quais marcam o tempo com um erro equivalente a uma parte em 10^{13}. Os *masers* de hidrogênio podem apresentar erros na ordem de uma parte em 10^{16}. A utilização de relógios tão precisos deve levar em conta efeitos relativísticos: dilatação do tempo para relógios em movimento em relação a um referencial inercial e diferença de potencial gravitacional entre relógios a diferentes alturas. Os satélites GPS transmitem sinais de tempo sincronizados, com informações sobre tempo e posição no momento da transmissão. O sistema é baseado no princípio da constância da velocidade da luz num referencial inercial local, com origem geocêntrica. Tanto os relógios dos satélites em movimento, quanto os relógios em repouso sobre a superfície da Terra em rotação são afetados pela dilatação temporal. As diferenças de potencial gravitacional entre os satélites e usuários e suas velocidades relativas são responsáveis por desvios de freqüência relativísticos na marcha dos relógios. As correções relativísticas padrão sobre o tempo fornecido pelos relógios dos satélites faz parte do *GPS Interface Specification Document* (IS-GPS-200D) e levam em consideração apenas o potencial gravitacional gerado pela Terra considerada esférica e homogênea. A precisão corrente dos relógios a bordo dos novos satélites GPS é da mesma ordem de grandeza do erro causado pela não inclusão do achatamento terrestre (J_2) no modelo para o potencial gravitacional. As correções padrão estão no limiar de confiabilidade e deverão ser revistas para os novos satélites GPS, que carregarão *masers* de hidrogênio como padrões de freqüência, permitindo sincronização em escala global no nível do picossegundo. No posicionamento GPS a qualidade na determinação das correções para as órbitas e relógios dos satélites em relação ao GPST é fator determinante quando se deseja alta precisão. É necessário dispor das efemérides precisas providenciadas pelo IGS (*International GNSS Service*). Mas a latência em sua disponibilidade aos usuários é um fator limitante em algumas aplicações. Os produtos IGS para correção dos relógios e órbitas dos satélites têm um período de latência que pode chegar até a 18 dias, como no caso das efemérides precisas. As correções IGS para os relógios dos satélites são obtidas através de técnicas de estimação e predição baseadas em processamento de dados GPS e modelagem dos processos estocásticos característicos de osciladores atômicos. Um dos pontos fundamentais atualmente é a necessidade de disponibilidade em tempo real ou quase-real de correções para os relógios e órbitas dos satélites. Isso pode ser obtido através de produtos fornecidos por agências como o IGS ou então *estimados pelo próprio usuário.* Há um crescente interesse na investigação de novos métodos, mais rápidos e acurados, de estimar e predizer as correções para os relógios dos satélites GPS. Neste artigo pretende-se contribuir especificamente nas correções para os relógios dos satélites GPS. Trabalhou-se no sentido de investigar uma nova metodologia para geração de correções relativísticas causadas pelo achatamento terrestre (J_2) para os relógios dos satélites e sua implementação em processamento de dados GPS, através da modificação das observáveis GPS dos arquivos RINEX. Para isso são geradas as correções relativísticas (devidas a J_2) sobre o tempo fornecido pelos relógios dos satélites GPS através de um modelo matemático implementado em um programa computacional, o ANGJ2.FOR. Essas correções são introduzidas nas observáveis GPS de arquivos RINEX de observações através de outro programa computacional desenvolvido, o RWRINEX.FOR. Os dois arquivos RINEX, o original e o modificado são utilizados para processamentos de dados GPS nos modos PPP (posicionamento por ponto preciso) e processamentos relativos de base curta e longa. Os

resultados encontrados são comparados e analisados. Assim, têm-se como objetivo geral avaliar a influência, em posicionamento GPS, da implementação, nas observáveis GPS dos arquivos RINEX de observação, de correções (devidas a J_2) para o tempo fornecido pelos relógios dos satélites. A influência de J_2 sobre os relógios dos satélites é função da sua posição e velocidade instantâneas. Os receptores GPS e os *softwares* de pós-processamento não realizam, ainda, esta correção. A metodologia e produto gerados possuem dois aspectos de caráter inédito: o primeiro é a inclusão do efeito de J_2 sobre os relógios dos satélites em processamento de dados GPS. O segundo é forma como essas correções são implementadas: sobre as observáveis GPS dos arquivos RINEX de observação. Modificações feitas diretamente nos arquivos RINEX de observação podem ser úteis em situações quando não haja disponibilidade de correções IGS, como no caso de posicionamentos em tempo quase-real, ou ainda como forma de avaliar novas metodologias para correções sobre as observáveis GPS. Verificou-se que, mesmo sendo de pequena magnitude, na ordem de 0,1 ns, a influência da implementação da correção J_2 foi detectável nas coordenadas estimadas após o processamento de dados GPS. Isso ocorreu no caso do PPP e também no caso dos processamentos relativos. Em processamentos relativos de bases longas os efeitos foram mais pronunciados: entre 5 e 6 cm de discrepância nas coordenadas X e Y foram encontrados, em relação às coordenadas cartesianas oficiais da estação escolhida para análise. A coordenada Z foi pouco afetada. No caso do PPP as coordenadas X e Y foram igualmente influenciadas pela inclusão da correção J_2 no processamento de dados GPS através de sua implementação no arquivo RINEX de observação. Ambas as coordenadas X e Y sofreram modificação em seu valor na ordem de 4 cm. A coordenada Z foi a menos afetada, com modificação na ordem de 1 mm. A altitude geométrica também sofreu pouca alteração, na ordem de 5 mm.

Comparação entre Métodos de Levantamentos Altimétricos

EDILSON JOSE DO CARMO (1)
VALDEMIR PAULO MARQUES (2)
LUIZ GUIMARÃES BARBOSA (3)

(1) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
edilsonjose10@ufrrj.br

(2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
valdemir_marques@hotmail.br

(3) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
luizgb@ufrrj.br

As altitudes ou cotas são usadas pelo homem desde a mais remota antiguidade. Afinal são elas que modelam o relevo do terreno, e servem para diversas necessidades em nosso cotidiano, como por exemplo, no planejamento urbano e construções rodoviárias, ferroviárias e vias aéreas, tornando a altitude um dos elementos mais importantes da topografia. Dessa forma é essencial a escolha da metodologia mais adequada, para que os profissionais tenham a possibilidade de melhor qualidade no trabalho. Com isso este estudo tem como objetivo a comparação das altitudes determinadas nos métodos de nivelamento geométrico, trigonométrico e espacial levando em consideração ao máximo com a realidade de campo, ou seja, como normalmente é feito esses nivelamentos pelas empresas de engenharia. Para que pudesse ser feito essa comparação escolheu-se uma área de estudo, que está localizada no campus da UFRRJ, situada no Município de Seropédica – RJ. Essa área é composta de 20 estacas implantadas em forma de tabuleiro, sendo 4 linhas e 5 colunas, com um afastamento entre as linhas e colunas de 20 m e cravadas aflorando 25 cm do solo. O nivelamento geométrico foi realizado com nível ótico com precisão nominal de ±2 mm/Km, partindo da RN 1017F, que fica na soleira da entrada principal da UFRRJ. Fez-se o transporte de altitude até as estacas, utilizando sapata para a colocação da mira e buscando a equidistância entre as visadas para minimização de erros sistemáticos. Já o nivelamento trigonométrico (NIV TRIG) foi feito utilizando a estação total com precisão angular de ±3" e linear de ±(2mm + 2 ppm×D). Os dados processados têm como referência altimétrica a altitude ortométrica do pilar 93640 do Sistema Geodésico Brasileiro. O transporte foi realizado de maneira igual a um trabalho comum de engenharia, tomando as devidas precauções no manuseio do equipamento. No nivelamento espacial utilizou-se o receptor GPS de monofrequência, com precisão nominal de ±(5 mm + 1 ppm×D) na horizontal e ±(10 mm + 2ppm×D) na vertical, nos modos: estático (L1 ESTAT); cinemático (L1 CINEM) e; Stop and Go (L1 STOP) e de dupla frequência no modos: estático (L1/L2 ESTAT) e Stop and Go (L1/L2 STOP). O nivelamento espacial foi feito com receptores GNSS de dupla frequência com precisão nominal de ±(5mm + 0,5 ppm x D) na horizontal e na vertical de ±(10 mm + 0,5 ppm x D), testou- se também no modo cinemático em tempo real (RTK). Sendo que no modo cinemático sua precisão horizontal é de ±(10 mm + 1 ppm x D) e na vertical de ±(20 mm + 1 ppm x D). O modelo geoidal adotado para transformar as altitudes geométricas em ortométricas foi o EGM96, pois, o mesmo apresentou um melhor resultado que o MAPGEO2004 para o local de estudo. Após realizados todos os cálculos, gerou-se uma planilha com as altitudes de cada estaca, tomando como referência o nivelamento geométrico, podendo assim calcular as diferenças de altitude entre as metodologias. Com isso calculou-se a média das diferenças encontradas em cada estaca, o erro padrão e o erro máximo. Com os valores de erro máximo, foi possível analisar a ocorrência de alguns valores muito discrepantes em relação aos demais, denominado de "*erro fora da tolerância*". Com esta técnica foi possível detectar este tipo de erro na estaca ST5, em todas as metodologias. Na estaca ST2 no método L1 STOP,

após a exclusão desta amostra foi novamente calculado a média das diferenças de altitude, o erro padrão e o erro máximo. Após análise de todas as estacas e observado que não havia necessidade de fazer o descarte de mais nenhuma estaca, foi calculado então a precisão com um nível de confiança de 95% e a acurácia para cada metodologia. Em relação apenas a acurácia, os nivelamentos feitos com receptores GNSS de dupla frequência, tiveram uma classificação sempre melhor que os nivelamentos feitos com receptores GPS de monofrequência. Isso ocorreu pelo fato das mensurações feitas com receptores GPS de monofrequência apresentarem mais efeitos sistemáticos. Neste estudo, é possível observar que se a análise for feita levando em consideração apenas o valor absoluto, ou seja, que a comparação seja feita apenas entre as altitudes medidas no método geométrico e as demais, a melhor maneira é se basear pela acurácia de cada método. Agora se a análise for feita de forma relativa em cada metodologia, a melhor maneira será calcular o valor da dispersão das diferenças de altitudes em cada método, ou seja, sua precisão. A partir desse trabalho percebe-se que as técnicas e metodologias de transporte de altitudes podem ser feitas de várias formas, mas a técnica a ser utilizada dependerá da precisão exigida na obra. Ao analisar as metodologias aplicadas observou-se variação entre -0,026 m até +0,094 m, dando uma variação total na amplitude de 0,12 m. Este é um trabalho que pode ser estudado e analisado pelos seguimentos da engenharia, que utiliza algumas destas metodologias para transporte de altitude. A escolha da metodologia de nivelamento nem sempre deve ser a mais precisa ou a mais acurada, as vezes é melhor usar a que melhor atenda as necessidades, com o menor espaço de tempo e menor custo no transporte de altitude, para uma obra ou local desejado.

COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS TOPOGRÁFICOS E GEODÉSICOS NA LOCAÇÃO DE OBRAS CIVIS

EDILSON JOSE DO CARMO (1)
CLAUDINEI DE OLIVEIRA CAMPOS (2)
RÔMULO PARMA GONÇALVES (3)
LUIZ GUIMARÃES BARBOSA (4)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
edilsonjose10@ufrrj.br (1)
claudineioliveira10@yahoo.com.br (2)
romuloparma@ufrrj.br (3)
luizgb@ufrrj.br (4)

A localização de pontos com qualidade é de grande importância na área de engenharia, e a obtenção deste posicionamento pode ser obtida de diversas formas, como com a utilização de inúmeros equipamentos e com o emprego de diferentes metodologias. Como exemplo pode ser citada a metodologia RTK (Cinemático em Tempo Real) do posicionamento GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélites) que vem a cada ano sendo aprimorada no segmento de mensuração em geral, possibilitando um melhor posicionamento relativo cinemático e instantâneo, tendo limitações em áreas com alto grau de obstrução ou em situações de longas distâncias entre os pontos a serem locados/levantados. Com isso este estudo tem como objetivo principal possibilitar uma análise a respeito das diferenças de resultados, obtidos a partir de métodos de levantamentos geodésicos, além de trabalhos de locação utilizando-se diferentes equipamentos e técnicas. Para que se pudesse fazer esse estudo escolheu-se uma área situada no *campus* da UFRRJ, localizada no município de Seropédica-RJ, sendo esta escolhida de forma a simular situações de trabalhos tanto rurais, pelo fato de haver árvores de grande e pequeno portes, quanto urbanos, com aglomerado de edificações e áreas descampadas, classificando-o como um local de boa representação da superfície, permitindo elevar o nível de comparação com trabalhos usualmente realizados na prática de engenharia. O levantamento topográfico planimétrico foi realizado utilizando Estação Total, onde as tolerâncias utilizadas no processamento foram de (20” x $N^{1/2}$) angular, (15 mm x $K^{1/2}$) altimétrica e (1:5000) linear, conforme especificações da NBR (Norma Brasileira de Regulamentação) 13133 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), sendo estas tolerâncias, as necessárias para se obter uma poligonal de confiabilidade para se executar diferentes tipos de serviços de engenharia. Já no levantamento feito pelo posicionamento por satélites, utilizou-se um par de receptores GNSS de dupla frequência (L1/L2) com precisão horizontal de ±(3mm + 0,5 ppm x D) e vertical de ±(5mm + 0,5 ppm x D), sendo D o comprimento do vetor, para levantamentos estáticos e rápido estáticos. Foram feitos o rastreio dos pontos de apoio das poligonais com um tempo mínimo de ocupação de 30 minutos em cada ponto. Em sequência foi realizado o rastreio dos pontos já irradiados pelo levantamento topográfico, com tempo mínimo de 20 minutos. No processamento foram utilizadas duas estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) como pontos de controle, sendo elas, localizadas no município do Rio de Janeiro de nomes RIOD e ONRJ. Após o processamento observou-se que alguns pontos com o tempo de rastreio de aproximadamente 20 minutos tiveram tipo de solução *float* (flutuante), possivelmente devido às obstruções encontradas em campo. Devido a esse fato construiu-se os mapas de obstrução para os pontos com maiores discrepâncias, para complementar a análise. Já no levantamento geodésico pelo GNSS em Tempo Real foi realizado o levantamento de todos os pontos irradiados, mais os das poligonais, através da metodologia RTK, utilizando o módulo TOPO, que consiste em coletar informações com a antena do *Rover* sem movimento. Também foi realizado o levantamento das linhas que desenham a quadra poliesportiva, desta vez utilizando o módulo AUTO TOPO, que consiste em coletar informações com a antena do *Rover* em movimento. Estes levantamentos foram realizados com diferentes distâncias de linha de base, sendo elas aproximadamente de 250 m, 800 m e 1600 m. Tendo para todas as bases, a tolerância de 0,030 m para a componente horizontal e 0,050 m para a componente vertical, para que a solução se tornasse fixa. Após os levantamentos para cada distância de linha de base

foi feito o pós-processamento e ajustamento das coordenadas obtidas através do rastreio utilizando o receptor GNSS para o levantamento estático e comparou-se as discrepâncias, sendo a maior delas na linha de base de aproximadamente 1600 m. Então fez-se o teste no trabalho de locação de pontos no terreno, utilizando a metodologia RTK, com referência a linha de base de aproximadamente 250 m, para possibilitar uma melhor comunicação entre os dois receptores, e assim simulando uma locação em obra de engenharia. E que a Base deve se localizar próxima ao pátio de obras onde os pontos devem ser locados ou levantados. Foi realizada a comparação entre as coordenadas locadas em campo obtidas pelo método RTK no momento da locação e a coordenada obtida através de levantamento geodésico utilizando a Estação Total. Com o intuito de comparar as distâncias entre os pontos coletados pelos diversos métodos, pôde-se notar que, tomando-se o levantamento feito com Estação Total como referência, é notável a grande proximidade dos resultados, apesar de ainda haver pequenas discrepâncias, que para trabalhos da engenharia que exijam alta precisão, necessita-se de mais estudos.

ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE REDE GEODÉSICA COM ANALOGIA DE DEFORMAÇÃO

EMERSON PEREIRA CAVALHERI (1)
JOÃO CARLOS CHAVES (2)

(1) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica
ermimlp@hotmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Departamento de Cartografia
jcchaves@fct.unesp.br

No estabelecimento das redes geodésicas, as coordenadas dos pontos são estimadas usando o método dos mínimos quadrados. Para validar o ajustamento da rede aplicam-se testes estatísticos que comparam as variâncias a priori e a posteriori, a um dado nível de significância. Se o teste falhar, pode-se afirmar que existem possíveis erros nas observações, sendo o teste mais usual para detectar os erros nas observações denominado por *data-snoopping*, desenvolvido por Baarda (1968); que considerou, ainda, se o teste não conseguir retratar todos os erros e deixar passar pequenos erros. Portanto, Baarda desenvolveu uma estratégia do *data-snooping* para encontrar as quantidades não detectadas pelo teste, chamada de hipótese alternativa. Neste teste é determinado a magnitude do erro grosseiro que não pode ser detectado a um dado nível de probabilidade α quando aceito a um nível de risco β de cometer um erro do tipo II, ou seja, aceitar que não existam erros grosseiros presentes quando há um presente. Este teste também é definido como teoria de confiabilidade interna, a qual trata da influência dos erros grosseiros nas observações. A robustez de uma estrutura geodésica, ou seja, de uma rede, está associada à confiabilidade, relacionando a influência dos valores máximos dos erros com a determinação da posição dos pontos pertencentes à rede geodésica. Se a influência for pequena, estabelece-se que a rede é "robusta", caso contrário é "fraca", ou, "não robusta". Berber (2009) define a análise de robustez como sendo um método que combina as técnicas de análises de confiabilidade e análises geométricas de deformação. A robustez é uma fusão de confiabilidade e tensão e é definida como a habilidade de resistir a deformações induzidas por pequenos erros detectáveis (VANÌCEK et al., 2001). Assim, para medir o grau de robustez de uma rede, há a necessidade de medir seu grau de deformação. O que leva à análise geodésica de deformação da rede estabelecida, descrita pelos deslocamentos dos pontos/vértices do polígono envolvido. A técnica da medida de robustez independe das injunções do ajustamento e reflete apenas a geometria da rede e a acurácia das observações. Portanto, esta pesquisa visa estimar as coordenadas de uma rede geodésica através do *software* GAMIT/GLOBK, desenvolvido pelo MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets), e estimar a robustez da mesma (Processo FAPESP: 2010/09255-3). Os objetivos gerais da pesquisa consistem em implementar um processo de análise de robustez de redes geodésicas, considerando-se o adensamento da rede planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), por exemplo, a Rede GNSS SP. Tendo como objetivos específicos a estimação do tensor de deformação, a investigação da relação entre o vetor deslocamento e a matriz de deformação, a estimação dos parâmetros de deformação e por fim a análise da robustez de uma rede geodésica. Ao executar um levantamento geodésico, o usuário deve escolher um referencial para realizar seus cálculos, bem como a estrutura que o materialize. Com base nestas informações e na escolha do método de posicionamento, obtém-se as coordenadas das estações da rede geodésica e suas Matrizes Variância-Covariância (MVC). O procedimento de análise de robustez de uma rede geodésica com base na analogia de deformação se justifica por ser independente do *datum*, dependendo somente da geometria da rede e da acurácia das observações. Portanto, esta pesquisa permite analisar a robustez de uma rede, detectando os defeitos da mesma, independentemente do *datum* utilizado. A pesquisa encontra-se em desenvolvimento, abrangendo as etapas de estimativa dos deslocamentos de cada ponto da rede e na obtenção da matriz do tensor de deformação, relacionando o vetor deslocamento com a matriz de deformação, com base em modelo matemático e nos parâmetros de deformação. As próximas etapas compreendem a análise da robustez da rede, com base no deslocamento total de cada ponto e na acurácia da rede. Portanto, este projeto de iniciação científica desenvolve uma sistemática para analisar a robustez de uma rede geodésica, contribuindo cientificamente e tecnologicamente com os levantamentos geodésicos.

ANÁLISE GEOMÉTRICA DA DEFORMAÇÃO REGIONAL E LOCAL DA SUPERFÍCIE TERRESTRE

JOÃO CARLOS CHAVES (1)
FRANCIANE LIMA CALDAS (2)
EMERSON PEREIRA CAVALHERI (3)
ANDRÉ CACERES CARRILHO (3)
GUILHERME TRINDADE CAMARGO (3)
MAURO MORATA JUNIOR (3)
MILTON HIROKAZU SHIMABUKURO (4)

(1) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Departamento de Cartografia
jcchaves@fct.unesp.br

(2) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas - PPGCC
francianecaldas@hotmail.com

(3) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica
ermimlp@hotmail.com
xducke@hotmail.com
guitrindade@hotmail.com
mmoratajr@hotmail.com

(4) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Departamento de Matemática, Estatística e Computação
miltonhs@fct.unesp.br

A tarefa de observar a Terra e coletar os dados que alimentam os estudos e as predições sobre o futuro do planeta, não é simples, segundo Teixeira (2007); pois, há necessidade de satélites, estações terrestres, sensores situados em centenas de locais de interesse. O Brasil vai precisar de mais pesquisadores atuando na modelagem de cenários e no estudo das formas de assimilação de dados provenientes dos Sistemas de Observação (TEIXEIRA, 2007). O GGOS ("Global Geodetic Observing System") da IAG ("International Association of Geodesy") permite um melhor entendimento dos processos geodinâmicos e de mudança global por meio de integração das diferentes técnicas geodésicas, os diferentes modelos e métodos, proporcionando compatibilidade e confiabilidade em longo prazo, conforme Drewes (2008). O GGOS se constitui na base científica e na infra-estrutura para todas as investigações da mudança global nas Ciências da Terra, garantindo a consistência entre as três áreas (pilares) da Geodésia: a geometria (posicionamento), a orientação (rotação) e o campo de gravidade. Assim, a Geodésia é capaz de contribuir com o controle da geodinâmica e do clima (DREWES, 2008), convertendo-se numa ciência da mudança global. Estudar a transformação do planeta Terra causada pelo aumento da temperatura global é objetivo de um campo novo de conhecimento, que começou a se estruturar em torno de 1990, conforme Teixeira (2007), denominado por Ciência do Sistema Terrestre. A geodinâmica e a mudança global compreendem os processos e os elementos do Sistema Terrestre: atmosfera, biosfera, criosfera, geosfera e hidrosfera. Dentre estes componentes, a geosfera sofre deformação em decorrência da dinâmica das forças internas do planeta (movimento de placas tectônicas/litosféricas). Esta deformação pode ser determinada com base em técnicas geodésicas, as quais estimam, p.ex., posições, velocidades e variações temporais das estações terrestres. Portanto, a Ciência do Sistema Terrestre pode ser investigada em função dos resultados geodésicos, contribuindo com a detecção dos problemas que tratam das mudanças no globo terrestre relacionadas com as deformações da crosta e as variações climáticas. Para fins de medir, detectar e monitorar as

mudanças temporais, os referenciais geodésicos devem ser bem definidos, acurados e estáveis, de acordo com Rotacher (2003). A monitoração das estações pertencentes ao referencial terrestre, permite o controle geodésico do processo de deformação da camada sólida do Sistema Terrestre, em função da geometria e do movimento da estrutura que realiza o respectivo sistema de referência fixo à Terra. Portanto, um dos objetivos consiste em detectar o deslocamento e o comportamento de estações de referência materializadas no território brasileiro e que pertencem à rede SIRGAS-CON-D, em função das coordenadas geodésicas e das séries temporais (Processo FAPESP: 2008/10307-8). Outro objetivo foca na solução do problema de identificação do sistema dinâmico da rede GNSS-SP, ou seja, na "análise geodésica de deformação" (Processo FAPESP: 2008/09947-2). Nos últimos anos, mudanças fundamentais ocorreram na metodologia e na análise geodésica de deformação, de acordo com Eichhorn (2007): instalação de redes de monitoração para uma área ampla; desenvolvimento de novos métodos para modelar os erros de medição; e, uso de modelos causa-resposta. Para Eichhorn, um dos principais desafios é encontrar o modelo (matemático) de deformação para uma estrutura complexa. A análise geodésica de deformação propicia a identificação de seu modelo de deformação, o qual é relevante para os estudos relacionados com as transformações do Sistema Terrestre, bem como para o entendimento do processo de deformação envolvendo a própria monitoração, a análise geométrica da estrutura (geodésica) deformável. Isto é essencial para a prevenção de desastres naturais ou artificiais, segundo Szostak-Chraznowski et al. (2006). O controle geodésico de deformação da rede SIRGAS-CON-D, envolvendo as estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) do IBGE, é realizado com base no teste (modelo) de congruência global (descritivo), que consiste na formulação da hipótese básica da esperança matemática do vetor deslocamento do ponto investigado ser nula. Este mesmo procedimento se repete para a análise geométrica das estações da rede GNSS-SP, localizadas no oeste do estado de São Paulo. Posteriormente, um modelo matemático pode ser elaborado em função de um polinômio, de maneira que seus coeficientes representem os parâmetros de deformação da estrutura investigada, neste caso, as duas redes analisadas. Para solucionar o problema de identificação de sistema dinâmico, há necessidade de estabelecer as relações entre as deformações e os deslocamentos (modelo causa-resposta) para estimar os parâmetros de deformação. As componentes de deformação derivadas destas relações representam os alongamentos unitários em cada direção e as distorções entre as direções. O processamento dos dados GNSS ("Global Navigation Satellite System") ocorre com o uso dos programas GAMIT e GLOBK, desenvolvidos no MIT ("Massachusetts Institute of Technology") e disponibilizados para fins científicos. O primeiro programa possibilita todos os cálculos advindos das observáveis GNSS. Os resultados são analisados em função das incertezas obtidas, do ajustamento dos dados ao modelo utilizado e da inclusão de todas as observações previstas. O arquivo sh_gamit_ddd.summary gerado no diretório do dia do experimento fornece os elementos necessários para as análises das respectivas incertezas, juntamente com a série temporal e a velocidade de cada estação geradas pelo aplicativo sh_glred. Com base nos resultados provenientes dos ajustamentos de duas épocas, para uma específica estação da rede analisada, determina-se seu deslocamento e sua variância. A análise geométrica e o controle geodésico do processo de deformação de uma estrutura geodésica consistem das etapas de identificação dos modelos de deformação, da estimativa dos parâmetros de deformação e da verificação dos modelos, com base nas soluções obtidas com o GAMIT e nas séries temporais e estimativas de velocidade com o GLOBK. Os dois projetos de auxílio à pesquisa concedidos pela FAPESP e em desenvolvimento, proporcionaram um aprendizado sobre a dinâmica da Terra, principalmente sobre a geometria do movimento e da deformação de uma porção da superfície terrestre envolvendo as estações de cada rede analisada, seja numa escala local (rede GNSS-SP), ou, numa escala regional (rede RBMC). Após os terremotos ocorridos no Chile (27/02/2010) e no Japão (11/03/2011), toda população mundial teve a oportunidade de aprender sobre a dinâmica da Terra e que é necessário realizar um controle (geodésico) e uma análise (geométrica) dos movimentos e da deformação do planeta no qual habita.

ESTUDO DA INTENSA TEMPESTADE GEOMAGNÉTICA DO DIA 20 DE NOVEMBRO DE 2003 E SUA INFLÛENCIA NA IONOSFERA E NO POSICIONAMENTO POR GNSS (GPS) NA REGIÃO BRASILEIRA

CAROLINA COLLISCHONN (1)
MARCELO TOMIO MATSUOKA (1)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Departamento de Geodésia, Porto Alegre – RS
Laboratório de Pesquisas em Geodésia (LAGEO)
carol.collischonn@gmail.com; tomiomatsuoka@gmail.com

Entre as diferentes fontes de erro que afetam o posicionamento por ponto com receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de uma freqüência uma das principais é a Ionosfera. A Ionosfera é a camada da atmosfera terrestre compreendida entre 50 km e 1000 km de altitude, aproximadamente, onde existe a presença de elétrons livres em quantidade suficiente para afetar a propagação de ondas de rádio. O principal processo de formação de elétrons livres na ionosfera é a fotoionização, que consiste na absorção de radiação solar, predominantemente na faixa do extremo ultravioleta e raios X, por elementos atmosféricos neutros. O comportamento da ionosfera é fortemente influenciado pela atividade solar. O erro associado à ionosfera nas observáveis GPS é proporcional ao conteúdo total de elétrons livres (TEC – *Total Electron Content*) presente na trajetória do sinal entre o satélite e a antena receptora. O TEC, e conseqüentemente o erro devido à ionosfera, varia no tempo e no espaço principalmente com relação à variação da radiação solar e do campo magnético da Terra. O Brasil é uma das regiões do globo terrestre que possuem maiores valores e variações do TEC. Além das variações regulares, o TEC pode sofrer abruptas modificações em seu comportamento devido à ocorrência de eventos solares, tais como intensas explosões solares (solar flares). Durante explosões solares, um primeiro fenômeno que ocorre é o aumento da radiação solar eletromagnética na faixa do comprimento de onda dos raios X. Se a explosão solar for geoefetiva, na direção da Terra, pode provocar uma série de fenômenos na ionosfera que genericamente são chamados de Distúrbios Ionosféricos Súbitos (DIS). Entre os DIS que podem ocorrer, está o rápido aumento da densidade de elétrons na ionosfera, ou seja, do TEC. Outro fenômeno que pode ocorrer quando ocorrem explosões solares é a ejeção coronal de massa (CME – Coronal Mass Ejection). Esse evento pode ocasionar perturbações no campo geomagnético e, sendo muito intensas, ocasiona tempestades geomagnéticas que implicam em tempestades ionosféricas. Tempestades ionosféricas afetam o comportamento do TEC e, conseqüentemente, o posicionamento com GPS. Para descrever a atividade geomagnética são utilizados índices geomagnéticos. Dentre os índices mais utilizados estão o Dst (*Disturbance Storm-Time*) e o Kp (*Planetarische Kennziffer*), que foram utilizados nesse estudo. No dia 18 de novembro de 2003 ocorreu uma intensa explosão solar, aumentando instantaneamente o fluxo solar de radiação eletromagnética, juntamente com uma ejeção coronal de massa. Como conseqüência, com a chegada da CME, às 08:03 UT (05:03 HL) do dia 20 de novembro, inicio-se uma intensa tempestade geomagnética que alcançou o valor máximo de índice Dst de 472 nT às 20:00 UT (17:00 HL), sendo classificada como muito intensa (Dst>250 nT). Nesse trabalho foram realizados experimentos com o objetivo de verificar a influência da intensa tempestade geomagnética de 20 de novembro de 2003 no posicionamento por ponto GPS e a relação com valores de VTEC (*Vertical TEC* – TEC na direção vertical) estimados para cada estação GPS e mapas globais da ionosfera. Foram utilizadas as seguintes estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística): BOMJ (Bom Jesus da Lapa/BA), BRAZ (Brasília/DF), CRAT (Crato/CE), CUIB (Cuiabá/MT), FORT (Fortaleza/CE), IMPZ (Imperatriz/MA), PARA (Curitiba/PR), POAL (Porto Alegre/RS), RECF (Recife/PE), SALV (Salvador/BA), SMAR (Santa Maria/RS), UEPP (Presidente Prudente/SP) e VICO (Viçosa/MG). O posicionamento por ponto GPS foi realizado diariamente para cada estação, utilizando a observável de pseudodistância (C/A) em L1, para o período de 18 ate 23 de novembro no programa GPSPACE, desenvolvido pelo GSD/NRCan (*Geodetic Survey Division/Natural Resources Canada*). Para o posicionamento foram utilizadas efemérides e correções precisas dos relógios dos satélites e modelo da troposfera. Uma vez que se tratam de receptores de dupla freqüência, foi possível obter os valores de VTEC de cada estação para o período. A partir desses dados foram analisadas as variações de VTEC e do erro no posicionamento por ponto, visando verificar modificações no dia da intensa tempestade. Também foram gerados mapas globais de VTEC a partir de arquivos no formato IONEX disponibilizados pelo IGS (*International GNSS Service*). Analisando os resultados obtidos de VTEC se observa um aumento na densidade de elétrons nas regiões mais próximas do equador geomagnético no

período da tarde no dia da tempestade. Em decorrência do efeito fonte intensificado, comum em períodos de tempestade muito intensa, ocorreu no período após o pôr do Sol, um deslocamento dos elétrons para regiões mais afastadas do equador geomagnético, quando comparado com dias geomagneticamente calmos. Após 20:00 UT se observa que a crista sul da anomalia equatorial se deslocou para regiões de latitudes mais afastadas do equador geomagnético, atingindo valores máximos de VTEC na estações GPS que se localizam mais ao sul, tais como: POAL e SMAR. E, quando analisado o posicionamento por ponto dessas estações, se observa maiores discrepâncias em Planimetria e altimetria no posicionamento para o mesmo período, principalmente para estações GPS mais afastadas do equador geomagnético, o que confere com o verificado nos experimentos com dados de VTEC.

CENTRO DE ANÁLISES SIRGAS – IBGE, RESULTADOS E ATIVIDADES FUTURAS

SONIA MARIA ALVES COSTA (1)
ALBERTO LUIS DA SILVA (1)
MARCO AURÉLIO DE ALMEIDA LIMA (1)
NEWTON JOSÉ DE MOURA JÚNIOR (1)

(1) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia, Rio de Janeiro - RJ
{sonia.alves, alberto.luis, marco.almeida, newton.junior } @ibge.gov.br

Atualmente, o SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) é materializado por uma rede GNSS permanente chamada SIRGAS-CON, com cerca de 230 estações de GNSS em funcionamento contínuo, distribuídos na América do Sul, América Central e Caribe. Os Centros de Processamento SIRGAS foram estabelecidos com a finalidade de determinar sistematicamente as coordenadas das estações SIRGAS-CON, bem como outras informações sobre a rede, seguindo critérios pré-estabelecidos, a fim de apoiar a manutenção do sistema. Desde 2006, a Coordenação de Geodésia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE incluiu nas suas atividades rotineiras o processamento diário das observações GNSS da rede SIRGAS-CON. Este é um trabalho cuja dedicação é crescente uma vez que o número de estações no continente Sul Americano vem aumentando rapidamente nos últimos anos. Em 2008, o IBGE processava 50 estações e no início de 2011 este número cresceu para 130. Durante um período de experiência foi avaliado a qualidade das soluções em comparação com as soluções calculadas por outros centros sul-americanos, bem como a pontualidade na disponibilização dos resultados. Desta forma, após obter experiência como centro de processamento piloto, a partir de 2008, o IBGE passou a contribuir com as soluções semanais e combinações das soluções produzidas por outros centros de processamento. Ao longo destes anos, os resultados produzidos foram de extrema importância não somente para o SIRGAS mais principalmente para a manutenção e avaliação da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS), pois é através deles que monitoramos variações nas coordenadas das estações ocorridas por diferentes causas, tais como terremotos, subsidência ou alguma alteração física no marco. Este trabalho tem por objetivo apresentar a estratégia de processamento atualmente em uso com o software Bernese e a avaliação de uma nova estratégia de processamento visando a melhoria dos resultados, bem como uma avaliação e comparação das soluções do IBGE com as de outras instituições (DGFI, IGG-CIMA e IGS). Algumas questões importantes relacionadas com a manutenção das redes nacionais permanentes GNSS são mostradas na série temporal das coordenadas. Conforme informado anteriormente, o software Bernese é utilizado pelo IBGE para realizar as suas atividades, aplicando-se o modo automático, BPE (*Bernese Processing Engine*). As principais características da estratégia de processamento atualmente em prática são: as duplas diferenças de fase são processadas usando a combinação linear livre da ionosfera de modo que sejam eliminados os efeitos primários da ionosfera, o atraso troposférico no zênite é estimado a cada 2 horas para cada estação. Os desvios padrão *a priori* são aplicados com relação ao modelo Niell (componente úmida). As ambigüidades são resolvidas separadamente em cada linha de base aplicando-se a estratégia QIF (*Quasi-Ionosphere-Free*) e utilizando os mapas globais da ionosfera disponibilizados pelo CODE (Centro de Determinação de Órbita da Europa). Também são seguidas as orientações e padrões do IGS (International GNSS Service), como por exemplo, o uso das órbitas precisas e parâmetros de orientação terrestre, o modelo de correção das marés terrestre IERS Conventions 2003, o modelo de correção absoluta do centro de fase da antena, IGS05 e o modelo de carga oceânica FES2004. As informações sobre cada estação, tais como, o tipo de receptor e antena e a altura da antena a partir do seu plano de referência são informações importantes no processamento. O processamento é realizado duas semanas após a coleta dos dados, ou quando houver a disponibilidade das órbitas precisas IGS. Os resultados semanais são disponibilizados ao DGFI dentro de um intervalo de três semanas após a disponibilização das observações. A nova estratégia de processamento faz uso das observações GPS e GLONASS, bem como, a inclusão de quatro estratégias de resolução de ambigüidades dependendo do comprimento da linha de base; sendo elas: estratégia *Melbourne-Wuebbena* para linhas de base menores que 6000 km, QIF para linhas de base menores que 2000 km), estratégia *widelane* (L5/L3) para linhas de base menores que 200 km e estratégia *narowlane* (L1/L2) para linhas de base menores que 20 km). Em uma análise preliminar dos resultados obtidos com a nova estratégia verificou-se uma melhoria de 30% a 20% quando comparados com a estratégia atualmente em uso. A nova estratégia proposta neste trabalho deverá ser colocada em prática em 2012.

O processamento sistemático das estações pertencentes à rede SIRGAS-CON gera as séries temporais das coordenadas para cada estação e é através desta informação que é possível avaliar o comportamento das estações ao longo do tempo e detectar possíveis problemas, bem como avaliar os efeitos sazonais, o comportamento geodinâmico local e determinar a velocidade da estação devido ao movimento das placas litosféricas. Uma avaliação interessante foi do terremoto de fevereiro de 2009, que acarretou um deslocamento leste-oeste de 3 metros nas coordenadas da estação Conception e alguns centímetros em outras estações no Chile e Argentina. As descontinuidades na série temporal das coordenadas das estações de referência causadas por este tipo de fenômeno devem ser corrigidas nas soluções regionais e globais através da aplicação do arquivo de descontinuidades, oficialmente disponibilizado pelo IGS. Outra avaliação interessante é a variação anual da componente vertical nas estações da Região Amazônica devido à carga hidrológica sazonal. A variação da componente vertical pode chegar a 9 cm em áreas próximas a Manaus.

A VARIAÇÃO DA CROSTA TERRESTRE DEVIDO ÀS MUDANÇAS SAZONAIS DE MASSA D´ÁGUA NA BACIA AMAZÔNICA

SONIA MARIA ALVES COSTA (1)
DENIZAR BLITZKOW (2)
ANA CRISTINA OLIVEIRA CANCORO DE MATOS (2)

(1) Coordenação de Geodésia, Diretoria de Geociências
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro - RJ
sonia.alves@ ibge.gov.br

(2) Laboratório de Topografia e Geodésia do Departamento de Transporte
Universidade de São Paulo, EPUSP-PTR, Código Postal 61548, CEP: 05424-970, São Paulo, SP
dblitzko@usp.br, acocmatos@gmail.com

A bacia Amazônica possui um sistema hidrológico que representa o maior volume d'água em uma área continental; é a via de transporte e a principal fonte de alimento para a população que vive ao longo do seu curso e de seus afluentes. Os principais rios desta região, em particular, o Solimões e o Amazonas, cruzam uma variedade de regiões, com diferentes ecossistemas que incluem os mais secos aos mais úmidos encontrados no mundo. Além disso, ela é uma região de constante interesse científico devido à sua importância ambiental e climática e à sua biodiversidade em uma escala global. As variações sazonais do volume d'água é um dos exemplos de temas estudados atualmente.
Em geral as variações do nível dos rios dependem basicamente do clima e das características físicas das bacias hidrográficas correspondentes. O fator principal de grande influência no nível d'água na bacia Amazônica são as elevadas precipitações na região em conseqüência da umidade do clima tropical. As variações verticais do solo ocorrem quando a superfície da Terra oscila em resposta às flutuações sazonais da carga imposta sobre a litosfera. Esses deslocamentos verticais da mesma apresentam-se anti-correlacionados com o nível d'água local do rio Amazonas. Atualmente, com o advento das informações disponibilizadas pelas tecnologias espaciais pode-se ter um conhecimento melhor do nosso planeta e conseqüentemente das variações que ocorrem nos seus diferentes ecossistemas. Este trabalho tem por objetivo descrever o uso de duas técnicas diferentes de medição geodésica espacial para analisar o ciclo hidrológico e sua relação com a variação da litosfera na região. Com este objetivo foram usados quatro anos de dados (2007 a 2010) GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de dupla freqüência de 20 estações e dados do equivalente à altura d'água (EqW) derivados da missão GRACE (*Gravity Recovery And Climate Experiment*). As variações da litosfera são monitoradas através da série temporal das coordenadas de uma rede de referência GNSS, estabelecidas na Amazônia brasileira. Os mesmos fazem parte de diferentes projetos, sendo eles: Rede Brasileira de Monitoramento dos Satélites GNSS, IBGE, *Low-Latitude Ionospheric Sensor Network* (LISN) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Serviço Geológico Brasileiro. A outra técnica espacial aplicada neste estudo são as grades do EqW, deduzidas do modelo do geopotencial de grau e ordem 50 calculadas para intervalos de 10 dias através de um processo de inversão. As grades do EqW, deduzidas da solução GRACE R02(Release 02) foram calculadas pelo *Centre National d'Etudes Spatiales / Groupe de Recherches de Géodésie Spatiale* (CNES / GRGS). As novas soluções R02 são melhores que as anteriores devido a uma nova edição dos dados e ao procedimento de regularização da solução. Para avaliação dessas soluções utilizaram-se os dados *in situ* das estações hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), ou seja, as séries temporais de nível d'água fornecidos pelas estações fluviométricas serviram para avaliação das soluções do EqW. Estudos preliminares indicaram que as variações verticais devido à carga de massa de água sobre a crosta terrestre pode afetar a altura em cerca de 7 cm por ano, sendo esta uma variação cíclica de período anual. Na parte central desta região ocorrem as maiores variações. Nesta região os dados do EqW possuem uma boa correlação com os dados dos linígrafos, o que vem a indicar que os dados GRACE são uma boa alternativa nos estudos relacionados à componente altimétrica na região Amazônica.

IMPLANTAÇÃO DE UM COMPARADOR VERTICAL PARA CALIBRAÇÃO DE NÍVEIS DIGITAIS

WANDER DA CRUZ
PEDRO LUIS FAGGION

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
wanderdacruz@gmail.com
faggion@ufpr.br

Em 1966 iniciou-se o desenvolvimento de um sistema digital de nivelamento, utilizando a imagem de uma mira padrão comparada com a imagem de uma mira de escala reduzida em um plano focal. Considerando as limitações do desenvolvimento de eletrônica adequada na época, não houve progresso neste sentido até o aparecimento dos sensores CCD (Charge-Coupled Device), na década de 80. A melhoria no desempenho dos microprocessadores abriu caminho para o processamento de imagem, culminando no desenvolvimento dos níveis digitais. A importância de um sistema de nivelamento confiável está, por exemplo, no monitoramento de recalques de fundações, que vêm sendo comuns em várias regiões, onde se nota um crescimento quase que descontrolado de edificações prediais de grande porte como represas, edifícios e pontes. Para garantir sua precisão, os fabricantes realizam a calibração destes instrumentos e aplicam as correções devidas diretamente nos programas de medição. Os desenvolvimentos que vem sendo realizados na Universidade Federal do Paraná, através do grupo de pesquisa Geodésia Aplicada à Engenharia, vinculado ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, visam implantar um sistema de calibração de níveis eletrônicos, gerando um certificado de calibração com elementos envolvidos nas medições, obtidos através de variações de temperatura, umidade, distância, luminosidade, etc, situações comumente enfrentadas nos Levantamentos Geodésicos. Inicialmente, deve-se providenciar uma estrutura a partir da qual seja possível o deslocamento vertical da mira, para que se realizem leituras em toda a sua extensão. Como estas miras possuem 3m de comprimento, tal estrutura deve possuir um comprimento maior que 6m. Por isso, o local a ser instalado o comparador deve abranger no mínimo dois pavimentos. Tal sistema será construído de forma que a mira seja instalada, nivelada, e transportada verticalmente garantindo o nivelamento durante todo o processo. Para medir estes deslocamentos de forma confiável, será utilizado o interferômetro, que deve ser posicionado próximo do sistema. Portanto, deverá ser planejado o posicionamento do mesmo a fim de garantir a sua precisão nominal que é na ordem do *mícron*. A medida dos deslocamentos verticais será possível utilizando-se um prisma de 45º, que desviará o feixe de laser a uma direção de 90º para encontrar o refletor do interferômetro posicionado na parte inferior da mira. Os suportes nos quais a mira será presa deverá permitir o movimento de rotação, para direcioná-la ao nível, caso haja necessidade. Como os níveis digitais realizam as medições utilizando um sensor digital (CCD), a luminosidade é importantíssima para que seja possível a captação da imagem. Com o objetivo de fornecer uma iluminação constante durante o processo de calibração, serão examinadas as maneiras de melhor atender a este requisito. O funcionamento confiável do interferômetro depende do índice de refração do ambiente, que pode ser calculado utilizando dados meteorológicos: temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa e quantidade de dióxido de carbono. Para tal, serão posicionados, ao longo da estrutura vertical, sensores para detectar possíveis variações dos parâmetros citados acima e realizar a correção das distâncias medidas pelo interferômetro. Será utilizada também modelagem matemática semelhante à utilizada na construção do túnel de Gothard (projeto AlpTransit), o maior túnel em extensão da atualidade, na qual se aplicou rigoroso controle instrumental na determinação das direções de escavação. Tal modelagem é importante para correção dos efeitos causados pelas variações meteorológicas quando da obtenção da imagem da mira, uma vez que este sistema não será desenvolvido dentro de um laboratório como os demais, e sim em ambiente externo. Avaliando as possibilidades de implantação deste sistema constatou-se que é um tema inédito em nosso país. Porém, encontraram-se três sistemas semelhantes em âmbito internacional: o *Finnish Geodetic Institute*, na Finlândia, *Graz University of Technology*, na Áustria e *SLAC - Stanford University*, nos Estados Unidos. Cabe salientar que na implantação do sistema em nossa Universidade, será utilizada uma configuração diferente, por se tratar de um espaço amplo, possibilitando a determinação de parâmetros de calibração em função das variações meteorológicas e de distâncias entre o nível e a mira, tornando inédito e de grande valia para o enriquecimento dos métodos de calibração existentes nesta instituição.

DETERMINAÇÃO DOS AZIMUTES TOPOGRÁFICO-GEODÉSICO E GEODÉSICO E OS SEUS INTERVALOS DE CONFIANÇA – UM PROGRAMA COMPUTACIONAL

GELSON LAURO DAL'FORNO (1)
ANDRÉ BAIRROS PERES (2)
ARGENTINO JOSÉ AGUIRRE (3)

(1) Universidade Federal de Santa Maria
Setor de Topografia e Geodésia
Departamento de Engenharia Rural, Santa Maria - RS
gelsmrs@hotmail.com

(2) Instituto Federal de Rondônia - Campus Ariquemes
Departamento de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
andre.peres@ifro.edu.br

(3) Universidade Federal de Santa Maria
Setor de Fotogrametria e Geoprocessamento
Departamento de Engenharia Rural, Santa Maria - RS
aguirreja25@yahoo.com.br

O azimute é uma das informações fundamentais e importantes no levantamento de campo, sendo a sua obtenção uma atividade indispensável para a orientação dos levantamentos em um dos vários sistemas de referências existentes. A determinação da orientação dos trabalhos sempre foi um problema desafiador no que se refere aos métodos de sua obtenção e do seu intervalo de confiança. Trabalhos topográficos e geodésicos eram orientados a partir do Norte Magnético ou do Norte Astronômico e apresentavam incertezas de magnitude considerável e dificultavam a sua reprodução na maioria dos casos práticos. Geodesistas, topógrafos, engenheiros e cartógrafos carecem dessa informação para todos os tipos de levantamentos de campo, levantamentos cadastrais, mapeamentos e para os mais variados projetos de construção e desenvolvimento. Várias metodologias foram usadas para a obtenção de azimutes e que podiam estar referidas a um dos tipos de "norte", quais sejam: o norte magnético, o norte astronômico, o norte geodésico e o norte de quadrícula. Dessas metodologias, a obtenção do azimute mediante observações astronômicas a diferentes astros era a predominante quando se desejava uma maior precisão. O surgimento dos sistemas de posicionamento por satélites e a sua alta precisão trouxeram a possibilidade da obtenção de azimutes geodésicos com precisão compatível com a aplicação especificada e ainda com a possibilidade de determinar-se o seu grau de incerteza, quando relacionados a um intervalo de confiança, a partir da precisão horizontal (rms) obtida no processamento dos sinais GNSS. Com o GNSS as orientações azimutais passaram a ser obtidas a partir da ocupação de dois pontos com receptores desse sistema, tanto no modo absoluto, como no modo relativo de posicionamento. O azimute determinado a partir dessas observações, que são feitas segundo a normal ao elipsóide, é um azimute geodésico e cuja obtenção é inviável pelo emprego de qualquer outro tipo de equipamento comum de mensuração. Este trabalho apresenta a metodologia de obtenção de azimutes que se emprega no programa computacional **AzCerto** e que é composto de dois módulos. O primeiro permite o cálculo do azimute plano, que aqui se propõe denominar de topográfico-geodésico, e do próprio azimute geodésico. A metodologia tem como base as coordenadas de dois pontos obtidas por observações GNSS, realizadas no método relativo estático, e suas respectivas precisões horizontais (rms). O azimute topográfico-geodésico é obtido a partir da transformação do sistema de coordenadas cartesianas tridimensionais geocêntricas para o sistema geodésico local, mediante rotações e translações das coordenadas cartesianas tridimensionais (X, Y, Z) dos dois pontos definidores da direção a ser determinada e obtidas com receptores GNSS. Resultam dessa operação matemática os vetores diferenças entre os dois pontos (Δx, Δy e Δz) e o azimute plano é calculado como $Az = arctan\ (\Delta x / \Delta y)$. Considerando esse azimute, como se fosse o caso particular do azimute de quadrícula de uma direção cuja origem está no centro do fuso da projeção UTM, é possível aplicar ao azimute topográfico-geodésico somente o valor dado pela fórmula da redução angular (redução à corda) empregada nessa projeção e, assim, obter-se o azimute geodésico. O grau de incerteza do ângulo azimutal plano, expresso em graus sexagesimais, é apresentado para os intervalos de confiança de 68,27% (± σ), 90% (± 1,64 σ) e 95% (± 2 σ) e leva em conta as precisões horizontais das coordenadas dos pontos obtidas no ajustamento. O módulo calcula, também, a distância entre os pontos observados. O programa permite

calcular os azimutes em qualquer sistema geodésico de referência, bastando informar o semieixo maior e o inverso do achatamento do elipsóide. No segundo módulo do programa é possível escolher a distância apropriada entre os dois pontos da direção, cujo azimute pretende-se determinar, e o valor máximo admitido para a soma das precisões horizontais a serem obtidas em cada ponto. Para tal, admite-se um valor da incerteza em segundos para um intervalo de confiança de 95%. O programa disponibiliza as alternativas de distâncias, no intervalo de 100 m a 1000 m, associadas às respectivas somas das precisões horizontais máximas a serem obtidas para cada caso. O ***AzCERTO*** está disponível a todos os interessados, graciosamente, bastando acessar a página www.ufsm.br/geo-giap, fazer seu cadastro e baixar o programa.

CARACTERIZAÇÃO DOS VÍNCULOS DO DATUM VERTICAL BRASILEIRO

REGIANE DALAZOANA (1)
SÍLVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (2)

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
(1) regiane@ufpr.br
(2) sfreitas@ufpr.br

A Geodésia integra três áreas fundamentais: geometria e cinemática terrestre; campo da gravidade; e rotação e orientação da Terra. Estas áreas estão relacionadas uma vez que fornecem diferentes tipos de dados observacionais referentes ao mesmo sistema Terra. A integração destas áreas, no âmbito da Associação Internacional de Geodésia – IAG – International Association of Geodesy, se dá com o estabelecimento de um sistema global de monitoramento geodésico – GGOS – *Global Geodetic Observing System*. Cada uma destas áreas fornece a informação conceitual e observacional necessária ao estabelecimento e manutenção dos referenciais geodésicos e sua integração é necessária na busca por sistemas de referência modernos, com precisão compatível às técnicas atuais de posicionamento. Neste contexto, uma das grandes tarefas da Geodésia na atualidade é a busca por um Sistema Global de Altitudes (SGA), vinculado ao campo de gravidade da Terra, cuja realização seja unificada para todo o globo, nos mesmos moldes de um Sistema Geodésico de Referência tridimensional, realizado através do ITRF, por exemplo. Essa tarefa passa pela definição de um valor de referência global para o geopotencial (W_0), que pode estar associada a um modelo global do geopotencial tal como o EGM2008, a modelos derivados de missões gravimétricas, e densificações regionais ou locais. Vários estudos têm sido feitos, abordando a integração de diferentes fontes de dados, com o objetivo de avaliar um valor de referência para o geopotencial. Porém uma vez estabelecido o valor W_0, este passa a atuar como uma constante definida por convenção. A busca por um SGA vem de encontro, principalmente, às necessidades de integração da informação altimétrica com a mesma ordem de precisão na qual é possível a integração da referência geométrica. As referências altimétricas dos países possuem caráter local estando relacionadas a um valor equipotencial W_i, e são consistentes internamente apenas, no momento não suportam uma integração devido a uma série de fatores, dentre eles: diferentes épocas de definição, propagação de erros nas redes de nivelamento e aplicação de diferentes reduções gravimétricas. A realização do SGA, além de passar pela definição de W_0, requer a conexão dos referenciais locais (W_i) com o referencial global. Um dos problemas relacionados com os referenciais verticais locais consiste na determinação de W_i na época de definição do Datum vertical. Neste sentido é necessária a vinculação do Datum Vertical com outras grandezas e a determinação de como essa vinculação evolui ao longo do tempo. Isso se dá com pontos de nivelamento (referências de nível) posicionados com técnicas GNSS – *Global Navigation Satellite Systems*, e vinculados a estações maregráficas também posicionadas com GNSS. No contexto do Datum Vertical Brasileiro (DVB), o Laboratório de Referenciais Geodésicos e Altimetria por Satélites da Universidade Federal do Paraná (LARAS) vem realizando uma série de pesquisas. Foi realizada a vinculação do DVB a um referencial geocêntrico via posicionamento GPS de uma estação (IMBI) associada ao marégrafo por nivelamento geométrico. A determinação da velocidade da estação IMBI, obtida através de campanhas GPS periódicas, associada com a determinação da tendência do Nível Médio do Mar Local (NMML), obtida com a integração de dados maregráficos e da Altimetria por Satélites, permitiu uma primeira estimativa da evolução temporal do DVB em 2006. Em junho de 2007 foi implantada, no porto de Imbituba, uma estação GPS permanente vinculada à rede SIRGAS (estação IMBT), com a finalidade de monitorar o DVB. A estação IMBT/SIRGAS foi vinculada com a IMBI/SIRGAS por meio de 17 dias de observações contínuas com GPS, além de nivelamento geométrico e trigonométrico. A análise da evolução temporal do DVB requer a integração de dados de diferentes fontes e diferentes equipamentos: a) integração das séries temporais de dados maregráficos provenientes do marégrafo existente na época de definição do DVB e o marégrafo atual, pertencente à Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (estimativas iniciais indicam uma elevação de cerca de 2mm/ano no NMML); b) integração de dados maregráficos com dados provenientes da Altimetria por Satélites, visando preencher lacunas nos dados maregráficos (extrapolação de dados do satélite Topex Poseidon até a costa tem alta correlação com dados maregráficos,maior que 85% para os marégrafos de Cananéia em São Paulo e Ilha Fiscal no Rio de Janeiro). Porém, o principal problema relacionado com a integração das séries temporais de dados reside no fato de que existem diferentes "zeros", referentes

a diferentes equipamentos e sensores. No caso das observações maregráficas relativas a um mesmo local, mas provenientes de diferentes equipamentos, estas podem ser reduzidas a uma única referência vertical se as referências de nível (RNs) forem conectadas aos diferentes marégrafos ou sensores instalados ao longo do tempo. Porém a maioria das RNs no porto de Imbituba já foram destruídas ou soterradas. Uma exceção era a RN M3 (IAGS 3M), concretada na base de um antigo silo de carvão, cujas ruínas estavam sendo preservadas visando manter a RN. Infelizmente, devido à modernização do porto, as ruínas, e com elas a RN IAGS 3M, foram destruídas em julho de 2005, porém esta RN foi densificada com a implantação de duas novas RNs nas proximidades. Salienta-se também a incerteza na posição da RN 4X ao longo do tempo e o fato da maioria das RNs possuir mais de um nome de identificação. Esforços vêm sendo realizados no sentido de recuperar a informação histórica dos levantamentos geodésicos realizados na área do DVB visando a integração das séries temporais de dados, verificação de sua evolução temporal e vinculação com referenciais modernos no contexto do projeto GGOS.

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO URBANO ÚNICO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

ERIKA RODRIGUES DIAS
GILMARA DANNIELLE DE CARVALHO ROCHA
KATIA CILENE DO CARMO
LUCIENE FERREIRA GAMA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB
Unidade Acadêmica I
Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento
{erika-lady, carvalho.14, k.cilene}@hotmail.com; gamalf@gmail.com

Atualmente o crescimento urbano dos municípios é acentuado, o que aumenta a necessidade de planejamento e gestão, assim como o ordenamento fundiário do país, para maior controle. As prefeituras precisam conhecer detalhadamente sua cidade, desde o número de imóveis até a necessidade da implantação de equipamentos urbanos em locais específicos. Por esse motivo, foi estabelecida a lei 10257/2001, conhecida como o Estatuto da Cidade, que passou a exigir das prefeituras, novas diretrizes de política urbana, de modo a facilitar e melhorar sua administração, por meio da elaboração de um cadastro, entendido como um sistema de informações territoriais, atualizado e baseado em parcelas, isto é, informações geograficamente referenciadas em unidades territoriais exclusivas e bem definidas. O cadastro técnico contém informações importantes para a cidade, pois é fonte de dados que gera informações para a tomada de decisões, que podem ser úteis para diversos usuários, porém, apenas o IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano – é aproveitado e essa é uma imagem equivocada do cadastro. Em algumas prefeituras, o cadastro existente contém informações somente sobre os imóveis, não existindo uma freqüente atualização e onde os dados são armazenados de forma analógica, dificultando a atualização e organização, o que acarreta na perda de informações importantes. O ideal seria que os municípios implantassem um cadastro para que todos os usuários utilizem de forma unívoca as informações contidas no cadastro para atender as mais diversas finalidades. Este cadastro é denominado de Cadastro Técnico Multifinalitário Único, composto pelos documentos originais dos levantamentos de campo, características dos imóveis e dos proprietários, e pela carta cadastral, que é a representação gráfica de todas as parcelas do município com sua numeração. Até a década de 70, a cidade de João Pessoa não possuía cadastro técnico, e não abrangia toda a área urbana, utilizava-se fichamentos para registrar as informações descritivas dos imóveis, portanto, não atendia as necessidades do município quanto ao planejamento urbano e a cobrança justa de impostos. A preocupação de efetuar o cadastro urbano em João Pessoa não era exclusivamente da prefeitura, as demais empresas públicas que atuavam na cidade viam no cadastro uma solução para a organização de seus projetos. Diante desta situação, essas empresas públicas formaram um convênio com a prefeitura municipal para executar o primeiro cadastramento urbano da cidade, através de fiscalização *in loco.* Cada empresa formou a sua própria base cadastral a partir das informações coletadas, porém, esse tipo de cadastro não oferece confiabilidade. As empresas eram: A Cagepa (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba), a Telpa (Atual Oi) e a Saelpa (Atual Energisa). Diante do exposto, é visível, no município de João Pessoa, a necessidade da implantação de um modelo cadastral que ofereça confiabilidade nas informações a nível de planejamento urbano e cobrança justa de impostos. Assim, o objetivo deste trabalho é realizar um diagnóstico da situação cadastral atual na área urbana de João Pessoa, para posterior criação de uma proposta de implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário Único. As administrações municipais, responsáveis pela gestão territorial urbana, não têm em seus quadros funcionais, na sua maioria, engenheiros com conhecimento em cadastro, e quando os tem, são pressionados a trabalhar na direção, apenas, da cobrança do tributo. Essa realidade dificulta a criação ou manutenção do cadastro nas prefeituras. Atualmente o cadastro existente na prefeitura de João Pessoa, não parece ser de caráter multifinalitário e, sim voltado para a tributação fiscal, fato que motivou a elaboração desta pesquisa. Para alcançar os propósitos deste trabalho, a princípio foi realizada uma pesquisa mediante questionário, aplicado na prefeitura de João Pessoa, na Companhia de Distribuição Elétrica (ENERGISA) e na CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba), contendo perguntas referentes à implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal, métodos de levantamentos geodésicos e topográficos utilizados na aquisição de dados para a geração da base cartográfica, estrutura técnica e finalidades do cadastro. A partir das informações coletadas, foram

identificadas as áreas de intersecção entre os vários cadastros, observando onde há retrabalho, as possibilidades de minimizar custos e tempo, além de se buscar o entendimento da função desse cadastro, no sentido de se construir um Cadastro Técnico Multifinalitário Único, com informações comuns e banco de dados com informações especificas, porém, interligados com os seus usuários. A obtenção dos resultados possibilitou a elaboração de uma proposta de implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário Único, propondo uma reforma cadastral para o Município de João Pessoa, que abranja, desde os métodos e técnicas de aquisição de dados, até a geração do produto final (CTM). A execução da proposta, ou seja, a implantação do Cadastro Técnico Multifinalitário requer a composição de uma equipe técnica com conhecimento específico em cadastro técnico; a realização de um novo levantamento geodésico, para reocupação dos vértices que compõem a Rede de Referência Cadastral para determinação das coordenadas no Sistema de Referência SIRGAS 2000, tendo em vista que as coordenadas destes vértices foram obtidas no Sistema de Referência SAD-69, quando atualmente o IBGE exige que todos os produtos cartográficos sejam gerados no Sistema de Referência SIRGAS 2000; a atualização da base cartográfica municipal, realizada por levantamento aerofotogramétrico; o recadastramento das parcelas territoriais urbanas; a pesquisa em campo para levantar valores de venda, transações e ofertas de imóveis urbanos; e a disponibilização on-line da base cartográfica. Salienta-se que a implantação do CTM será realizada mediante parcerias firmadas entre a prefeitura de João Pessoa e empresas interessadas. Os maiores beneficiados com esta proposta são os órgãos públicos e privados que necessitam das informações contidas no cadastro e os contribuintes que terão justiça fiscal. Como resultado, espera-se que a proposta de Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano Único, auxilie no desenvolvimento de novas políticas relacionadas à gestão pública, planejamento físico territorial e cobrança justa de impostos.

DESEMPENHO DE RECEPTORES GPS DE NAVEGAÇÃO

ALBERTO ELVINO FRANKE (1)
CLAUDIA KRUEGER (2)

(1) Instituto Federal Catarinense
Campus de Araquari, Araquari - SC
alberto.franke@ifc-araquari.edu.br

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
ckrueger@upr.br

A miniaturização devido ao avanço da tecnologia envolvida nos circuitos integrados e nos softwares internos dos receptores e a modernização do sistema aliada à redução significativa dos preços dos receptores GPS de navegação, fez com que se tornassem cada vez mais populares. Um grande número de usuários surgiu dos mais variados segmentos da sociedade civil como: logística, navegação, georreferenciamento, posicionamento topográfico e geodésico, agricultura de precisão, cadastro multifinalitário, lazer e turismo, ~~etc.~~. Porém, esses receptores estimam e armazenam as posições dos pontos ocupados na superfície terrestre, mas em geral eles não registram as observáveis (pseudodistâncias e/ou fase da portadora L1), o que inviabiliza um pós-processamento dos dados. Realizam o posicionamento absoluto empregando o código C/A, estando sujeitos aos erros sistemáticos provocados pela refração na troposfera e ionosférica, erros de sincronismo dos relógios e multicaminho. Além disso, dependendo do momento da observação, podem estar sujeitos também à imprecisão provocada pela inadequada geometria dos satélites. Dentre os diversos tipos de posicionamento existentes o método absoluto pode ser considerado o mais simples de todos, pelo motivo de utilizar-se apenas um único receptor para a obtenção das coordenadas de um ponto a partir da medida da pseudodistância. Além desta vantagem este método pode ser considerado como um método rápido e prático para execução e coleta de coordenadas, pois, o mesmo não requer um pós-processamento. Diversos questionamentos ainda surgem por parte destes usuários GNSS quanto a real precisão que se pode obter com este método de posicionamento e em que aplicações ele é possível de ser empregado. Consultando-se a literatura diferentes respostas para a questão da precisão são encontradas. As diferenças apontadas, por diversos autores, quanto à acurácia e a precisão a serem alcançadas com o emprego deste método de posicionamento é que motivou o desenvolvimento deste trabalho. Objetivou-se analisar a acurácia e a precisão das coordenadas geodésicas obtidas com o emprego do método de Posicionamento Absoluto através da utilização de diferentes receptores GPS de navegação (Juno SB, Garmin 45, Garmin Etrex e Garmin 60 CSx). A tomada das coordenadas geodésicas também foram realizadas ao longo do dia e em locais com diferentes graus de obstrução. A viabilidade do emprego deste método de posicionamento em diferentes aplicações na engenharia mediante os resultados alcançados também foi analisada. Os marcos geodésicos que foram rastreados estão localizados no Campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. Foram selecionados três marcos com coordenadas geodésicas precisas conhecidas em função da quantidade de elementos obstrutivos em seu entorno, que dificultam a recepção dos sinais de satélites. Os levantamentos ocorreram no dia 13 abril de 2011 no período matutino, ao meio-dia e no período vespertino. Em cada sessão foram coletadas 10 coordenadas com intervalo de 1 (um) minuto para cada receptor no sistema de referência WGS84 (latitude, longitude e altitude). Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e às médias estimadas para os receptores, utilizados no rastreio, foram comparadas entre si através do teste Tukey ao nível de significância de 5%.

COMPARAÇÕES DO AJUSTAMENTO FEITO ATRAVÉS DO MMQ NOS SOFTWARES TOPOGRÁFICOS COMERCIAIS

ALEXANDRE ARAUJO RIBEIRO FREIRE(1)
LUIZ GUIMARÃES BARBOSA (2)
RÔMULO PARMA GONÇALVES (3)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ

ale_unicampceset@hotmail.com (1)
luizgb@ufrrj.br (2)
romuloparma@ufrrj.br (3)

Devido ao constante processo de evolução da engenharia, tratando-se da área da topografia, o uso dos softwares para cálculos topográficos tornam-se imprescindíveis para que a demanda de trabalhos topográficos existentes no mercado de trabalho, possa ser atendida com rapidez, qualidade e alta confiabilidade em seus resultados. Sendo assim, serão abordados neste projeto, comparações entre os softwares topográficos mais conhecidos e utilizados no mercado, a fim de se realizar estudos e comparações entre eles, no que diz respeito aos cálculos topográficos e ajustamento pelo Método dos Mínimos Quadrados.

A automatização dos métodos de cálculos para levantamentos topográficos facilitaram as atividades de escritório, entretanto existe a necessidade de conhecer qual a metodologia utilizada nos algoritmos inseridos nos aplicativos disponíveis no mercado das geotecnologias e qual o nível de significância de seus resultados em relação ao posicionamento e sua qualidade. Sabe-se que as observações conduzidas pelo homem caracterizam-se pela constante presença de erros de mensurações. As medições obtidas num levantamento de campo ao serem processadas em diferentes aplicativos topográficos, podem apresentar significativas discrepâncias entre seus resultados, caracterizando diferentes procedimentos de cálculos e de ajustamentos, para situações iguais.

Assim, os aplicativos disponibilizados no mercado devem atentar para as necessidades de terem em seus algoritmos um ou mais métodos de ajustamento das observações. Atualmente, existem no mercado diversos softwares topográficos que podem ser utilizados em várias situações, porém estes também devem sempre acompanhar continuamente as evoluções dos equipamentos utilizados na área da topografia e geodésia, estando preparados sempre para lidarem com os equipamentos menos e mais sofisticados, onde podemos minimizar drasticamente os erros e obter resultados mais condizentes com a realidade. Os softwares topográficos que serão tratados neste trabalho são respectivamente, TopoGraph 98 SE versão 3.85, GeOffice 2008 Educacional versão 2.3.3.5, TopoEVN versão 6.5.1.2, DataGeosis 2.3 Demonstração revisão 2 e DataGeosis 2005 Demonstração versão 6.1.11.1 revisão 11. Alguns outros softwares topográficos, como por exemplo o software Posição, não foram incluídos neste trabalho, por não possuírem a opção de ajustamento pelo método dos mínimos quadrados, para os cálculos das poligonais.

Neste trabalho foi utilizado para efeito de comparação quatro poligonais distintas, sendo duas delas poligonais fechadas, e as outras duas poligonais apoiadas ou enquadradas, ajustadas através do modelo paramétrico (modelo da variação de coordenadas) em diversos softwares topográficos. Sendo possível então comparar os resultados dos ajustamentos das poligonais dos softwares topográficos, com os resultados dos ajustamentos feitos pelo mesmo método em softwares científicos (Win Adjust versão 4.1.0 e MMQ UFV versão 10.05), apenas nas componentes planimétricas, abordando as influências destes resultados nas questões práticas da engenharia e comentando as possíveis consequências oriundos dos referidos resultados obtidos nestes diferentes softwares topográficos.

Com base nas planilhas de campo das quatro poligonais utilizadas, foram calculados os erros inerentes às mensurações angulares e lineares, feitas através do método convencional de levantamento topográfico, utilizando a estação total Nikon modelo DTM 352, que possui precisão linear de ±(5mm + 2 ppm) e precisão angular de ±3".

É importante citar, que o cálculo referente ao erro linear das poligonais, foi feito sem correção prévia do erro angular, uma vez que corrigido os erros angulares, os mesmos irão influenciar na quantificação do erro linear, alterando assim os verdadeiros erros ocorridos nas mensurações. Também foi adotado para o cálculo da precisão relativa, o perímetro bruto calculado a partir do somatório das médias das distâncias horizontais de cada poligonal.

A tolerância angular adotada para este trabalho foi calculada pela fórmula, $30''*N^{1/2}$, já a tolerância linear, foi estipulada de acordo com o interesse de cada poligonal executada.

Após realizar a pré-análise das poligonais, pôde-se observar quais delas estariam aprovadas segundo as tolerâncias pré-estabelecidas anteriormente, para que então se pudesse efetuar o ajustamento pelo método dos mínimos quadrados. Foram levadas em consideração como valores corretos na quantificação dos erros, os valores encontrados na pré-análise feita de forma manual.

Pode-se verificar neste trabalho, que os softwares topográficos testados, apresentam sem exceções, diferenças entre os resultados obtidos pelo ajustamento utilizando o método dos mínimos quadrados, quando comparados com o software científico Win Adjust, o qual foi considerado como valor mais provável para a solução única calculada para os pontos das quatro poligonais executadas em questão. O problema se torna maior, quando não há apenas diferenças do valor mais provável para as coordenadas calculadas através do Win Adjust, mas quando apresentam discrepâncias entre eles mesmos, o que significa, que todos eles possuem alguns equívocos em seus procedimentos de cálculos.

Outro fator importante que contribui para que o ajustamento seja discrepante entre os próprios softwares topográficos, é o fato de não se chegar a um valor correto nas determinações dos erros angulares e lineares, fato este que implica diretamente no ajustamento, uma vez que esses erros serão ajustados na poligonal, portanto, quando calculamos a mesma poligonal em programas diferentes, a quantificação dos erros, teria de ser igual, para tentar favorecer que o ajustamento das observações, possa convergir para o mesmo valor, nas coordenadas ajustadas dos pontos destas poligonais.

O que prova que, para estes quatro casos em específico, o método dos mínimos quadrados, não está sendo aplicado de forma correta, fornecendo para o profissional que está utilizando este tipo de método de ajustamento, uma falsa sensação de que as poligonais executadas, estão sendo ajustadas da melhor forma possível, através de um método que deveria permitir uma gama de análises sobre os resultados fornecidos, gerando relatórios importantes, para a avaliação na determinação das coordenadas calculadas.

Pode-se ainda constatar, no que diz respeito aos cálculos das precisões relativas dessas quatro poligonais, que podem de certa forma, embair o profissional que está utilizando algum destes programas para os cálculos topográficos, no que tange a própria confiabilidade das poligonais executadas, perante as tolerâncias previamente estabelecidas, nas quais foram erroneamente calculadas nas poligonais fechadas.

INVESTIGATION OF THE BRAZILIAN HEIGHT SYSTEM FROM GLOBAL POSITIONING SYSTEM AND GRAVIMETRIC QUASIGEOID MODEL

VAGNER GONÇALVES FERREIRA (1)
SÍLVIO R. CORREIA DE FREITAS (2)
BERNHARD HECK (3)

(1) Hohai University,
School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing, China
vagnergf@gmail.com

(2) University of Paraná
Post-Graduation Program in Geodesy, Curitiba - Brazil
sfreitas@ufpr.br

(3) Karlsruhe Institut of Technology
Karlsruhe - Germany
bernhard.heck@kit.edu

Nowadays, a geodetic height system must be defined and realized in association with the Earth gravity field. A vertical datum could be defined or constrained by a geopotencial value *Wi* at a local equipotencial surface or by the difference *äW = W0 - Wi*, where *W0* is a global reference value for geopotencial, usually associated with a global geoid model. The distance between the local reference surface and the global geoid is given by *äH = äW/ãD* where ãD is the normal gravity value in the local vertical datum. Each point P in a geodetic vertical network could be related with the gravity field by its geopotencial number given by *CPi = Wi - WP* related to the local equipotential surface or *CP = W0 – WP* in a World Height System (WHS). These previous conditions are related with the so called modern geodetic height systems connected to a WHS. These kinds of systems could be realized by using GNSS positioning techniques associated with potential determination at leveling points. The main problem is to determine the *Wi* value. Consistent solution could be obtained by analysis of the disturbing potential on sufficient portion of the network. A proper definition of the Geodetic Boundary Value Problem (GBVP) in a fixed form is them presented. It is compatible with the technologies emerging from GNSS such as GPS. The solution is based on Brovar's approach, originally applied to solve Molodenskii's boundary value problem by using the oblique derivative with suitable correction terms. The solution is coherent with current techniques for smoothing the external gravity field employing the remove-restore technique and residual terrain modeling. Also supplied is a simple and practical method for direct transformation of normal-orthometric heights, currently employed in Brazil, to a holonomic height system. However, the Brazilian Height System (BHS), as well as most of South American Height Systems, based on the reffered normal-ortometric heights, do not have link with the Earth gravity field. These absences of real gravity information along with the leveling lines implies in the lack of physical meaning for heights. A study area was established in the Parana State, southern Brazil. The general condition for sparse gravity data usually found in South America was considered. The obtained results showed that the main problem in determining a height reference surface is the omission error in gravity data. Accuracy analysis shows that the typical gravity data coverage in Brazil is the main problem in determining the (quasi-)geoid by conventional techniques. Assuming that the commission error in the gravity values is random, an absolute error expected in the quasigeoid model due to the omission error is about -0.3 m and could be improved by terrain data integration. In the relative sense, the evaluation of this error is 0.2 ppm for distances beyond the resolution of the model. Thus, we conclude that the fixed GBVP is a suitable tool for linking the Brazilian Vertical Datum to a WHS, like that offered by the EGM2008. The obtained shift of BHS related to the reference surface of EGM2008 Global Geopotential Model was -0.31m ±0.01m. Tools for converting the preset heights in the BHS to a physical system are proposed.

ANÁLISE DO ATRASO ZENITAL NEUTROSFÉRICO COM A UTILIZAÇÃO DE MODELOS REGIONAIS DE PNT E ASSIMILAÇÃO DE DADOS NA AMÉRICA DO SUL

TAYNÁ APARECIDA FERREIRA GOUVEIA (1)
LUÍS FERNANDO SAPUCCI (2)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)

(1) Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Presidente Prudente - SP
tayna.ppgcc@gmail.com; galera@fct.unesp.br

(2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Divisão de Desenvolvimento e Modelagem, Cachoeira Paulista - SP
luiz.sapucci@cptec.inpe.br

O posicionamento por satélites artificiais, em especial GNSS (*Global Navigation Satellite System*), basicamente se dá pela medida de distância entre satélite e usuário na superfície terrestre (receptor) ou próximo a esta. Ao ultrapassar as camadas da atmosfera os sinais transmitidos pelos satélites GNSS sofrem diferentes efeitos, devido aos diversos elementos contidos nela. Do ponto de vista eletrônico a atmosfera pode ser dividida em duas camadas: ionosfera e neutrosfera. Depois dos efeitos causados pela Ionosfera, a refração que o sinal sofre ao ultrapassar a neutrosfera pode ser considerada como uma das maiores fontes de erro no sinal GNSS. Essa refração gera um atraso em tempo denominado de atraso neutrosférico, o qual é independente da frequência do sinal dos satélites, e dependente apenas das características termodinâmicas da atmosfera, podendo ser dividido em duas componentes: uma gerada pela influência dos gases, como oxigênio, nitrogênio e outros, chamada componente hidrostática, e outra pela influência do vapor d'água, denominada componente úmida. Embora apenas 10% do total do atraso seja gerado pela componente úmida, sua variação temporal e espacial é significativa e dificulta a modelagem. Esse atraso gera erros com dimensões significativas, no posicionamento em tempo real e devem ser minimizados através de adequada modelagem. Depois de rebatido na direção zenital, com a aplicação das funções de mapeamento, o então denominado atraso zenital neutrosférico (ZND) é minimizado com o emprego de modelos teóricos como o de Hopfield e Saastamoinen. Esses modelos, apresentam-se muitas vezes inapropriados para a região da América do Sul. Os modelos de Previsão Numérica de Tempo (PNT) são boas alternativas para amenizar as limitações da regionalização dos modelos teóricos. No Brasil está operacional no CPTEC/INPE um modelo regional para gerar previsão de tempo sobre a América do Sul, com resolução de 20 km, sendo esta versão utilizada atualmente para produzir as previsões do atraso zenital neutrosférico. A assimilação de dados é o processo responsável por produzir as condições iniciais para o modelo de previsão ser inicializado. A qualidade das previsões de curto prazo está estritamente ligada à capacidade do sistema de assimilação representar de forma mais fiel possível o estado real da atmosfera. A assimilação de dados é um processo cíclico onde os resultados gerados pelo modelo de PNT com integração curta (*t*-6), são usados como valores iniciais (FG – *First Guess*) pelo sistema de assimilação que os combina com as observações em um instante (*t*), gerando a análise que é utilizada como condição inicial para o próximo *FG* e previsões futuras. A assimilação de dados no Brasil tem evoluído significativamente nos últimos anos, com melhoria na qualidade das análises e consequentemente previsões de tempo de melhor qualidade têm sido obtidas. Tais melhorias devem ser aproveitadas para uma melhor modelagem da neutrosfera e esta esteja disponível para aplicações geodésicas. Com a introdução do GNSS-meteorologia na assimilação de dados na PNT no Brasil, este tem contribuído com as previsões da umidade nessa região, e por consequência poderá gerar melhorias nas previsões do atraso zenital neutrosférico. Esse trabalho tem como objetivo investigar a real contribuição dos produtos gerados com a assimilação de dados realizada no CPTEC para a melhoria da qualidade das previsões do atraso zenital neutrosférico sobre a América do Sul. Para a PNT será utilizado o modelo ETA20 com assimilação de dados, e avaliação dos resultados través da comparação do atraso obtido via o modelo de PNT e os advindos do GNSS, sendo estes últimos obtidos de valores estimados do processamento de dados com o software científico GIPSY-OASIS II. Os resultados preliminares mostram que uma melhora nas primeiras horas de previsão pode ser obtida com essa nova versão das previsões do atraso zenital neutrosférico.

O IMPACTO DO ATRASO ZENITAL NEUTROSFÉRICO NO POSICIONAMENTO POR PONTO EM PERÍODOS DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

TAYNÁ APARECIDA FERREIRA GOUVEIA (1)
VINICIUS FRANCISCO ROFATTO (1)
MARCELO SOLFA (1)
MARCO AURÉLIO M. DE MENDONÇA (1)
LUIZ FERNANDO SAPUCCI (2)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)

(1) Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Presidente Prudente - SP
tayna.ppgcc@gmail.com; rofatto@hotmail.com; marcelosolfa@gmail.com; mammendonca@gmail.com; galera@fct.unesp.br;

(2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Divisão de Desenvolvimento e Modelagem, Cachoeira Paulista - SP
luiz.sapucci@cptec.inpe.br

O Atraso Zenital Neutrosférico (ZND), depois do atraso gerado pela ionosfera, é a maior fonte de erro que afeta o posicionamento de usuários dos sistemas de posicionamento por satélite que compõe o GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Para obter maior eficiência e confiabilidade na utilização dessa tecnologia, há necessidade de atenuar (ou mesmo eliminar) os efeitos da neutrosfera nas observáveis. O ZND está relacionado com a refração da onda eletromagnética dos satélites artificiais devido à camada eletricamente neutra, a troposfera ou neutrosfera, que causa um atraso (delay) nos sinais GNSS. Este atraso é dividido em duas componentes: a componente úmida composta por efeito do vapor d'água (ZWD – *Zenithal Wet Delay*) e a componente hidrostática (ZHD – *Zenithal Hydrostatic Delay*) composta pelo efeito dos gases que compõem a atmosfera. Cerca de 90% do atraso total ocorre na ZHD com variação temporal da ordem de 1% durante várias horas. Já a ZWD o atraso corresponde a 10%, porém sua variação é maior atingindo 20% em poucas horas o que torna difícil sua predição com boa precisão. Uma das possibilidades para minimizar os efeitos neutrosféricos é a utilização de modelos teóricos, como Hopfield e Saastamoinen. Dependendo da aplicação e da precisão do posicionamento ou da navegação, estes modelos não são apropriados, pois foram desenvolvidos a partir de observações meteorológicas realizadas, em sua grande maioria, no hemisfério norte. Uma solução para esse problema seria a utilização dos modelos de Previsão Numérica do Tempo (PNT) que, além de fornecer valores de temperatura, umidade e pressão à superfície, podem proporcionar predições do ZND, com algumas horas de antecedência, em qualquer local da América do Sul. O "PNT" é uma técnica de modelagem dinâmica que envolve processos computacionais para solucionar as equações matemáticas, as quais descrevem o comportamento atmosférico regido pelas leis físicas. Como existe uma dificuldade em obter soluções exatas para tais equações em épocas futuras, empregam-se técnicas de modelagem numérica dando origem aos modelos de PNT. Com os eventos meteorológicos extremos, como a precipitação na região do Rio de Janeiro, a maior desde 1962, que ocorreu em janeiro desse ano, observa-se grande quantidade de água na atmosfera o que permite a análise do uso dos valores gerados pelo PNT. O objetivo desse trabalho é o de investigar a contribuição que os modelos de PNT podem fornecer na modelagem da neutrosfera, em especial, nesses períodos de extrema precipitação ou seca na correção dos efeitos da neutrosfera no posicionamento geodésico. Vários experimentos envolvidos neste estudo serão realizados em períodos extremos com estações da RBMC (*Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo*). Os valores de ZTD advindos do modelo de PNT serão comparados com os valores estimados a partir de observações GNSS pós-processadas. As coordenadas estimadas do processamento GNSS serão avaliadas considerando o método PP (Posicionamento por Ponto Simples ou Absoluto) sem as correções do ZTD PNT e com as correções. Neste caso, será possível avaliar o impacto dos efeitos neutrosféricos nas coordenadas das estações GNSS, já que se espera que o efeito da neutrosfera no PP, que utiliza apenas a observável pseudodistância e as efemérides transmitidas, seja de maior magnitude se comparado aos demais métodos de posicionamento. Considerando a promissora aplicação do GNSS no monitoramento do vapor d'água atmosférico, que compõe o estado da arte em GNSS Meteorologia, e que o ZTD deve ser estimado de forma apropriada

para se obter boa qualidade no posicionamento GNSS, o presente trabalho visa mostrar o impacto da utilização de modelos de PNT e avaliar seu desempenho em eventos meteorológicos extremos, no posicionamento geodésico. Espera-se também revelar os grandes benefícios obtidos com sinergismo entre essas ciências, e desta forma dar continuidade as investigações das estimativas do ZTD GNSS no Brasil.

PERTURBAÇÃO ORBITAL A PARTIR DA RADIAÇÃO DE ANTENAS DE SATÉLITES ARTIFICIAIS

ARMANDO HEILMANN (1)
LUIZ DANILO DAMASCENO FERREIRA (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas/ Instituto Tecnológico Simepar - Curitiba - PR
armando@simepar.br

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
luizdanilo@ufpr.br

Satélites como o GPS IIR-11 (Global Positioning System), SCD 1 (Satélite de Coleta de Dados 1), CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), IntelSat 907 (International Telecommunications Satelleite Organization), e CryoSat 2 (Cryospheric Satellite), possuem antenas de telecomunicações para operações de telemetria, e antenas receptoras para operações de telecomando. Estas antenas trabalham com uma Potência de Radiação Eletromagnética padrão para aquela finalidade do satélite, geralmente em Watt e um Ganho Máximo de transmissão do sinal eletromagnético em valores adimensionais. Estes parâmetros são específicos dependendo do tipo de antena utilizada e dependendo da finalidade da missão do satélite. No caso de satélites de baixa órbita suas antenas são do tipo hélice quadrifilar com diagrama de radiação tipo cardióide e para satélites de média e alta órbita as antenas são refletoras, como parabólicas ou cornetas, que apresentam um diagrama de radiação com alto ganho e alta diretividade, justamente para garantir a cobertura do sinal em questão e podem operar em rede com outras antenas, incluindo a própria antena hélice quadrifilar, apontando diretamente para outra antena na superfície terrestre. Considerando as diversas perturbações que atuam sobre um satélite artificial em órbita, propõe-se explorar os possíveis efeitos perturbativos sobre a sua posição, levando em consideração a modelagem de uma aceleração adicional, tendo como origem, a radiação eletromagnética a partir das antenas de transmissão (downlink), usando a teoria de antenas do eletromagnetismo e as leis de conservação de energia-momentum. As equações matemáticas desenvolvidas representam um modelo da aceleração perturbadora a partir das antenas do tipo: refletora parabólica e hélice quadrifilar, por se tratar de antenas muito utilizadas na comunicação com satélites, são equações válidas independentemente da frequencia de operação de dowlink ou uplink o que resulta num diagrama de radiação suficiente para garantir uma cobertura de sinal e como se trata de comunicação direta com satélite estes modelos matemáticos são função apenas da direção radial. Para a propagação da órbita utilizou-se a equação do movimento na forma de componentes cartesianas, a qual pode ser utilizada, tanto para o movimento kepleriano com também adicionando as acelerações perturbadoras desejadas. O integrador numérico utilizado para a solução da equação do movimento do satélite, é baseado no método de Runge-Kutta de quarto e quinto graus, desenvolvido no software MatLab, incluindo seu ambiente gráfico. O efeito perturbativo desta modelagem é aplicado sobre alguns satélites de órbitas baixa, média e alta órbita levando-se em consideração a massa do satélite como também as características da antena, como potência radiada e ganho máximo da antena. A fim de verificar a ordem de grandeza da modelagem proposta, inicialmente, propagou-se a equação do movimento para um determinado período, sem nenhuma perturbação, isto é, considerando apenas o problema dos dois corpos; em seguida, propagou-se novamente a equação do movimento pelo mesmo período, agora considerando a perturbação da radiação eletromagnética da antena. Compararam-se os resultados destas propagações com a finalidade de analisar possíveis erros de posição do satélite em órbita. Após esta análise, observaram-se pequenas alterações no vetor de estado (posição e velocidade) do satélite e por consequencia, em seus respectivos elementos orbitais.

SISTEMAS DE REFERÊNCIA DE MOÇAMBIQUE – UM RESGATE HISTÓRICO VOLTADO À TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ESPAÇO RURAL

WILSON ANDERSON HOLLER (1)
PAULO ROBERTO RODRIGUES MARTINHO (1)
VANESSA SILVA PUGLIERO (1)
EDSON LUIS BOLFE (1)

(1) Embrapa Monitoramento por Satélite
Campinas - SP
holler@cnpm.embrapa.br
paulo@cnpm.embrapa.br
vanessa@cnpm.embrapa.br
bolfe@cnpm.embrapa.br

A Embrapa junto a outras instituições nacionais e internacionais iniciou um projeto de fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia em agricultura e recursos naturais para o governo de Moçambique. O setor agropecuário tem grande relevância social e econômica perfazendo 89,3% do PIB, sendo a principal fonte de alimentos, trabalho e renda deste país. Técnicas de análises espaciais dos recursos naturais podem subsidiar o planejamento territorial rural, contribuindo para o desenvolvimento do país. Para a adequação de uma base cartográfica apropriada à realidade moçambicana faz-se necessário refletir sobre os processos de elaboração das redes geodésicas deste país e sua integração à realização do *International Terrestrial Reference Frame* realização de 1994 (ITRF94). Desta forma, resgatar a memória de construção da rede geodésica de Moçambique e sua evolução desde a época colonial, passando pelas guerras civis, após sua independência e sua consolidação na década passada, torna-se fundamental para que uma correta abordagem da utilização de geotecnologias para gerar uma base de dados geográficos possa subsidiar a gestão integrada do espaço rural. Uma base de dados cartográficos está em elaboração pela Embrapa Monitoramento por Satélite (Embrapa/CNPM), integrando dados obtidos de cartografia sistemática convencional existente e dados oriundos de análises efetuadas pela Embrapa/CNPM. Na estruturação desta base de dados cartográficos foi utilizado o sistema de referência WGS 84, com base no ITRF94. Foi inicialmente composta pelos planos de informações sobre altimetria, pluviometria, solos e uso e cobertura da terra, dando inicio à estruturação de um sistema de gestão territorial dos recursos naturais para o país. Dificuldades de compatibilização dessas bases cartográficas, disponibilizadas pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA) e FAO/ONU, foram encontradas. A principal divergência foi em relação às distorções das divisas territoriais e a inconsistência entre a conversão dos sistemas de referência TETE-WGS84 e Arc-WGS84. Diante disso, buscou-se descobrir a origem destas incompatibilidades. A rede geodésica de Moçambique foi estabelecida entre 1907 e 1973 por várias missões técnico-científicas portuguesas. Apoiada em cerca de 750 vértices e apresenta uma extensão linear de 9000 km. No início a precisão angular requerida equivalia à 2ª ordem europeia e a partir de 1953 à 1ª ordem. Esta infraestrutura é ainda fundamental para Moçambique, pois, além de cobrir geograficamente, é passível de conversão para os sistemas de coordenadas usados pelos atuais sistemas de posicionamento e de navegação. Importante também é o fato de permitir compatibilizar as informações georreferenciadas já adquiridas, com a que se venha a obter, servindo assim de estrutura de apoio aos projetos de planejamento e desenvolvimento. Em 1991 Portugal e Moçambique estabeleceram um protocolo de cooperação para a revisão e ajustamento desta Rede. Moçambique possui hoje uma rede GPS com 245 estações estabelecidas em cooperação com o *Special Team Royal Engineers* (UK) e a *Joint Venture Norway Mapping of Mozambique*. Destas, 30 são comuns à rede clássica, que foram ajustadas fixando as coordenadas GPS, no datum WGS84/ITRF94. O valor médio para o semi-eixo maior das elipses de erro passou de 2.5 m para 0.5 m. Para efeito de comparação, a realização do ITRF 2005 em Moçambique contou com 3 estações GPS enquanto que no Brasil com 97 estações (GPS, VLBI e DORIS). Em 1995, foi efetuado pela Direcção Nacional de Geografia e Cadastro (DINAGECA) e pela *Norway Mapping* um reajustamento de toda a rede geodésica de Moçambique. Este projeto, concluído em Janeiro de 1998, resultou em um ajustamento bi-dimensional de 759 pontos de triangulação geodésica fundamental, baseado em 32 pontos previamente selecionados em todo o País, o que deu origem a um novo Datum designado MOZNET/ITRF94, compatível com o Datum WGS84. Neste trabalho, foram desenvolvidos modelos de transformação Bursa-Wolf com 7 parâmetros, mas o modelo nacional ainda contém erros residuais que

podem atingir os 30 metros em certas zonas do País. Para minimizar este problema, foram desenvolvidos também 4 modelos regionais (D-Zona Norte, C-Zona Centro, B-Zona Quase Sul, A-Zona Sul) com precisões que variam entre 1 a 10 metros, dependendo da região. Em Moçambique existem (ou existiam) 3 Datums geodésicos clássicos, todos referidos ao Elipsóide de Clarke 1866. Este elipsóide era um dos favoritos dos Portugueses para a África. O Datum mais antigo é o Madzansua do ano de 1904. Na literatura Ocidental o Datum de Moçambique mais referido é o Observatório Campo Rodrigues do ano de 1907 com sua origem no ponto MGM 650 (próximo da cidade de Maputo). Este Datum, pouco mais serviu do que para a elaboração da cartografia sistemática 1: 50 000 antes de 1971 e tem a particularidade de estar ligado ao Datum do Cabo (África do Sul) através das estações de M"Ponduíne e Ypoy (MGM 675). O Datum geodésico horizontal mais clássico e mais importante é sem dúvida o Datum TETE do ano de 1960. No Datum TETE as coordenadas astronômicas são iguais às coordenadas geodésicas, mas de acordo com cálculos efetuados em 1974 pelo Instituto de Investigação Cientifica e Tropical, em Lisboa, suspeita-se que existem desvios da vertical neste ponto escolhido. Atualmente em Moçambique para a cartografia sistematica o sistema oficial em uso continua a ser o Elipsoide de Clarke 1866 / Datum TETE (sucessor do Datum Arc). A elaboração de base de dados de recursos naturais em ambiente SIG a partir de informações multiescalares e interinstitucional demonstra-se ser uma metodologia capaz de suprir a necessidade de informações regionais para fins de planejamento territorial rural. Os dados obtidos permitem uma visão geral e integrada do potencial agropecuário a partir de estudos locais (microbacias hidrográficas ou municípios) e mesorregionais (bacias hidrográficas ou províncias), contribuindo assim para a ampliação da segurança alimentar da população e o desenvolvimento de Moçambique. Está previsto para no máximo até 2012 a adoção oficial do sistema WGS84/ITRF94 (MozNet).

CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E EFEITO DO MULTICAMINHO COM OS PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO (PCO) DE ANTENAS GNSS

SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA (1)
CLÁUDIA PEREIRA KRUEGER (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE)
{suelenhuinca, ckrueger}@ufpr.br

O centro de fase de uma antena GNSS é o ponto de recepção do sinal vindo do satélite, que não se situa exatamente no eixo central de simetria da antena, não coincide necessariamente com o centro geométrico da antena, pode variar de acordo com as características individuais de cada antena e com a alteração da direção do sinal proveniente de um satélite. Esta variação do centro de fase afeta os "offsets" da antena que são valores necessários para calcular com precisão as coordenadas geodésicas do ponto. O offset do centro de fase médio pode ser divido em dois elementos: o PCO (Phase Center Offset) e o PCV (Phase Center Variation). O PCO é um vetor de deslocamento entre o centro de fase médio e o ARP (Antenna Reference Point) e o PCV consiste de um deslocamento adicional do centro de fase, de caráter sistemático, que é função do ângulo de incidência do sinal GPS. A determinação do PCO e do PCV é realizada através de procedimentos de calibração. Na BCAL/UFPR (Base de Calibração de Antenas GNSS, Universidade Federal do Paraná), a qual é a primeira base de calibração de antenas na America Latina, aplica-se o método de calibração relativa de antenas. Esse método consiste em posicionar duas antenas em uma linha de base curta (aproximadamente 5 metros), a antena calibrada como referência e a antena de interesse que se almeja calibrar. São realizadas observações GNSS simultâneas, estação de referência e estação antena a ser calibrada, onde o PCO é determinado por meio do processamento da dupla diferença de fase (DDF) e os PCV são determinados na simples diferença de fase (SDF). Os parâmetros de calibração de uma mesma antenas, Trimble TRM22020.00+GP, obtidos na BCAL/UFPR mostram que são diferentes quando obtidos em épocas distintas e sob diferentes condições ambientas. Mediante esta constatação surgiu à necessidade de desenvolver uma análise mais criteriosa dos erros advindos do posicionamento por satélites e das variáveis de campo que podem estar influenciando na determinação de um único parâmetro de calibração para a mesma antena. Uma vez identificados, eles poderão ser modelados visando à determinação com confiabilidade do PCO e PCV de uma antena. Um das análises que está sendo realizada na BCAL/UFPR é estabelecer uma relação dos valores do PCO com as variáveis ambientais e variação média do efeito do multicaminho. Dentre as primeiras citam-se temperaturas (máxima, média, mínima), precipitação e umidade relativa do ar, essas que são observadas no dia de cada experimento. A variação do efeito do multicaminho é calculada a partir dos dados GNSS das estações (referência e a ser calibrada), esse é um fator limitante para determinação dos parâmetros de calibração aplicando o método de calibração relativo em campo, por esse motivo está sendo analisada, procurando ser minimizado na BCAL/UFPR. Observando a relação dos valores do PCO com as variáveis ambientais verificaram-se que alguns experimentos indicam época quente e seca com altas temperaturas acompanhadas de baixa umidade, épocas chuvosas com temperaturas médias mais baixas e umidades relativas do ar mais altas. Constatou-se que as variações do PCO são diferentes quando determinados sob condições ambientais diferentes. Analisando a variação do efeito do multicaminho dos dados GNSS observou-se que essa é centimétrica para a onda portadora L1 e métrica para a onda portadora L2, e variáveis para os diferentes dias de experimento. Para verificar a correlação das variáveis ambientais e do efeito do multicaminho testou-se a correlação pelo método de Pearson. Visualizou-se que as variáveis analisadas (ambientais e efeito do multicaminho) apresentam alguma correlação, seja ela alta, moderada ou baixa. A variável ambiental, umidade relativa do ar, teve a menor correlação com as outras variáveis. Contudo só se poderá realizar analises mais confiáveis após elevar-se o número de amostras, já que apenas 10 amostras foram testadas. Sabe-se que amostras pequenas não fornecem estimativas confiáveis dos parâmetros populacionais, desta forma não se pode afirmar que essas correlações vão ter a mesma magnitude para um número maior de amostras e com diferentes valores médios. Mais experimentos estão sendo desenvolvidos seguindo a mesma metodologia visando observar as variáveis que podem influenciar na determinação do centro de fase de antenas GNSS. Quanto ao efeito do multicaminho está se testando um material que é acoplado a antenas visando a sua minimização deste. Esse material é denominado de AEM-LAGE

(Material Atenuador do Efeito do Multicaminho do Laboratório de Geodésica Espacial) que absorve sinais indiretos que chegam à antena a ser calibrada. O AEM-LAGE já foi testado na BCAL/UFPR de forma estática produzindo resultados promissores.

AVALIAÇÃO DE DISTINTOS MÉTODOS DE CORREÇÃO GRAVIMÉTRICA DO TERRENO OBTIDA DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

KAROLINE PAES JAMUR (1)
HENRY MONTECINO CASTRO (1)
SÍLVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
{karol.mestrado, sfreitas}@ufpr.br; henrymontecino@gmail.com

Uma etapa indispensável no cálculo do geóide com resolução na ordem do decímetro, tal como é exigido nas aplicações relativas ao posicionamento vertical com base em observações com GNSS, é o cálculo das anomalias da gravidade que devem ser corrigidas dos efeitos gravitacionais das massas topográficas. Na atualidade, o cálculo da correção do terreno (CT), de forma sistemática, tem sido possível com a utilização de modelos digitais de elevação (MDE) da superfície física da Terra, locais ou globais. Algumas reduções devem ser realizadas sobre as anomalias da gravidade antes de aplicar a integral de *Stokes-Pizzetti* (na abordagem clássica), na qual se emprega as anomalias *free-air* da gravidade. Porém, estas anomalias não são adequadas para a geração de grades associadas à solução do Problema do Valor de Contorno da Geodésia (PVCG), uma vez que devido sua forte correlação com a topografia, são de difícil interpolação. Assim, usualmente são empregadas anomalias *free-air* obtidas a partir de anomalias de *Bouguer* ou topo-isostática e da correção de efeitos indiretos que as massas topográficas causam no potencial da gravidade. Então, a aplicação da correção *free-air*, que considera a variação da gravidade entre a superfície de observação e o geóide, utilizando a altitude do ponto e desconsiderando a massa entre elas. A anomalia de *Bouguer* pode ser abordada de dois pontos de vista: uma correção simples e uma refinada. Uma correção simplificada é feita levando em consideração a hipótese de que entre o ponto e o geóide existe uma placa infinita plana e horizontal, com densidade ρ constante e espessura equivalente a altitude do ponto. Já, a correção de *Bouguer* completa, além de remover os efeitos da placa plana infinita na redução da estação ao geóide, considera os efeitos da topografia relativa à placa via a correção do terreno. No caso da anomalia isostática considera-se a correção topo-isostática, a qual envolve a consideração de heterogeneidades de massa abaixo do geóide, entendidas como massas de compensação da topografia acima do geóide. A eliminação dos efeitos das massas topográficas e de compensação para a redução da gravidade observada ao geóide é bastante complexa. Com a aplicação da correção de terreno nas anomalias gravimétricas, as massas externas ao Geóide são verticalmente comprimidas sob o Geóide, e consequentemente, o potencial gravitacional da Terra é alterado. A diferença entre o potencial gravitacional das massas topográficas antes da correção e depois do processo de redução é chamado de efeito indireto do Potencial sendo a alteração correspondente ao geóide denomina-se efeito indireto. Quando se utiliza a anomalia gravimétrica de *Faye* (anomalia gravimétrica com correção *free-air*, correção atmosférica e correção de terreno), a superfície equipotencial definida é chamada de Co-Geóide. Com a adição do efeito indireto no Co- Geóide determina-se a superfície do Geóide. Atualmente a correção do terreno pode ser obtida com base em MDEs onde se tem maior facilidade de cálculo por serem fornecidos em arquivos das elevações em grades de diferentes tamanhos e oferecendo a oportunidade do uso de alguns métodos como, por exemplo, o de prismas retangulares ou método de decomposição espectral da topografia por FFT – *Fast Fourrier Transform.* Neste trabalho, a correção gravimétrica é obtida por diversas técnicas para explorar as potencialidades desse efeito do terreno com o uso do modelo digital de elevação SRTM30_PLUS (30”). Para isso foi criado um aplicativo para realizar o cálculo da correção do terreno por aproximação linear e utilizado aplicativos convencionais para o cálculo por prismas, FFT e ainda o mais atual dos tesseóides.

HOUVE INFLUÊNCIA DA EXPLOSÃO GEOMAGNÉTICA DE 15/02/11 NA QUALIDADE DOS DADOS DAS ESTAÇÕES VIRTUAIS DE REFERÊNCIA?

PAULO SÉRGIO DE OLIVEIRA JUNIOR (1)
DANIELE BARROCA MARRA ALVES (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)

(1) Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
psergio.jr@hotmail.com, danibarroca@yahoo.com.br, galera@fct.unesp.br

Na região compreendida pela ionosfera, a densidade de íons e elétrons é suficiente para alterar a propagação de ondas eletromagnéticas. Assim, a ionosfera é uma das principais fontes de erros na determinação das coordenadas com posicionamento pelo GNSS (*Global Navigation Satellite System*). O erro devido à ionosfera nas observáveis GNSS é diretamente proporcional ao conteúdo total de elétrons livres (TEC - *Total Electron Content*) presente ao longo da trajetória percorrida pelo sinal nesta camada. O TEC, e consequentemente o erro devido à ionosfera, pode ser calculado por uma combinação linear entre as observáveis de pseudodistância ou fase da onda portadora em L_1 e L_2. Embora mais preciso, o TEC obtido por meio das medidas de fase é influenciado pelas ambiguidades presentes nas mesmas. Por outro lado, as medidas de TEC obtidas a partir da pseudodistância são bastante ruidosas. Assim, para determinação do TEC é bastante usual o emprego das pseudodistâncias suavizadas pela fase. Além disso, o TEC possui variações regulares no tempo e no espaço com relação ao ciclo de manchas solares (variação de longo período), à época do ano (variação sazonal), à hora do dia (variação diurna), à localização geográfica, entre outros. Além das variações regulares citadas anteriormente, o TEC pode sofrer abruptas modificações em seu comportamento devido, por exemplo, à ocorrência de intensas explosões solares (*solar flares*). As explosões solares ocorrem em regiões do Sol denominadas ativas, onde se encontram manchas solares. Vale salientar, que a predição de qual região ativa gerará intensas explosões solares que afetarão a ionosfera ainda não é uma tarefa executável com boa precisão. Na ocorrência destes eventos, entre outros fenômenos, ocorre um rápido aumento do fluxo solar de radiação eletromagnética, especialmente na faixa dos raios X e extremo ultravioleta, que, se direcionado para a Terra, pode provocar uma série de fenômenos na ionosfera denominados genericamente de "Distúrbios Ionosféricos Súbitos" (DIS). Tais distúrbios afetam a propagação de ondas eletromagnéticas, em geral colocando em risco as potencialidades do GNSS. Está em desenvolvimento na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP) um sistema que emprega parâmetros de ionosfera na geração de estações virtuais de referência (VRS – *Virtual Reference Station*) para dados da Rede GNSS Ativa do Estado de São Paulo (que atualmente está em fase de expansão e densificação da sua área de cobertura, de modo a compreender todo o Estado). O princípio básico do conceito de VRS consiste em gerar uma estação que não existe fisicamente, mas que simule uma estação de referência nas proximidades do usuário. Dessa forma, o usuário tem a possibilidade de utilizar a VRS como uma estação de referência real, nas proximidades do usuário, e pode realizar o posicionamento relativo com um receptor de simples freqüência em toda área de cobertura da rede de estações de referência ativas. No presente trabalho serão apresentados e discutidos os resultados obtidos nos experimentos realizados com o intuito de verificar a influência de explosões solares na geração dos dados de estações virtuais. Os estudos são conduzidos no contexto da explosão solar ocorrida no dia 15 de fevereiro de 2011, a qual foi amplamente divulgada pela mídia mundial. Primeiramente, serão observados os índices de atividade ionosférica disponibilizados pela comunidade cientifica internacional, em seguida, será analisado o TEC obtido pelo sistema desenvolvido, para algumas estações da Rede GNSS SP. Essa análise foi realizada para o dia da explosão geomagnética (15/02/2011) e para os dias anterior e posterior a ocorrência da mesma. Finalmente, serão geradas estações virtuais sem correção do erro devido à ionosfera, para os dias dos experimentos (14, 15 e 16 de fevereiro de 2011) e avaliadas quanto à sua acurácia, objetivando detectar alguma influência da explosão geomagnética sobre as mesmas.

ESTADO DA ARTE NO CONTROLE DE QUALIDADE DO AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES: Confiabilidade Interna e Externa no contexto dos múltiplos *outliers*

IVANDRO KLEIN (1)
MARCELO TOMIO MATSUOKA (1)
SERGIO FLORENCIO DE SOUZA (1)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Geociências
Departamento de Geodésia, Porto Alegre – RS
LAGEO – Laboratório de Pesquisas em Geodésia
ivandroklein@gmail.com
tomiomatsuoka@gmail.com
sergioflorenciodesouza@gmail.com

Na estimação por mínimos quadrados em modelos lineares, o vetor das n-observações (ou medidas) realizadas se relaciona com o vetor dos u-parametros incógnitos que se deseja estimar por meio de um modelo matemático da forma $y_{nx1} = A_{nxu}x_{ux1}$, onde y_{nx1} é o vetor das n-observações realizadas, x_{ux1} é o vetor dos u-parametros incógnitos do modelo, e A_{nxu} é a matriz *design* que relaciona linearmente as observações com os parâmetros que se deseja estimar. O sistema deve ser redundante, isto é, o número de observações deve ser maior do que o número de incógnitas ($n > u$), para não existência de solução única, possibilitando o controle de qualidade das medidas. Admitindo a inconsistência do sistema de equações, isto é, a presença de inevitáveis erros aleatórios, inerentes ao processo experimental de medições, adiciona-se um vetor de resíduos e_{nx1} ao modelo linear, resultando em $y_{nx1} = A_{nxu}x_{ux1} + e_{nx1}$. Com a adição dos n resíduos e_{nx1} ao sistema original, este se torna um sistema consistente, porém com infinitas soluções, pois cada estimativa distinta do vetor dos parâmetros $\hat{x}_{ux1}$ resulta em um vetor dos resíduos $\hat{e}_{nx1}$ diferente. Desta forma, a estimação por mínimos quadrados adota como solução única para o vetor dos parâmetros, aquele vetor $\hat{x}_{ux1}$ que minimiza a soma ponderada do quadrado dos resíduos, isto é, aquele vetor $\hat{x}_{ux1}$ que apresenta $\hat{e}_{nx1}^T W_{nxn} \hat{e}_{nx1} = Mínimo$, sendo W_{nxn} a matriz peso que foi definida para as observações (observações com peso maior, terão maior importância no processo de estimação). Usualmente, a matriz peso W_{nxn} é tomada como sendo o inverso da matriz de covariâncias das observações y_{nx1}, ou seja, quanto maior a precisão (menor variância), maior o peso de uma observação y_i de y_{nx1}. Após a estimação por mínimos quadrados ter sido realizada, é possível a detecção, e até mesmo a identificação de erros grosseiros (isto é, não aleatórios), no vetor das observações y_{nx1}, por meio de testes de hipóteses. Os testes estatísticos usados para este fim são formulados de acordo com a razão de verossimilhança generalizada, e baseiam-se essencialmente na magnitude dos resíduos $\hat{e}_{nx1}$. Entretanto, pelo fato da verdadeira magnitude dos erros que contaminam as observações ser sempre desconhecida, além dos testes estatísticos possuírem níveis de probabilidade associados, pode haver a presença de possíveis erros grosseiros nas observações, de pequena magnitude, não detectados pelo procedimento de teste utilizado. Desta maneira, uma forma de se obter um controle de qualidade dos resultados dos testes é por meio da teoria de confiabilidade. A confiabilidade interna é uma medida do MDB (*minimal detectable bias* – menor erro detectável) em uma observação y_i de y_{nx1} ($i = 1, 2, \ldots, n$), segundo o procedimento de teste utilizado, e a confiabilidade externa reflete a influência de possíveis erros não detectados (MDB) no resultado final do processo de estimação, isto é, no vetor dos parâmetros estimados $\hat{x}_{ux1}$. A teoria convencional de confiabilidade, desenvolvida no final da década de 1960, foi formulada pressumindo-se que apenas um erro grosseiro (*outlier*) contamina o vetor das observações y_{nx1}, um pressuposto que nem sempre está correto e dificilmente ocorre na prática. Atualmente, diversos trabalhos vêm sendo publicados, apresentando extensões da teoria da confiabilidade, para que esta possa ser aplicada presumindo-se a existência de múltiplos *outliers* (simultaneamente) no vetor das observações y_{nx1}, por meio da derivação de medidas adequadas de confiabilidade interna (MDB) e confiabilidade externa para estes casos. O menor erro detectável (MDB) em uma observação y_i depende do parâmetro de não centralidade do modelo (separação entre a hipótese nula – ausência de erros grosseiros nas observações e a hipótese alternativa – presença de erros grosseiros nas observações), que por sua vez depende do número de *outliers* considerado, do poder e do nível de significância arbitrado para os testes de detecção e identificação de erros, da matriz *design* A_{nxu} (da geometria/configuração do problema), e da matriz peso W_{nxn} que foi definida para as observações y_{nx1}. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho é realizar uma pesquisa na área de controle de qualidade aplicado ao ajustamento de redes geodésicas,

por meio da simulação de diferentes cenários em uma rede GPS (*global positioning system*) tridimensional, alterando a geometria da rede (número de observações e parâmetros), a precisão das observações (matriz de covariâncias das observações), o número de injunções no sistema, bem como a inserção de erros propositais, verificando a influência destas questões na detecção e identificação de erros no vetor das observações y_{nx1}, nas medidas de confiabilidade interna e externa, bem como na qualidade final dos parâmetros estimados da rede (coordenadas dos pontos desconhecidos). Nestas diferentes simulações, serão aplicadas medidas de confiabilidade interna e externa utilizando a teoria clássica de confiabilidade (existência de um único *outlier* por vez em y_{nx1}), bem como extensões alternativas da teoria de confiabilidade, pressumindo-se a existência simultânea de múltiplos *outliers* em y_{nx1}, confrontando os resultados obtidos em busca de conclusões a respeito de como a geometria da rede, a precisão das observações, o número de injunções, e o número de *outliers* considerado nos testes de hipóteses podem influenciar na detecção e identificação de possíveis erros não aleatórios no vetor das observações y_{nx1}, bem como verificar as vantagens e desvantagens de se utilizar as abordagens para múltiplos *outliers* em relação à teoria convencional de confiabilidade.

THE ACCREDITATION THE RELATIVE FIELD CALIBRATION GNSS ANTENNA AT BCAL/UFPR

CLAUDIA PEREIRA KRUEGER (1)
BERNHARD HECK (2)
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA (1)
MICHAEL MAYER (2)
ANDREAS KNÖPFLER (2)
CAROLINA PRESTES MEGER PAESE (1)

(1) Federal University of Paraná - UFPR
Setor de Ciências da Terra
Department of Geomatics, Curitiba – PR
Centro Politécnico, CP 19.001, CEP 81531-990
(ckrueger; suelenhuinca;carolina.paese)@ufpr.br
Tel/FAX: 55 41 3361-3153
(2) Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Geodetic Institute (GIK)
Englerstraβe 7, D-76131 Karlsruhe
Karlsruhe, Germany
{bernhard.heck; michael.mayer andreas.knoepfler}@kit.edu
Tel.: +49 721 608 3674; Fax: +49 721 608 6808

Today, coordinates and velocities of permanently operating GNSS sites are derived with a precision of a few millimetres. Independently of the type of the calibration model, absolute or relative, the calibration models for antennas will be applied for data processing. Without these corrections, systematic effects are introduced, mostly have to affecting the height component. In Brazil, individual calibration of GNSS antennas was not applied up to now. A positive result of the co-operation between the Department of Geomatics (DGEOM), Federal University of Paraná (UFPR), Curitiba (Brazil) and the Geodetic Institute (GIK), University Karlsruhe (now:KIT), Karlsruhe (Germany) inside of the program PROBRAL "*Precise positioning and height determination by means of GPS: Modeling of errors and transformation into physical heights*" was the establishment of a relative receiver antenna calibration field for GNSS instrumentations on the roof top of the Astronomical Laboratory Camil Gemael, the so-called BCAL/UFPR (http://www.lage.ufpr.br/) situated on the Polytechnic Campus of the Federal University of Paraná. This baseline calibration station for GNSS antennas was the one in Brazil and other countries of the Latin America. First results of relative field calibrations of GPS antennas at BCAL/UFPR were obtained. A Trimble TRM22020.00+GP antenna was calibrated in different sessions of 24 hours, with a data rate of 15 seconds. The software WaSoft/Kalib was used to process the GPS observations. Carrier phase center offset values and carrier phase center variation values were determined with respect to a Leica choke ring antenna. The first comparisons of the session results with respect to NGS (National Geodetic Survey) calibration values show that there are differences between the L1 and L2 signals. Bigger variations (northing/easting: 0.3 mm, up: 0.5 mm) are clearly visible for the L2 signal, due to lower transmitting power. The comparisons between these values and the NGS values show bigger variations up to 1 mm (northing/easting) resp. 3.3 mm (up component). Since 2010 the Laboratory of Space Geodesy (LAGE) has another Leica choke ring antenna (Leica AR 25). This antenna was calibrated using the absolute method by GEO++ . Now it is possible to analyze the values in the absolute mode too. For the first time, the values can be provided for Brazil and all countries of Latin America. Analyzing the experiment's results, small variations were found, which prove that the calibration method was applied correctly. However, it was decided that the Baseline Calibration Station for GNSS Antennas at UFPR will be validated. In 2011, new experiments were performed for certified carrier phase calibration values of a Trimble TRM22020.00+GP antenna and a Leica ATX1230 GNSS antenna BCAL/UFPR. These antennas were calibrated by Dr. Wanniger at the Geodetic Institute, University Dresden (Germany) in the relative calibration method and by Geo++ in the absolute calibration method. The results of these experiments will be shown.

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

IMPORTÂNCIA NA DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS PRECISAS DE ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA O RTK E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS

DIULIANA LEANDRO (1)
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA (1)
CLAUDIA PEREIRA KRUEGER (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
(diuliana, suelenhuinca, ckrueger)@ufpr.br

Atualmente o conhecimento do posicionamento de embarcações em tempo real pelo GNSS tem sido muito utilizado para uma série de atividades, tanto para fins econômicos quanto científicos. E em muitas dessas atividades é essencial um posicionamento com precisão da embarcação, mantendo os padrões mínimos de qualidade recomendados pela IHO (*International Hydrographic Organization*) da classe especial de navegação, ou melhor. O RTK (*Real Time Kinematic*) tem se destacado dentre as técnicas mais utilizadas nos métodos de posicionamento diferencial em tempo real para levantamentos batimétricos em rios e reservatórios. O princípio básico da técnica RTK consiste no posicionamento, em tempo real, de uma estação móvel através das correções diferenciais da fase da onda portadora geradas na estação de referência. Essa técnica diferencial é capaz de alcançar elevada acurácia de posicionamento, chegando a precisão decimétrica. No entanto, o RTK possui o inconveniente de ter a qualidade do posicionamento degradada progressivamente à proporção que a distância entre a estação móvel e de referência aumenta. E é essencial para a aplicação adequada dessa técnica o conhecimento prévio das coordenadas precisas da estação de referência. Neste contexto foi realizado um experimento no Reservatório de Vossoroca, localizado a 60 km de Curitiba, no município de Tijucas do Sul. Realizou-se um levantamento batimétrico o qual priorizava a determinação da coordenadas planimétricas da embarcacao (E e N) associadas a variação da profundidade observada em trajetorias percorridas ao longo do reservatório. Para realizar o posicionamento da embarcação aplicou-se o método de posicionamento relativo diferencial RTK. Na estação de referencia empregou-se diferentes coordenadas precisas visando a contribuicao no posicionamento da estação móvel (embarcação). Para tal fim avaliou-se a acurácia das coordenadas (E e N) obtidas pelo método relativo diferencial RTK da trajetoria percorrida comparado as coordenadas (E e N) obtidas pelo método cinemático pós-processado desta trajetoria, sendo essas últimas consideradas como padrão. Associou-se um desvio bidimensional de aproximadamente 2,68m na estação de referência para verificar quais as conseqüências nos resultados das coordenadas RTK. Simultaneamente ao levantamento RTK os dados brutos foram armazenados e pós-processados. Através da comparação das coordenadas da trajetória obtidas entre o RTK e o padrão definiu-se os erros de variação em distância entre as posições obtidas para cada horário GPS entre as técnicas. Através da comparação entre a coordenada Este a diferença média durante o levantamento foi de 2,34m e na componente Norte de 1,58m ambas com desvio-padrão de 1mm. A variação média do erro bidimensional obtida foi de 2,83m. Os resultados obtidos com esse experimento permitiu verificar que coordenadas inexatas inseridas na estação de referência possibilitam as correções diferenciais errôneas, acarretando assim um erro sistemático nas coordenadas da estação móvel. Mesmo que durante o levantamento visualize-se que as correções diferencias estão proporcionando coordenadas para a estação móvel com um desvio de posicionamento na ordem do centímetro na realidade essas coordenadas podem ter contidas diferenças com relação à coordenada real superiores a casa do metro. Ou seja, um erro grosseiro cometido no inicio do levantamento pode propagar-se de forma sistemática para do restante do trabalho comprometendo uma campanha em questão de tempo e custo. Fazendo com que não se alcance a precisão requerida para o levantamento de ordem especial da OHI, menor que 2m, pois se houver uma diferença de 2,83m na posição da base de referência essa se alastrará para as posições determinadas pela técnica RTK, gerando um erro superior a 2m.

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DE DADOS ESPACIAIS PARA AUXÍLIO EM PERÍCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

IGOR RIBEIRO LENARTOVICZ (1)
GUSTAVO GRUSCOSKI DE PAULA (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
igor_len@hotmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
gusgruski@gmail.com

A perícia de acidentes de trânsito não serve apenas como pré-requisito na elaboração de provas criminais, mas também pode indicar dados sobre as condições das vias de rolamento e também analisar o desempenho dos veículos, verificando se falhas mecânicas foram a causa de acidentes. O processo de aquisição de dados é fundamental para a perícia, e diversos são os métodos para sua realização. A comparação dos diferentes métodos permite verificar as facilidades e dificuldades de aplicabilidade, e os resultados possíveis para cada método, visando à reconstrução geométrica bidimensional e tridimensional das evidencias periciais com intuito de subsidiar provas forenses. A perícia tem início com uma observação geral do cenário e a ordenação e coleta das evidências. Sendo assim, o primeiro procedimento necessário foi a criação de uma cena que reproduzisse um acidente de transito. A cena foi realizada no interior do campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, e representava características que possivelmente ocorrem em um acidente: a via, um veículo e outros objetos. O levantamento dos dados foi feito com utilização de quatro métodos: por trena, topografia com estação total, topografia com laser scanner terrestre e fotogrametria. O método por trena foi realizado com equipamento de fibra de vidro e a primeira etapa foi a elaboração de um croqui com todas as informações sobre a região do acidente. Após isso foram realizadas as medições, fixando uma origem para o sistema de medidas e levantando as informações dos elementos presentes na cena. O produto resultante consiste em um croqui demonstrativos de distancias. A execução do método de topografia com estação total foi feita com um equipamento que possibilita visadas sem utilização de prismas, que facilitou a aquisição de pontos tridimensionais no veículo. Uma poligonal foi feita na área de modo com que os dados coletados fossem superabundantes, possibilitando a representação da via, objetos e do veículo. O resultado alcançado foi uma representação volumétrica do veículo empregando-se a modelagem digital do terreno, e a reprodução tridimensional do cenário. O método de topografia com laser scanner terrestre foi realizado com a instalação do equipamento em quatro posições e com varreduras em diferentes resoluções, dependendo da importância da feição para a perícia. Os dados obtidos das diferentes posições são unidos e apresentados em forma de nuvem de pontos, e possibilitaram a reprodução tridimensional das feições da área em questão. O método por fotogrametria consiste na obtenção de dados através de imagens do local do acidente, neste caso com uma câmara digital calibrada, permitindo a visualização da cena e objetos. Também é possível a representação tridimensional de um objeto através de dados das fotografias. Como resultado foram obtidas imagens da área e um modelo em três dimensões do veículo. Com a comparação entre os métodos foi possível identificar dois principais fatores comparativos: o tempo e o número de dados. Um levantamento por trena produz um resultado satisfatório das medições, porém o método topográfico com estação total utiliza quase o mesmo tempo e resulta em uma maior quantidade de informações. A tendência é chegar ao equilíbrio entre grande quantidade de dados e tempo para adquiri-los. Duas técnicas que surpreenderam foram, primeiramente, o laser scanner por sua grande capacidade de coleta de dados, e em segundo, a técnica por fotografia pela sua rapidez de execução e indiscutível poder de difundir a informação. Levando em consideração o avanço da tecnologia com o melhoramento da capacidade de armazenamento dos computadores e a agilidade do processamento pode-se ver que o futuro convergirá para uma mescla entre essas duas técnicas, pois o laser scanner tem o potencial de coletar muitos dados em pouco tempo e a fotografia é indispensável como fonte de visualização da realidade.

PREVISÃO DO VTEC PARA O BRASIL DURA_TE ALTA ATIVIDADE SOLAR USA_DO REDES _EURAIS ARTIFICIAIS

WAGNER CARRUPT MACHADO (1)
EDVALDO SIMÕES DA FONSECA JUNIOR (2)

(1) Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo - SP
wagner.machado@ibge.gov.br

(2) Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Transportes - SP
edvaldoj@usp.br

A ionosfera é responsável pela maior parte da degração do posicionamento com GNNS. Portanto, o conhecimento do conteúdo total de elétrons (TEC-*Total Electron Content*) em tempo real para uma dada região é de extrema importância. O Brasil está localizado em uma região sujeita a uma série de anomalias que ocorrem, principalmente, durante alta atividade solar. Além disso, nesta região se observa a maior concentração de elétrons livres. Na frequencia dos sinais GNSS, a ionosfera se comporta como um meio dispersivo. Portanto dados GNSS de duas frequências de uma rede de estações podem ser utilizados para modelá-la regionalmente. Normalmente uma função de mapeamento é empregada para converter o TEC da direção satélite-receptor para a direção vertical (VTEC). Os mapas globais da ionosfera (GIM-*Global Ionospheric Maps*), disponibilizados regularmente pelo IGS (*International G_SS Service*), constituem-se de grades de VTEC regularmente espaçados localizadas na camada ionosférica. O GIM é produzido pela combinação das soluções provenientes de quatro centros de análise (IAAC - *Ionosphere Associate Analysis Center*) que utilizam dados GNSS de uma rede GNSS global. Este artigo apresenta um método para prever o VTEC durante alta atividade solar para o Brasil com a utilização de redes neurais artificiais (RNA). A arquitetura de RNA adotada é a multilayer perceptorns (MLP) cujo treinamento requer a utilização de um conjunto de dados de entradas e saídas conhecidos, denominado de conjunto de treinamento. As RNA foram treinadas com o emprego do programa denominado NBN 2.10, desenvolvido na universidade de Auburn, onde a versão *forward-only* do método Levenberg-Marquardt foi utilizada. Neste método, uma função de erro quadrática é minimizada sem a necessidade da tradicional etapa de retropropagação para o cálculo dos elementos da matriz jacobiana. Como conseqüência, o treinamento é executado mais rapidamente. Optou-se por realizar treinamento diário da RNA para evitar a necessidade de considerar as variações de longo período da ionosfera explicitamente no modelo. Com este procedimento a variação sazonal também pode ser negligenciada. Os pesos da RNA do dia anterior são utilizados como pesos iniciais da RNA a ser treinada. As entradas da RNA são a posição do IPP e o instante do dia, enquanto que a saída é o VTEC. Visando diminuir o tempo de treinamento, as entradas foram normalizadas a partir da subtração de seus valores pela média e divisão do resultado pelo o desvio-padrão. Dados oriundos de GIM de três dias anteriores foram utilizados como conjunto de dados de treinamento. Com objetivo de avaliar esta solução, dados de quinze dias do último período de máxima atividade solar, incluindo uma tempestade geomagnética severa (21 de março a 04 de abril de 2001), foram processados utilizando a metodologia apresentada. As RNA treinadas foram utilizadas para calcular o VTEC para os três dias posteriores. Os resultados foram comparados com aqueles provenientes do GIM correspondente. A análise foi realizada considerando três casos. O caso 1 abrange o período sem influência da tempestade geomagnética. No caso 2, considera-se a previsão para o dia em que a tempestade geomagnética ocorreu. O caso 3 abrange o período em que o conjunto de dados de treinamento é influenciado pela tempestade geomagnética. Para os casos 1 e 3, cerca de 88% da diferença entre o VTEC predito e o VTEC do GIM estão entre 15 TECU e -15 TECU. No caso 2, esta porcentagem cai para aproximadamente 86%. Em termos de porcentagem média do VTEC não modelado, os casos 1 e 3 apresentaram 12,1% e 11,8%, respectivamente. No caso 2, esta porcentagem aumenta para 16,9%. Verifica-se que o método apresentado mostrou piores resultados para o caso 2, onde foram observados alguns casos pontuais com cerca de 200% de VTEC não modelado, enquanto que o melhor resultado foi obtido para o caso 3. A similaridade entre os resultados dos casos 1 e 3 mostra a eficiência do método no último caso. Como era de se esperar, este método não é capaz de predizer as variações do VTEC durante tempestades geomagnéticas severas. No entanto, sua utilização não requer dados GNSS em tempo-real, podendo ser utilizado nos casos de indisponibilidade de tais dados. É importante destacar que outras fontes de VTEC podem ser utilizadas no lugar do GIM. Como plano futuro, mais dados devem ser analisados.

POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO EM TEMPO REAL COM CORREÇÕES DE ÓRBITAS E RELÓGIOS DOS SATÉLITES USANDO SERVIÇOS DE MÚLTIPLOS NTRIPCASTERS

HAROLDO ANTONIO MARQUES (1)
ROGÉRIO TAKESHI OYAMA (2)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (3)
MILTON HIROKAZU SHIMABUKURO (4)

Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP - Pres. Prudente - SP
(1) Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
(2) Bacharelado em Ciência da Computação
(3) Departamento de Cartografia
(4) Departamento de Matemática, Estatística e Computação

haroldoh2o@gmail.com, rogeriooyama@yahoo.com.br, { galera, miltonhs }@fct.unesp.br

O posicionamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*) pode ser realizado, dentre outras possibilidades, no modo relativo ou absoluto. Nos últimos anos, a comunidade científica internacional tem reunido esforços para o aprimoramento da estrutura para a realização do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) em tempo real, podendo-se citar, por exemplo, o projeto piloto do IGS (*International GNSS Service*) para tempo real (IGS - *Pilot Projetct*). Para alcançar acurácia da ordem de poucos centímetros com o PPP em tempo real, é necessário ter disponíveis coordenadas precisas dos satélites e correções dos relógios dos satélites (erro do relógio do satélite) em tempo real. As coordenadas podem ser obtidas a partir das efemérides preditas IGU (acurácia melhor que 10 cm), porém as correções dos relógios dos satélites devem ser estimadas em tempo real e enviadas ao usuário para a realização do PPP. A estimativa dessas correções pode ser realizada com base em uma rede de estações GNSS, as quais transmitem os dados em tempo real via NTRIP (*Networked Transport of* RTCM *via Internet Protocol*), por exemplo, para uma estação central . Atualmente, existe a solução que faz parte do projeto piloto do IGS e do projeto GNSS em tempo real da EUREF (*European Reference Frame*) para as correções dos relógios dos satélites, bem como correções para as órbitas em tempo real. Essa solução pode ser obtida, por exemplo, através do software BNS (*BKG Ntrip State Space Server*). As correções geradas podem ser utilizadas pelo usuário para aplicar nas órbitas e relógios transmitidos (efemérides transmitidas) pelos satélites. Essas correções são enviadas em forma de um polinômio de segunda ordem, no caso do relógio do satélite, e em forma de correções orbitais (normal, radial e tranversal) para órbitas transmitidas dos satélites. Para comportar a transmissão dessas correções em tempo real, foi proposto o novo formato RTCM 3.x, o qual passou a incorporar as mensagens de número 1057 a 1068. Existem, atualmente, várias localidades ao redor do mundo (*mountpoints,* denominação do NTRIP) já transmitindo as correções de órbitas e relógios dos satélites. Na FCT/UNESP está em desenvolvimento uma tese de doutorado que objetiva investigar e desenvolver uma metodologia para a estimativa das correções dos relógios dos satélites e para a realização do PPP em tempo real. No caso desse trabalho, apresenta-se a solução de PPP em tempo real utilizando as correções de órbitas e relógios dos satélites transmitidas em tempo real. Para essa solução está em desenvolvimento o software de PPP em tempo real denominado "FCT/RT_PPP". Esse software trabalha como um aplicativo "cliente", o qual é capaz de receber as observações GNSS de código e fase de uma determinada estação vinculada a um *NTRIPCaster*, além de ser capaz de receber as correções das órbitas e relógios dos satélites a partir de outro *NTRIPCaster* diferente. Para tanto, é utilizado o recurso de "*threads*", no qual, as informações transmitidas por cada *mountpoint*, seja dados GNSS ou correções, ficam vinculadas a uma determinada "*thread"*. O processo de comunicação em rede em tempo real, além da decodificação dos dados no formato RTCM foi desenvolvido com base nos códigos dos aplicativos disponíveis no BKG (*Federal Agency for Cartography and Geodesy*). A solução de PPP em tempo real pode ser realizada no FCT/RT_PPP considerando a correção absoluta do centro de fase das antenas (PCV - *Phase Center Variation*), carga de marés oceânicas (OTL - *Ocean Tide Loading*), marés de corpos terrestres (*Earth Body Tide*), entre várias outras. A troposfera pode ser corrigida a partir de modelos ou estimada a partir do processo estocástico *random-walk*. Os efeitos de primeira ordem da ionosfera podem ser eliminados com a combinação ion-free ou podem ser estimados na direção receptor-satélite com base num processo estocástico. Para o controle de qualidade associado ao filtro de Kalman utiliza-se o procedimento DIA (Detecção, Identificação e Adaptação). Os resultados preliminares com o software FCT/RT_PPP utilizando correções de órbitas e

relógios dos satélites atingiram acurácia da ordem de 10 a 20 cm após a estabilização da estimativa das ambiguidades. Neste trabalho serão apresentados os conceitos envolvidos com o PPP em tempo real e o software em desenvolvimento (FCT/RT_PPP), considerando os detalhes da comunicação em tempo real via NTRIP envolvendo dados de múltiplos *NTRIPCasters* com base no recurso de *threads*, além dos resultados obtidos com a solução do PPP em tempo real utilizando as correções de órbitas e relógios dos satélites.

POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO PARA A DETERMINAÇÃO DE ÓRBITAS DE SATÉLITES LEO

HAROLDO ANTONIO MARQUES (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)

Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP - Pres. Prudente - SP
(1) Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
(2) Departamento de Cartografia

haroldoh2o@gmail.com, galera@fct.unesp.br

O método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) tem sido muito utilizado nos últimos anos, seja para fins práticos e/ou científicos. A grande vantagem desse método para o usuário é a necessidade de somente um receptor de dupla frequência, contudo, é necessário ter disponível uma boa estrutura a nível global e praticamente todos os efeitos sistemáticos envolvidos com as observáveis GNSS devem ser modelados adequadamente para que se obtenha acurácia da ordem de poucos centímetros. Em termos de aplicações práticas, esse método pode ser utilizado para posicionamento cinemático de um determinado móvel, seja em tempo real ou num pós- processamento. Para aplicações em tempo real, é necessário ter disponíveis coordenadas precisas dos satélites e correções dos relógios dos satélites (erro do relógio do satélite) em tempo real. As coordenadas podem ser obtidas a partir das efemérides preditas IGU, a qual apresenta, atualmente, acurácia melhor que 10 cm. Porém, as correções dos relógios dos satélites devem ser estimadas em tempo real e enviadas ao usuário para a realização do PPP. A estimativa dessas correções pode ser realizada com base em uma rede de estações GNSS, as quais transmitem os dados em tempo real. No caso desse trabalho, alguns experimentos foram realizados para analisar o posicionamento cinemático em tempo real. Foram utilizados dados de um receptor embarcado no satélite "FORMOSAT-3/COSMIC" com o objetivo de estimar a órbita desse satélite que navega a aproximadamente 800 km de altitude, sendo considerada uma órbita baixa (LEO - *Low Earth Orbit*). Para a realização dos experimentos foram utilizados dois softwares que se encontram em desenvolvimento na FCT/UNESP. O primeiro software, denominado "FCT/RT_Sat_Clock", é capaz de estimar as correções dos relógios dos satélites e o segundo software, denominado "FCT/RT_PPP", é capaz de realizar o PPP em tempo real. Ambos os softwares estão sendo preparados para realizar o PPP em tempo real, porém, também é possível a realização de posicionamento no modo pós-processado (simulando tempo real). A solução de PPP no FCT/RT_PPP pode ser obtida considerando a correção absoluta do centro de fase das antenas (PCV - *Phase Center Variation*), carga de marés oceânicas (OTL - *Ocean Tide Loading*), marés de corpos terrestres (*Earth Body Tide*), entre várias outras. A troposfera pode ser corrigida a partir de modelos ou estimada a partir do processo estocástico *random-walk*. Porém, considerando a altitude do satélite em questão, a troposfera foi desconsiderada nos processamentos. Os efeitos de primeira ordem da ionosfera podem ser eliminados com a combinação ion-free ou podem ser estimados na direção receptor-satélite com base num processo estocástico. Para o controle de qualidade utiliza-se o procedimento DIA (Detecção, Identificação e Adaptação). A estimativa das correções dos relógios é obtida com a aplicação do filtro de Kalman no modo PPP em rede, onde todas as correções relacionadas ao PPP são aplicadas para cada estação de rede com coordenadas bem definidas. Os resultados iniciais mostram que se conseguem melhorias na estimativa das correções dos relógios dos satélites de até 80% quando comparadas com as correções preditas advindas das efemérides IGU. Com relação à determinação da órbita do satélite através do PPP obteve-se uma precisão média melhor que 50 cm. Dessa forma, nesse trabalho será apresentado o PPP em tempo real para a determinação de órbitas de satélites LEO utilizando a estratégia de estimar as correções dos relógios dos satélites para aplicações em tempo real.

VALIDAÇÃO DO MAPGEO2010 E COMPARAÇÃO COM MODELOS RECENTES DO GEOPOTENCIAL

ANA CRISTINA OLIVEIRA CANCORO DE MATOS (1)
DENIZAR BLITZKOW (1)
GABRIEL DO NASCIMENTO GUIMARÃES (1)
MARIA CRISTINA BARBOZA LOBIANCO (2)
SÔNIA MARIA ALVES COSTA (2)

(1) Laboratório de Topografia e Geodésia do Departamento de Engenharia de Transportes
Universidade de São Paulo, EPUSP-PTR, Código Postal 61548, CEP: 05424-970, São Paulo, SP.
dblitzko@usp.br, acocmatos@gmail.com, gabrielguimaraes33@hotmail.com

(2) Coordenação de Geodésia, Diretoria de Geociências.
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro - RJ
lobianco@ibge.gov.br, sonia.alves@ ibge.gov.br

Esse trabalho visa apresentar os procedimentos adotados no cálculo e analisar o novo modelo de alturas geoidais para o Brasil denominado MAPGEO2010, abrangendo a área compreendida pelas latitudes de 6°N e 35°S e pelas longitudes de 75°W e 30°W. Dentro dos esforços recentes os dados de gravimetria terrestre para o continente sulamericano foram atualizados com os levantamentos ocorridos nos últimos anos na Argentina, no Brasil, no Equador e no Paraguai. No Brasil são 13.057 novos pontos gravimétricos. Todas essas novas informações foram validadas utilizando o programa denominado DIVA, desenvolvido por Michel Sarrailh no *Bureau Gravimétrique International (BGI)* que tem sede na cidade de Toulouse, França. O Modelo Digital de Terreno (MDT) escolhido foi o SAM3s_v2, o qual baseia-se no *Shuttle Radar Topography* Mission (SRTM). O mesmo foi usado para a obtenção da anomalia de gravidade de Bouguer completa, do efeito topográfico direto, do efeito topográfico indireto primário, do efeito topográfico indireto secundário, e do efeito atmosférico direto utilizando o pacote computacional canadense *Stokes-Helmert GEOid* (SHGEO). As anomalias médias ar livre com resolução de 5' foi completada na região oceânica com as anomalias derivadas do modelo de altimetria por satélite do *Danish National Space Center* denominado (DNSC08). A componente de curto comprimento de onda foi estimada através do uso da transformada rápida de Fourier (FFT - *Fast Fourier Transform*) usando a modificação do núcleo de Stokes proposta pelos pesquisadores Will Featherstone e Michael G. Sideris em 2003. O modelo de geopotencial EGM2008, até o grau e ordem 150, foi utilizado como referência para remover a componente de longo comprimento de onda da anomalia de Helmert e para repor no final a mesma componente na altura geoidal, no que é denominado de técnica "remover-calcular-repor". O MAPGEO2010 foi avaliado utilizando as alturas geoidais de 804 referências de nível (RRNN) que tiveram suas coordenadas geodésicas determinadas através de observações GPS, agora denominadas GPS/RN. Na análise da comparação relativa foram utilizados 158 pares desses pontos. As alturas geoidais derivadas do MAPGEO2004 (antigo geóide oficial do IBGE) e anomalias de altura derivadas dos modelos do geopotencial mais atuais como EGM2008 (grau 2190 e ordem 2159), GO_CONS_GCF_2_DIR_R2 (grau e ordem 240), GOCO01S (grau e ordem 224) e EIGEN 51C (grau e ordem 359) também foram comparados com os pontos GPS/RN. O novo modelo apresentou melhor consistência com os últimos, tanto na análise da comparação absoluta como na relativa, do que os modelos do geopotencial e o MAPGEO2004. A diferença padrão da análise da comparação absoluta apresentou valor igual a 0,32 m e acurácia relativa igual a 0,58 cm/km. O EGM2008 de grau e ordem totais apresenta um resultado muito próximo ao novo modelo geoidal, tendo valores iguais a 0,33 m e 0,61 cm/km. Os outros modelos do geopotencial apresentaram resultados muito próximos entre si, com o desvio padrão da análise da comparação absoluta em torno de 0,60 m e a acurácia relativa superior a 1 cm/km. Foi feito um estudo igualmente da consistência do novo modelo em relação à altura da superfície da água em função da distância do estuário dos principais rios da Amazônia para a média mensal de outubro/2008 (água baixa) e junho/2009 (água alta). O mesmo mostrou-se também bastante confiável para região amazônica. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) adotou o MAPGEO2010 como o modelo geoidal oficial para o Brasil e está disponível no sitio do referido órgão responsável pela Geodésia no Brasil.

MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE LINHA DE COSTA UTILIZANDO O POSICIONAMENTO GPS

SIBELE MAZUR (1)
RUTH DA MAIA MOREIRA (1)
CLAUDIA PEREIRA KRUEGER (1)
RODRIGO MIKOSZ GONÇALVES (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
{bele.mazur;ckrueger}@gmail.com
ru-maia@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife-PE
rodrigo.mikosz@gmail.com

A ocupação desordenada em áreas de praia e a intensa dinâmica natural são os principais fatores que ocasionam problemas de erosão costeira. Em muitos casos, a ocupação urbana é estabelecida muito próxima da linha de costa, e as obras de infra-estrutura não levam em consideração a morfologia e a dinâmica costeira local. Mapear e monitorar esta dinâmica, ou seja, as variações na linha de costa, pode ser realizada utilizando diferentes técnicas para a coleta de dados: a restituição aerofotogramétrica, a interpretação de imagens de satélite ou mesmo técnicas de topografia convencional. O Sistema de Posicionamento Global (GPS - *Global Positioning System*) vem sendo empregado pela UFPR desde 1996 em levantamentos geodésicos de áreas costeiras visando à obtenção da linha de costa, propiciando resultados com precisão decimétrica. A grande vantagem em se utilizar este método de posicionamento por satélites é a acurácia alcançada e a produtividade, pois um grande número de pontos pode ser determinado em um curto período de tempo. Neste trabalho utilizou-se o método de posicionamento relativo cinemático, que permite a coleta de pontos com o equipamento em movimento. Algumas características importantes deste método de posicionamento são destacadas: as trajetórias percorridas entre a estação base e a itinerante são determinadas, o comprimento da linha de base formado deve ser menor que 20 quilômetros e o PDOP (*Position Dilution of Precision*) deve ser menor do que 5. A área de estudo está localizada no município de Matinhos, Paraná, abrangendo aproximadamente 6 quilômetros de linha de costa, entre a praia brava de Caiobá e a praia de Matinhos. Dentre os objetivos deste trabalho destaca-se a continuidade ao estudo do comportamento da linha de costa, utilizando os levantamentos geodésicos históricos. Eles foram realizados nos anos de 2001, 2002, 2005, 2007 e 2008. Buscou-se ainda mapear outros aspectos importantes pertencentes ao zoneamento costeiro, como as linhas de preamar e baixamar e a caracterização temática da área de estudo, que são informações auxiliares para a análise da dinâmica a ser apresentada. O mapeamento temático foi caracterizado pela técnica de reambulação de campo (cadastro) das feições encontradas ao longo da costa, mostrando possíveis obras que estão sendo afetadas e aquelas que podem ser atingidas pelos efeitos da erosão costeira. Com a reunião desses dados cartográficos, foi possível quantificar o avanço e o recuo na posição da linha de costa para um curto período de tempo. Ao mesmo tempo documentou-se dados espaço-temporais importantes, como o mapa temático das feições próximas à costa e o mapa da linha de água, interrelacionando-os aos estudos e monitoramento da dinâmica costeira local. Através de levantamentos realizados em anos anteriores é possível tirar conclusões sobre a dinâmica da linha de costa e utilizar as tendências apresentadas como ferramenta para o planejamento e gestão costeira como, por exemplo, realizar obras de contenção e planejar a infra-estrutura urbana. Como resultados alcançados, conseguiu-se mapear a linha de costa de 2008, caracterizar as feições existentes na orla, quantificar o avanço e recuo existente desde o ano de 2001 até 2008 e sinalizar as áreas críticas nas quais a linha de preamar coincide com a linha de costa. Desta forma, a cartografia se destaca como sendo uma importante ferramenta no planejamento e gestão de áreas costeiras.

ANÁLISE DE MODELOS GLOBAIS DO GEOPOTENCIAL E DO MAPGEO 2010 PARA OS ESTADOS DO MARANHÃO E PIAUÍ.

LINEARDO FERREIRA DE SAMPAIO MELO (1)
SÍLVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
lineardo@yahoo.com.br
sfreitas@ufpr.br

Um Modelo Global do Geopotencial (MGG) é o que representa a distribuição de valores do potencial da gravidade em sobre toda a Terra, com determinadas resoluções espacial e espectral. A partir do MGG pode-se determinar o geopotencial e grandezas derivadas tais com a gravidade (g), a altura geoidal (N), as componentes do desvio da vertical (componente meridiana ξ, componente transversal η), anomalia da gravidade (Δg), distúrbio da gravidade (δg), entre outras grandezas, via valores médios para a resolução espacial dependente do grau n e ordem m de desenvolvimento do modelo em harmônicos esféricos. Considerando as deficiências de informações vinculadas ao geóide nos estados do Maranhão e Piauí, buscou-se analisar o comportamento das alturas geoidais oriundas de diversas fontes para a região, considerando como base de referência observações de altitude elipsóidica com GPS em pontos da Rede Vertical Fundamental do Brasil (RVFB), designando-se esta operação de GPS/RN. Então, foram considerados os MGGs obtidos somente de satélites, tais como os derivados das missões gravimétricas GOCE e GRACE, dos MGGs combinados obtidos da gravimetria por satélites, gravimetria terrestre, altimetria e de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) e comparações utilizando as alturas geoidais do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB calculadas a partir do Modelo de Ondulação Geoidal MAPGEO2010. O estudo envolveu parte da região nordeste do Brasil, compreendida entre os paralelos 3°S e 10°S, e os meridianos 41°W e 47,5°W, onde o MAPGEO 2010 apresenta as maiores discrepâncias nos pontos onde existem observações da altitude elipsoidal sobre pontos da RVFB - GPS/RN. Foram utilizados para a análise dados do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e alturas geoidais dos modelos aiub-grace02s e itg-grace2010s da missão GRACE; go_cons_gcf_2_dir, go_cons_gcf_2_tim e go_cons_gcf_2_spw da missão GOCE; goco01s de ambas as missões e para os MGGs combinados foram utilizados o EGM2008, EIGEN GL 04C e EIGEN 05C que são modelos combinados de dados de satélites (GRACE, Lageos), altimetria e gravimetria, em seus graus máximos de desenvolvimento. Para o estudo foram selecionadas 20 estações GPS/RN do IBGE distribuídas na área de estudo, sendo que para cada estação foi calculado o valor da altura geoidal para os diversos MGGs em função das informações disponíveis no sítio do *International Center for Global Earth Models* (ICGEM). Para realizar a diferenças entre estes modelos utilizou-se suas realizações em grades a partir das quais foi possível efetivar-se diferenças entre os modelos gerados e efetivadas comparações com a base de referência GPS/RN, Foram realizadas duas atividades principais ou etapas: a primeira consistiu na diferença dos MGGs e o modelo de ondulação geoidal brasileiro MAPGEO2010; a segunda na diferença dos MGGs e o modelo digital dos pontos das estações geodésicas GPS/RN. Os MGGs foram analisados com bases em estatísticas, na forma relativa, pela diferenças das alturas geoidais entre os 20 pontos distintos obtidos das estações geodésicas GPS/RN e as alturas geoidais dadas por cada um dos modelos. Posteriormente foram feita as diferenças entre os resultados da etapa anterior para em seguida calcular o erro, que foi encontrado com a diferença entre as alturas geoidais dividido pela distância entre os pontos, obtendo os resultados em cm/km. Empregou-se o GRS 80 neste estudo pelo fato do mesmo ser a base do SIRGAS2000, atual Sistema Geodésico de Referência (SGR) do Brasil, realizado para a época 2000,4, vinculado ao ITRF 2000. A análise absoluta foi também efetivada via estatística para cada um dos modelos analisados. Neste particular, levou-se em consideração o número de pontos, as diferenças entre os modelos e a base de referência, e a partir das diferenças, valores mínimo, máximo, médio e desvio padrão, bem como o erro médio quadrático (RMS - *Root Mean Square error*). A partir da análise relativa é possível observar que os MGGs que apresentaram melhores resultados foram os que possuem maior resolução espacial. Fazendo a média de todos os MGGs o erro é -0.0018129 cm/km sendo que o modelo que apresentou valor mínimo foi o aiub-grace02s com -0.0216796 cm/km e valor máximo o modelo go_cons_gcf_2_dir com 0.0107793 cm/km. Já os resultados da análise absoluta, que mostram menor desvio sistemático foram os modelos go_cons_gcf_2_dir e o goco01s, 0.3019190 m e 0.3175931 m respectivamente, e com maiores desvio sistemático os modelos MAPGEO2010

com -0.4780500m, seguido do modelo EGM2008 com 0.4334348m. Agora quando analisados o RMS os modelos que apresentaram menores valores foram o goco01s com 0.3910594m e o modelo go_cons_gcf_2_tim com 0.3970740 e maiores RMS os modelos aiub-grace02s e MAPGEO2010 com os valores de 0.5748560 m e 0.5547394 m, respectivamente.

AVALIAÇÃO DE MODELOS DE PREDIÇÃO DE CINTILAÇÃO IONOSFÉRICA PARA A AMÉRICA LATINA

MARCO AURÉLIO MORAES DE MENDONÇA (1)
HELOÍSA ALVES DA SILVA (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)

(1) Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP
(1,2) Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
mammendonca@gmail.com, heloh2o@gmail.com, galera@fct.unesp.br

Com a difusão da tecnologia GNSS (*Global Navigation Satellite System*), devida muitas vezes à redução dos preços dos receptores e ao aumento de novas aplicações possíveis, cada vez mais surgem novas técnicas de mitigação dos erros em posicionamento. Tendo em vista, portanto, o contexto da refração dos sinais advindos dos satélites na atmosfera terrestre, destacam-se os efeitos da ionosfera sobre o posicionamento. A ionosfera é a camada da atmosfera terrestre que, para a Geodésia, inicia-se na altitude de aproximadamente 50 até 1000 Km e diferencia-se pelo fato de conter elétrons livres na sua composição e, consequentemente, íons que acabam interferindo no campo magnético das ondas eletromagnéticas que por ela refratam. Nessa camada muitas vezes acabam por ocorrer graves interferências nas transmissões, fazendo com que por vezes os receptores não sejam capazes de rastrear tais sinais avariados, tanto em amplitude quanto na sua frequência. Um dos acontecimentos que causam esses efeitos nos sinais é a chamada cintilação ionosférica. Quando há uma rápida variação na quantidade de íons na atmosfera, há também uma variação brusca no campo eletromagnético afetando os sinais que por ela refratam, causando o efeito citado e dificultando o rastreamento por parte do receptor, pois este não tem capacidade de perceber essas variações e absorver no processo de gravação dos dados. Com o problema apresentado, a solução mais comum hoje em dia é o uso de modelos de predição desse fenômeno para que possa ser feita a mitigação, seja excluindo os dados e interrompendo temporariamente a solução de posição, seja adaptando o modelo estocástico no ajustamento dos dados GNSS pelo Método dos Mínimos Quadrados. No caso da modelagem estocástica pode-se levar em consideração, por exemplo, os valores de índices de amplitude e fase da cintilação ionosférica, dentre outros parâmetros. Esses modelos de predição são estimados de diversas formas, podendo ser através de dados de satélites, dados de sensores – como ionossondas, por exemplo, dados geofísicos e outros. Atualmente, a grande maioria dos modelos é praticamente adequada para as regiões norte-americanas e europeias, sendo de muito pouca efetividade para as regiões equatoriais e tropicais. Como exemplos, temos os modelos de *Fremow* e *Rino*, *Wide-Band Model*, *Global Ionospheric Scintilation Model* e o modelo WAN – *Wernick Alfonsi Materassi*. Todos eles desenvolvidos e com parâmetros calibrados e adequados para regiões de altas latitudes e baixa atividade ionosférica, o que se sabe, não é a realidade da América Latina. Dessa forma, tais modelos estão sendo testados com relação à efetividade na predição da cintilação ionosférica e o impacto do erro ou acerto da predição no posicionamento por satélites. Os experimentos estão sendo planejados de modo a realizar tais testes de impactos no âmbito do posicionamento relativo estático, relativo cinemático e PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) em diversas regiões da área de estudo e em diversos momentos de modo a cobrir possíveis alterações na ionosfera que causem problemas aos sinais. Resultados preliminares dos testes mostram que é necessária a adaptação desses modelos com novos parâmetros que se adequem à região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e à América Latina em geral. Ainda no contexto da cintilação ionosférica, o projeto CIGALA (*Concept for Ionospheric Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America*), o qual a FCT/UNESP é uma das participantes, visa adequar modelos de predição de cintilação ionosférica para a região em estudo. Com os resultados preliminares e o direcionamento do projeto, espera-se encontrar o modelo mais adequado e oferecer uma base para a decisão sobre qual deve ser utilizado. Todos esses aspectos serão apresentados na versão final do trabalho.

RADIO OCULTAÇÃO GPS A BORDO DO SATÉLITE BRASILEIRO LATTES-1

JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)
HISAO TAKAHASHI (2)
FABIO BECKER-GUEDES (2)

(1) Universidade Estadual Paulista - UNESP
Presidente Prudente, SP
Departamento de Cartografia
galera@fct.unesp.br

(2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
São José dos Campos, SP
hisaotak@laser.inpe.br
fabio@dae.inpe.br

O INPE planeja construir satélites de pequeno porte para atender demandas da comunidade científica nacional e internacional. Dois tipos de missão estão previstas. As missões de Geofísica Espacial geram dados sobre fenômenos geofísicos e aeronômicos, típicos do hemisfério sul e da região equatorial. Os satélites de Astrofísica visam obter observações inéditas para pesquisa. As missões propostas com satélites científicos enquadram-se em duas classes do plano previsto pela Engenharia do Instituto: satélites LEO na classe de 100 kg, tendo como base o lançador VLM em desenvolvimento no DCTA, e os satélites LEO na classe de 500 kg, baseados na plataforma multimissão (PMM). A PMM denominada LATTES-1, com altitude de 650 km e inclinação de 15$_0$, com lançamento previsto para 2014, será composta de duas missões: EQUARS, par a o Clima Espacial e a MIRAX, par a a Astr ofísica. A missão EQUA RS (Equator ial Atmosph er e Res ear ch Satellite) visa o estudo d os pr ocess os dinâmicos e fotoquímicos na baixa, media e alta atmosfera e ionosfera na região equatorial. Ela contará com vários experimentos, a saber: IONEX – Experimentos do Plasma Ionosférico; ELISA – Analisador de Energia Eletrostática; GLOW – Fotômetro Infravermelho; GROM – Receptor GPS; APEX – Detector de Partículas e CITRIS – Receptor Beacon. O experimento GROM (GPS Radio Occultation Measurement) envolverá o receptor GPS espacial denominado IGOR (Integrated GPS Occultation Receicer) que será responsável pela coleta de dados GPS no espaço. O modelo de engenharia do IGOR já se encontra nas dependências do INPE, e os primeiros experimentos para testar sua capacidade estão sendo realizados. Neste trabalho serão apresentados detalhes do experimento GROM e do receptor IGOR, fundamentos da Radio Ocultação e sua sinergia com a Geodésia e as possibilidades de aplicações, incluindo a Meteorologia e Aerornomia, envolvendo estudos da ionosfera. Resultados dos experimentos que estão sendo realizados também farão parte da apresentação.

A CONTRIBUIÇÃO DO PROJETO TEMÁTICO REDE GNSS-SP PARA A ÁREA DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E AFINS

JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)
PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (1)
LUIZ FERNANDO SAPUCCI (2)
DENIZAR BLITZKOW (3)
JOSÉ PAULO MOLIN (4)

(1) Universidade Estadual Paulista – UNESP – Presidente Prudente
Departamento de Cartografia
Presidente Prudente, SP
galera@fct.unesp.br

(2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Cachoeira Paulista, SP
Luiz.sapucci@cptec.inpe.br

(3) Escola Politécnica da USP – Departamento de Transportes
São Paulo, SP
dblitzko@usp.br

(4) Escola de Agricultura Luiz de Queiróz – ESALQ
USP – Piracicaba, SP
jpmolin@esalq.usp.br

O projeto temático intitulado "GNSS: investigações e aplicações no posicionamento geodésico, em estudos relacionados com a atmosfera e na agricultura de precisão", conhecido sob a denominação Projeto Temático GNSS-SP, é financiado pela FAPESP e realizado sob liderança da UNESP de Pres. Prudente, contando com a participação do CPTEC/INPE, da EPUSP-PTR-LTG e da ESALQ. O projeto teve início em Outubro de 2008 e tem duração prevista de quatro anos. O tema central é o GNSS, como o título sugere, abrangendo o desenvolvimento de algoritmos diversos e suas aplicações em várias áreas, incluindo a Geodésia, a Meteorologia, a Aeronomia e a Agricultura de Precisão. No momento, praticamente toda a infra-estrutura do projeto está disponível, incluindo um Centro de Dados e de Processamento (CDP) GNSS, uma rede de estações GNSS, com monitoramento contínuo. Os receptores da referida rede estão conectados com estações meteorológicas (PTU), proporcionando dados em tempo real via NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol). Além disso, o CPD disponibiliza programas computacionais para processamento de dados, gerando o atraso troposférico, IWV (Integrated Water Vapor), série temporal de coordenadas e produtos ionosféricos. Adicionalmente, com contribuição do projeto e de outras fontes, dados gravimétricos foram coletados e um modelo geoidal com resolução de 5' foi produzido para o estado de São Paulo, com acurácia esperada da ordem de 10 a 20 cm. No que concerne à agricultura de precisão, um dispositivo transportável, capaz de permitir a realização de testes com RTK (Real Time Kinematic) em condições reais de campo, foi desenvolvido e os primeiros testes realizados. Um sistema para RTK em rede também se encontra em funcionamento. No que se refere à meteorologia, com a operacionalização dessa rede, a região por ela ocupada estará munida da mais densa rede de informação da umidade atmosférica, com potencial impacto positivo para a melhoria das previsões meteorológicas, trazendo benefícios diretos para sociedade. Outro ponto a ser destacado é o fato das estações meteorológicas instaladas junto aos receptores terem sido sistematicamente certificadas e calibradas pelo Laboratório de Instrumentação Meteorológica do CPTEC-INPE segundo as normas mundiais de metrologia, as quais podem ser consideradas a primeira rede meteorológica na América do Sul com tais atributos, servindo de referência para outros sensores na região e de modelo para outras redes que venha ser instaladas no futuro. Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar a situação atual do projeto, colocando detalhes de sua execução, problemas encontrados e os primeiros resultados, além daqueles esperados até o final do mesmo. A contribuição do projeto para a área de Ciências Geodésicas e afins será destacada.

THE CIGALA PROJECT FOR INVESTIGATION OF LOW LATITUDE SCINTILLATIONS IN BRAZIL

JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)
MARCIO AQUINO (2)
BRUNO BOUGARD (3)
GIORGIANA DE FRANCESHI (4)
SANTIAGO SOLEY(5)

(1) Universidade Estadual Paulista – UNESP – Presidente Prudente
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente, SP
galera@fct.unesp.br

(2) The University of Nottingham, Nottingham, UK
Marcio.Aquino@nottingham.ac.uk

(3) Septentrio N. V., Leuven, Belgium
Bruno.Bougard@septentrio.com

(4) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy
giorgiana.defranceschi@ingv.it

(5) Pildo Consulting S.L., Barcelona, Spain
santiago.soley@pildo.com

The fluctuations in the phase and amplitude of a signal crossing a region of electron density irregularities in the ionosphere is referred as ionospheric scintillation. This phenomenon very frequently occurs with the GNSS satellites signals. Such disturbances can cause serious degradation on GNSS system, including integrity and accuracy. Two indices are internationally adopted to characterize ionospheric scintillations: the amplitude scintillation index, S_4, which is the standard deviation of the received power normalized by its mean value, and the phase scintillation index, σ_Φ, which is the standard deviation of the de-trended carrier phase. At low latitudes regions like in Brazil, scintillations occur very frequently and can be quite intense. This is because the low latitudes show a characteristic feature of the plasma density, known as the equatorial anomaly, for which a plasma density enhancement is produced and it is seen as crests on both side of the magnetic equator. It is a region where the electron density is considerably high and inhomogeneous, producing ionospheric irregularities structures causing scintillations. The upcoming solar maximum, with maximum peak around May 2013, will occur at a time when the reliance on high-precision GNSS has reached important proportions. Understanding and monitoring of scintillations are essential, so that warnings and forecast information can be made available to GNSS end users, either for global system or local augmentation network administrators, like RBMC (Brazilian Continuous GNSS Network) in order to guarantee the necessary levels of accuracy and integrity of high precision and/or safety-of-life applications, like avionics. When faced with severe geospatial perturbations, mitigation tools to minimize destructive effects on satellite signals tracking (loss of lock, degradation of accuracy resulting in poorer satellite availability) are indeed needed. In this context, the challenge of the CIGALA (Concept for Ionospheric scintillation mitiGAtion for professional GNSS in Latin America) project, co-funded by the European GNSS Supervisory Authority (GSA) through the European 7th Framework Program, is to understand the causes of ionospheric disturbances and model their effects in order to develop novel counter-measure techniques to be implemented in professional multi-frequency GNSS receivers. This 2-year project started on February and preliminary results are available. At moment of this writing, three GNSS monitoring stations, of a total of eight, are collecting data. In this presentation we will describe the CIGALA project including the expected scientific advancements to understand and characterize ionospheric scintillation in Brazil. The preliminary results obtained so far will also be presented.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS NOVOS SINAIS GNSS

JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (1)
HELOÍSA ALVES DA SILVA (2)
MARCO AURÉLIO MORAES DE MENDONÇA (2)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográfica – PPGCC
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente, SP
galera@fct.unesp.br, heloh2o@gmail.com, ammendonca@gmail.com

Atualmente, receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) capazes de rastrear os satélites dos sistemas GPS (*Global Positioning System*) GLONASS (*Global Orbiting Navigation Satellite System*), Compass e Galileo já são uma realidade. Alguns deles proporcionam várias opções de dados, tais como a observável L1C, bastante conhecida dos usuários, mas também a L1P, uma opção não muito divulgada e discutida nos diversos eventos da área, bem como alguns novos sinais GPS, como a L5, por exemplo. Isto proporciona a oportunidade de analisar a qualidade das observáveis de pseudodistância e fase da onda portadora dos diversos sistemas a partir das medidas realizadas pelos receptores GNSS. Neste trabalho, a análise envolverá os dados relativos aos satélites GPS, GLONASS e Galileo, coletados com os receptores PolaRxS PRO da Septentrio, instalados na FCT/UNESP (Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP) e pertencentes ao projeto CIGALA (*Concept for Ionospheric Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America*) (http://www.galileoic.org/la/?q=node/322). Atualmente, esses receptores estão com *firmware* ainda em versão Beta, o qual é capaz de rastrear o sinal E5 do Galileo na sua totalidade (broadland), diferentemente dos demais receptores, que em geral, rastreiam apenas parte da banda desse sinal, ou seja, a E5a ou a E5b. Para a realização do experimento, dois desses receptores foram conectados na mesma antena via um divisor de sinais (*spliter*) visando reduzir efeitos de multicaminho e também reduzir ou eliminar os efeitos da ionosfera a partir do processo de diferenciação das observáveis. Nesse trabalho, como as efemérides dos satélites Galileo (GIOVE-A e GIOVE-B) não são disponibilizadas ao público é utilizado o conjunto de equações livre da geometria (*geometry free)*. A solução do sistema de equações livre de geometria pode ser realizada a partir do ajustamento de observações pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) no modo recursivo, com a possibilidade de eliminação dos parâmetros de não interesse. Dispondo de dados GPS, GLONASS e Galileo, torna-se possível inferir sobre a qualidade dos mesmos. Isto pode ser realizado por meio da solução das ambigüidades ou através da análise de resíduos resultantes. Sendo assim, a análise ficará restrita ao espaço livre da geometria o qual permitirá determinar a qualidade de todas as observáveis coletadas, bem como a capacidade de solucionar as ambigüidades das duplas diferenças. Nesse trabalho, serão apresentados e discutidos os conceitos envolvidos com os novos sinais GNSS (GPS, GLONASS e Galileo), os quais estão sendo coletados por receptores PolaRxS PRO disponíveis na FCT/UNESP, bem como os resultados e respectivas análises do experimento no espaço livre da geometria visando avaliar a qualidade das novas observáveis GNSS.

DETERMINAÇÃO DE ALTITUDES CIENTIFICAS: CASO DE ESTUDO DA LINHA DE NIVELAMENTO 8G TALCAHUANO–ANTUCO (CHILE)

HENRY MONTECINO (1)
AHARON CUEVAS (2)
JUAN CARLOS BAEZ (2)
SÍLVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
henrymontecino@gmail.com
sfreitas@ufpr.br

(2) Universidade de Concepción
Departamento de Ciências Geodésicas e Geomática, Los Angeles - Chile
aharoncuevas@udec.cl
jbaez@udec.cl

Nos últimos anos, muitos esforços foram realizados para estabelecer um referencial vertical "único", tanto no posicionamento horizontal como no vertical. Na América, o responsável por esta tarefa o projeto SIRGAS (Sistema de Referência Geodésico para as Américas) via seu Grupo III de trabalho. Na perspectiva de rede vertical única no continente, pretende-se incorporar altitudes de tipo físico aos sistemas de referência clássicos, que limitaram-se à uma interpretação unicamente geométrica. Na determinação das altitudes era realizada apenas com nivelamento geométrico, enquanto que os erros de fechamento eram outorgados a erros nas observações. No entanto a situação não era verdadeira, visto que altitudes com significado físico devem ser determinadas por nivelamento geométrico associado a gravimetria. Quando muito a informação gravimétrica inserida atendia apenas ao fato do não paralelismo das superfícies equipotenciais teóricas com a latitude. Na realidade, esta correção não atende à dependência do trajeto percorrido do nivelamento devido a heterogeneidades laterais na distribuição de massas topográficas. O estabelecimento de um sistema de referência vertical único requer da incorporação de altitudes com sentido físico real, ou seja, que na determinação das mesmas considere-se o campo da gravidade real da Terra. Deste modo, na presente pesquisa são apresentadas distintas metodologias para a determinação de altitudes do tipo físico e suas correspondentes correções, avaliando o comportamento de acordo com os resultados obtidos na análise da linha de nivelamento 8G TALCAHUANO–ANTUCO (Chile), informação que foi fornecida pelo Instituto Geográfico Militar (IGM). Esta linha foi constituída de 9 estações, as quais continham alturas elipsoidais, desníveis geométricos, observações de gravidade e coordenadas geodésicas. A cada um dos pontos calculou-se as altitudes: dinâmicas, Helmert, Ramsayer, Ledesteger, Baranov, Molodensky, Vignal e Bomford. Saliente-se que a comparação das correções dos diferentes tipos de altitudes foi feita em relação aos desníveis geométricos fornecidos pelo IGM, isto com o objetivo de conhecer o comportamento das diferentes altitudes em relação às altitudes niveladas divulgadas pelo IGM. Desta forma, as altitudes de Baranov apresentaram as correções mais depreciáveis com um RMS=1,3mm., ao passo que as normais de Molodensky e Vignal apresentaram um RMS=2,4mm. As maiores correções foram obtidas nas altitudes calculadas segundo Bomford com um

RMS=161,3mm. Além disso, foi possível obter altitudes "ortométricas" a partir de medições GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), com a aplicação de um MGG (Modelo de Geopotencial Global) não obstante, sua determinação dependeu logicamente da qualidade do referido modelo. As correções obtidas aplicando o modelo de geopotencial EGM96 alcançaram um RMS=62,8 cm.

ANÁLISE GEODÉSICA DE DEFORMAÇÃO DA REDE GNSS SP: RESULTADOS

JOÃO NAVES DE MORAES (1)
JOÃO CARLOS CHAVES (2)

(1) Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Curso de Graduação em Eng. Cartográfica, Presidente Prudente - SP
joaosevan@gmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
jcchaves@fct.unesp.br

Este trabalho tem por objetivo identificar o modelo de deformação para a estrutura geodésica constituída pelas estações da Rede GNSS SP, com base nos deslocamentos e nos parâmetros de deformação de cada estação. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) concedeu auxílio e bolsa para esta investigação (Processos 2008/09947-2 e 2009/06384-0). A análise de deformação da superfície terrestre ou de uma estrutura artificial objetiva determinar o mecanismo de deformação sob a ótica do objeto de estudo como um sistema mecânico que sofre deformações de acordo com as leis da Mecânica do Contínuo. Consideram-se duas etapas no processo de monitoração geodésica de deformação: a primeira refere-se à determinação dos deslocamentos dos pontos selecionados na estrutura investigada; a segunda corresponde à obtenção dos parâmetros de deformação por análise geométrica. Para analisar a estabilidade da Rede GNSS SP, constituída pelas estações ILHA, LINS, OURI, ROSA, SJRP, PPTE e SPAR, escolheu-se dez estações de referência, PARA/UFPR e nove estações IGS (BRAZ, CHPI, LPGS, SCUB, UNSA, CRO1, MANA, ISPA, OHI2); as estações IGS foram selecionadas com base no relatório Nº 86 do DGFI (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*). O período de dados abrande de janeiro/2007 a dezembro/2010. Para a aplicação dos parâmetros de deformação em estruturas geodésicas, adotam-se duas hipóteses simplificadoras: i) admite-se que o processo de deformação subentendido pelas estruturas geodésicas possa ser tratado segundo os preceitos que regem as teorias de deformação homogênea e infinitesimal, considerando-se a vizinhança de um vértice de uma rede geodésica definida pela região que encerra todos os vértices a ele conectados por observações e que a ordem de grandeza dos deslocamentos relativos de dois vértices vizinhos é pequena, em comparação com a distância que os separa; ii) a obtenção de informações sobre possíveis deformações na estrutura geodésica se faz com base na análise dos deslocamentos dos vértices, em decorrência de um elemento inconsistente na estrutura, onde estes deslocamentos podem ser detectados, quando comparar dois conjuntos de coordenadas oriundos de ajustamentos diferentes, ou, em épocas distintas, ou, se em um deles introduz-se uma observação incompatível com as demais. Este problema consiste na determinação das componentes do tensor de deformação, ε_{ij}, com base na relação existente entre as deformações e os deslocamentos. As três deformações específicas $(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z)$ e as três deformações de cisalhamento simples $(\gamma_{xy}, \gamma_{xz}, \gamma_{yz})$, contidas no tensor de deformação simétrica, juntamente, com as três rotações diferenciais $(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ contidas no tensor de deformação assimétrica, denominam-se parâmetros de deformação. Estes nove parâmetros descrevem a deformação de um corpo em três dimensões. Os parâmetros que representam a deformação propriamente dita (normal ou de cisalhamento) indicam a variação média (no sentido do critério dos mínimos quadrados) da distância que separa o vértice em análise de seus vizinhos, retratando deste modo uma variação de escala. O parâmetro relacionado com a rotação diferencial retrata a variação média, em orientação, as direções para o vértice analisado, dentro do sistema de coordenadas adotado. Com relação aos valores dos parâmetros de deformação lineares e angulares estimados, não houve alteração significativa entre as estações da Rede GNSS SP. As estações ILHA e LINS tiveram os maiores valores de máxima deformação. Em relação aos cisalhamentos simples e rotações diferenciais, os maiores valores correspondem às estações PPTE e LINS. As elipses de deformação, referentes aos planos XY e XZ apresentaram orientação muito próxima para as estações OURI, ROSA e ILHA para os dois planos; a estação ILHA apresentou as maiores diferenças entre os semi-eixos calculados, tanto para o plano XY quanto para o plano XZ. Quanto à orientação das elipses, os valores encontrados para as estações PPTE, SJRP e LINS diferem das demais estações. No cálculo da variação linear entre as estações, utilizou-se as coordenadas diárias em um total de oito épocas com o espaçamento de cinquenta dias entre cada época. Com isto, obteve-se as distâncias lineares entre as estações da rede GNSS para três

estações mais significativas e boa distribuição geométrica, no caso as estações ILHA, OURI, ROSA. A variação linear entre as estações não apresentou resultados significativos, as variações praticamente foram similares na casa do milímetro. A estação ILHA apresentou um desvio padrão satisfatório, comparado com as demais. Para analisar a variação entre as épocas, estabeleceu-se os valores obtidos na primeira época como referência e realizou-se a diferença entres os valores das demais épocas. Para a variação angular, utilizou-se de ferramentas desenvolvidas pelo NGS (*Nacional Geodetic Survey*), o programa *XYZ Coordinate Conversion*, usado para converter as coordenadas do sistema cartesiano geocêntrico para coordenadas geodésicas e o programa (*Inverse /Forward/ Invers3D /Forwrd3D*) que se refere ao problema Inverso, o qual calcula os azimutes geodésicos entre cada estação, além da distância elipsoidal entre as estações. Para o cálculo da variação angular entre as estações, utilizou-se as coordenadas diárias das estações, para um total de seis épocas com o espaçamento de cinquenta dias entre cada época, calculou-se os azimutes geodésicos entre as estações, ILHA e OURI, OURI e ROSA e, por fim, ROSA e ILHA. De maneira similar ao caso angular, considerando-se a primeira época como referência, as variações angulares entre as estações não foram significativas; a variação máxima foi de 1" de arco. Analisando as discrepâncias e os valores obtidos, os resultados se mostraram coerentes, pois as estações estão em uma região de baixa atividade sísmica. Assim, com o uso do GNSS pôde-se determinar parâmetros de pequena magnitude e com alta confiabilidade. Com relação ao campo de velocidade, geralmente este indica a rotação no sentido anti-horário; fato também demonstrado para a área de estudo e confirmado em referências sobre o assunto; estudos mais avançados sobre os vetores de tensão devem ser realizados. A análise do campo de velocidade e dos campos de tensão dão indícios de que as regiões são separadas por zonas de falhas. Finalizando, constatou-se que ocorreu um deslocamento entre o início e o término do estudo para as estações da rede, entretanto, a variação esteve abaixo da precisão do método utilizado e pelo período do estudo não é possível fazer uma avaliação segura quanto à deformação da rede.

TESTE DE CONGRUÊNCIA GLOBAL APLICADO NA ANÁLISE GEOMÉTRICA DA REDE GNSS SP: RESULTADOS

JOÃO NAVES DE MORAES (1)
JOÃO CARLOS CHAVES (2)

(1) Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Curso de Graduação em Eng. Cartográfica, Presidente Prudente - SP
joaosevan@gmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
jcchaves@fct.unesp.br

A viabilidade da detecção dos movimentos do objeto de estudo depende da estabilização da rede de monitorização próximo ao local de investigação. Assim, a verificação da estabilidade dos pontos da rede de controle ocorre com teste de congruência, onde se verifica as possíveis diferenças de coordenadas entre as épocas analisadas. Este teste detecta se um grupo de pontos (rede) permanece estável ou não. A rede é constituída por um conjunto de pontos comuns entre as épocas, por pontos que materializam a rede de referência, ou, por aqueles que pertencem a um bloco específico da rede. O teste de congruência permite investigar se a variação nas coordenadas do ponto entre as épocas distintas é significante. O teste de localização geométrica investiga qual ponto, ou, quais pontos, numa época específica, sofreram deslocamento significativo. A Rede GNSS SP implantada no oeste do estado de São Paulo com auxílios concedidos pela FAPESP (Processos 04/09235-1, 04/03384-5, 2006/04008-2), viabilizou as pesquisas referentes aos Processos 2008/09947-2 e 2009/06384-0, nas quais, realiza-se o Teste de Congruência Global para a respectiva rede. A condição estatística para considerar as observações de k épocas como congruentes é que as coordenadas estimadas dos pontos sejam iguais em todas as épocas (hipótese nula) H_o: $E\{x_1\} = E\{x_2\} =...= E\{x_k\}$. Nesta hipótese, o vetor deslocamento entre duas épocas é expresso por $d = x_2 - x_1$, com a matriz dos co–fatores $Q_d = Q_{u1} + Q_{u2}$ e a sobretaxa da soma do quadrado dos resíduos é $R = d^T Q_d\, d$. O tratamento aplicado à hipótese nula baseia–se na distribuição F de Snedecor, ou seja, $F_o = (d^T Q_d d)/(\sigma^2_{posteriori}.h^*)$. Assim, define-se a probabilidade do teste estatístico apropriado à aceitação da hipótese nula como: $P\{F_o > F_{h^*,f^*,1-\alpha}/H_o\} = \alpha$ onde: h^* e f^* correspondem aos graus de liberdade associados a R e Ω, respectivamente. Tendo o seguinte critério: se $F_o < F_{h^*,f^*,1-\alpha}/H_o$, a hipótese nula H_o é aceita (não há deformação); se $F_o = F_{h^*,f^*,1-\alpha}/H_o$, a hipótese nula H_o é rejeitada. Se o teste for bem sucedido, assume-se que as duas épocas são congruentes, ou seja, os pontos envolvidos permaneceram estáveis. Para identificação dos pontos que sofreram deslocamento, bem como a magnitude dos mesmos, realiza–se um teste de localização. Anteriormente à realização do teste, investigam-se as melhores formas de se estabelecer uma "estrutura básica", *frame*, materialização física do sistema de referência com base nas estações geodésicas; para isso, define-se um sistema de referência, *system*, no qual, posições e velocidades são expressas, sugerindo a aplicação ou não do teste. Neste caso, os *softwares* GAMIT-GLOBK disponilizados pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), para as finalidades desta pesquisa, são considerados como o estado da arte, sendo o teste apenas uma confirmação das estações mais estáveis. Com o uso do GAMIT-GLOBK, a abordagem mais simples e mais consistente para a realização do *reference frame*, em geral, para todas as redes, exceto para redes com poucas dimensões, é de incorporar em sua solução 10 ou mais estações cujas coordenadas são incluídas com incertezas pequenas no arquivo *apr*, com base no *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) mais recente. Esta realização se faz com a escolha das estações de referência no processamento GAMIT, selecionando o modo BASELINE, com órbitas IGS fixas, ou, pela inclusão no processamento GAMIT de três a quatro estações IGS que permitem a combinação da solução (h-file) do experimento com a solução (H-file) do MIT. Uma abordagem mais rigorosa para a realização do *reference frame* é por meio das "injunções generalizadas", na qual se minimiza os ajustes das coordenadas das estações de definição do *frame*, enquanto estima-se translação, rotação e escala. Com esta abordagem, todos os pontos de referência são livres para ajustar e qualquer *frame* realizado com um determinado conjunto de estações de referência será diferente de um *frame* realizado com outro grupo apenas em translação, rotação e escala, sem distorção interna. Para a análise da Rede GNSS SP, constituída pelas estações ILHA, LINS, OURI, ROSA, SJRP, PPTE e SPAR, dez estações de referência foram escolhidas, sendo nove IGS (BRAZ, CHPI, LPGS, SCUB, UNSA, CRO1, MANA, ISPA, OHI2) e mais a estação PARA/UFPR. As estações IGS foram

selecionadas com base no relatório Nº 86 do DGFI (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*). Informações sobre a Rede GNSS SP, assim como sua localização encontram-se disponíveis em http://gege.fct.unesp.br/. Uma rigorosa combinação de soluções de coordenadas das estações geodésicas e de velocidades, para cada época do experimento, se faz com o GLOBK, utilizando soluções fracamente injuncionadas. O resultado obtido com a aplicação do teste foi rejeitado. Uma das possíveis causas é a falta de alguns dados que o GLOBK não disponibiliza em sua totalidade, como informações sobre o resumo das combinações das soluções para todas as estações utilizadas; neste caso, o GLOBK apresenta dados sobre um conjunto de estações que participam da materialização do *reference frame*, mas os graus de liberdade disponíveis referem-se ao conjunto total de dados, aproximadamente 282 estações, enquanto o RMSE (*Root Mean Square Error* – Erro Médio Quadrático) corresponde às 32 estações utilizadas na estabilização da rede. Neste trabalho, o teste foi aplicado apenas como uma constatação de que o ponto permaneceu estável nas épocas referidas, pois o GLOBK aplica critérios muito rigorosos (*generalized constraints* - injunções generalizadas) na materialização do *reference frame*, fixando o centro de massa da Terra em aproximadamente 30 mm, e nas posições e velocidades aproximadamente 2 mm e 1mm/ano, respectivamente, no referencial ITRF, definindo um *reference frame* global. O teste aplicado limita-se às estações presentes em ambas as épocas analisadas e que participaram da realização do *frame*. Assim, para a estação BRAZ (Brasília), as épocas consideradas foram as semanas GPS 1461 e 1560, que compreendem os dias 6 a 12 de janeiro de 2008 e 29 de novembro a 09 de dezembro de 2009, respectivamente. Como os graus de liberdade r e h^* foram muito grandes, os valores aproximados para os graus de liberdade do numerador e do denominador para a distribuição F de Fischer foram considerados infinitos, o valor F_o calculado foi de $F_o = 65{,}6834$, para o qual a hipótese nula é rejeitada, já que o valor tabelado é $1{,}00$, ou seja, $F_o > F_{h^*;f^*;(95\%)}$.

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DAS COORDENADAS GEODÉSICAS QUANDO SE EMPREGA HASTES EXTENSORAS COM ATÉ 8 METROS DE ALTURA

NASSAU DE NOGUEIRA NARDEZ (1)
CLÁUDIA PEREIRA KRUEGER (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
nardeznassau@hotmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
ckrueger@upr.br

Alguns sensores empregados na determinação de posições são caracterizados pelo conjunto antena/receptor e possibilitam o conhecimento da posição de um ponto na superfície da Terra. Neste trabalho se faz referência aos sensores de determinação de posição por meio do rastreio de satélites artificiais.

Atualmente dispõe-se dos Sistemas Globais de Posicionamento por Satélites (GNSS) dentre eles cita-se o NAVSTAR-GPS (*NAVigation System with Time And Ranging - Global Positioning System*) e o GLONASS (*GLObal NAvigation Satellite System*). Em breve contar-se-á com um novo sistema de posicionamento global que envolve a União Européia (EU), a ESA (*European Space Agency*) e a indústria européia denominado GALILEO (*European Satellite Navigation System*). Ele é um sistema controlado por autoridades civis e será compatível com o GPS e o GLONASS.

Diversos métodos e equipamentos foram concebidos para resolver a determinação da posição em diferentes níveis de precisão (Krueger, 1996). A maioria dos receptores GNSS comercializados atualmente funcionam no nível do Serviço de Posicionamento Padrão (SPS), o qual permite a determinação da posição a partir do código C/A na portadora L1 (Tiberius, 2003). Nesta classe, enquadram-se os receptores GPS destinados às aplicações civis, tais como os de navegação, os empregados em levantamentos cadastrais e os que processam informações de dupla freqüência para a obtenção de coordenadas de alta precisão (melhor que 1 cm), denominados de receptores geodésicos. Uma das limitações do GPS é a perda de integridade dos sinais. Os sinais GPS se propagam na linha de visada entre a antena do satélite e a antena do receptor e não podem penetrar terra, água e outros materiais. Em situações reais, a linha de visada pode estar limitada ou parcialmente obstruída, por exemplo, por árvores ou construções. Neste caso, ocorre deterioração do sinal a qual afeta a acurácia do posicionamento geodésico em especial nos levantamentos realizados com receptores de dupla freqüência (Van Dierendonck, 1996).

A Lei nº 10.267/01 estabelece a obrigatoriedade do levantamento dos limites definidores do perímetro de imóveis rurais. Os vértices do perímetro devem ser materializados e suas coordenadas geodésicas determinadas atendendo a precisão posicional com tolerância máxima de 50 cm.

Verifica-se no mercado a existência de uma haste extensora com até 8 metros de altura, a qual vem sendo empregada na determinação de pontos limítrofes de propriedades rurais. Neste artigo é apresentada uma técnica para a determinação das coordenadas geodésicas de marcos situados em áreas com obstruções em seu entorno, por exemplo, em áreas florestais. Emprega-se uma haste extensora para erigir a antena do receptor GPS acima da vegetação. Nestes experimentos, foram realizadas medições GPS em dois marcos de coordenadas geodésicas conhecidas com o objetivo de verificar a acurácia deste posicionamento. Um dos marcos encontra-se numa área obstruída pela vegetação e o outro numa área livre das obstruções. A antena GPS foi erigida em diferentes alturas, sendo: 3, 5 e 8 metros em cada marco geodésico. Busca-se verificar a influência do desvio da vertical nas coordenadas geodésicas finais dos rastreios GPS em face de que as coordenadas são obtidas em relação à normal do local e a haste está centrada no ponto com uso de nível de bolha, o qual refere-se à vertical do local. Verifica-se ainda a influência da precisão do nível de bolha nas coordenadas geodésicas finais.

Os resultados preliminares apontaram erros planimétricos de até 26 cm, ocasionados principalmente pela ação do vento lateral na haste. Este estudo poderá verificar a viabilidade do emprego da haste na determinação de coordenadas

geodésicas de pontos de apoio para imagens de satélites com resolução sub-métrica como, por exemplo, imagens Geoyey Pansharp, Ikonos, QuickBird e WorldView. Também poder-se-á indicar a viabilidade de seu emprego visando a obtenção de pontos de apoio para fotogrametria de acordo com a acurácia estabelecida.

USO DE GPS EM LEVANTAMENTOS NO INTERIOR DE FLORESTAS

ADILSON JOSÉ NOVACHAELLEY (1)
MARIA MADALENA SANTOS SILVA SKLARSKI (2)

(1) Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos – PR
Acadêmico de Engenharia Florestal
adilson1203@hotmail.com

(2) Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos – PR
Professora Doutora – Curso de Engenharia Florestal
mariasantos@utfpr.edu.br

A tecnologia de posicionamento por satélites é utilizada para coleta de dados em diversas atividades, tais como: Topografia, elaboração de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), georreferenciamento, monitoramento de veículos, áreas e estruturas. Da mesma forma, esta tecnologia também se tornou acessível aos demais usuários que a empregam em modalidades de lazer, navegação, localização de áreas e em outras atividades nas áreas de Engenharia Civil, Agronômica, Ambiental e Florestal.

Esse estudo objetiva avaliar o comportamento do sinal recebido por um receptor topográfico do Sistema de Posicionamento Global (GPS), no interior de Floresta Estacional Semidecidual, utilizando a antena do receptor em duas alturas diferentes e comparando os dados obtidos após o processamento em software específico. Uma das maiores dificuldades em trabalhos de campo com equipamento GPS é a realização de levantamentos em áreas de vegetação densa. Sendo assim a pesquisa procura realizar o levantamento de dados em trecho de floresta, observando o nível de interferência nos sinais e também a qualidade dos mesmos, visando melhoria dos dados coletados em estudos florestais, aperfeiçoando as técnicas para seu uso em levantamentos topográficos no interior de florestas.

A utilização desta ferramenta na área florestal tem sido muito freqüente, porém a análise da qualidade dos dados ainda é muito incipiente. A praticidade de aplicação desta técnica, aliada as suas vantagens possibilitam uma maior precisão das informações e um planejamento florestal mais harmônico com o ecossistema manejado e de menor custo. Uma vantagem é a melhoria para coleta de informações, que sofrerão menor interferência por parte do usuário. Entretanto um empecilho em seu uso reside no fato de que em ambientes com mata fechada ocorre interrupção na recepção dos sinais dos satélites, comprometimento na qualidade do sinal e efeito de multicaminho. Essas situações geram perda na qualidade dos dados coletados influenciando decisivamente na qualidade dos produtos gerados a partir deles.

O método utilizado para coleta dos dados de campo foi o Método de Posicionamento Relativo Estático Rápido que envolve dois ou mais receptores em uso simultâneo. Um deles permanece fixo na estação de coordenadas conhecidas, e o(s) outro(s) ocupa(m) o(s) ponto(s) de interesse (coordenadas desconhecidas), realizando observações simultâneas dos sinais dos satélites. Neste posicionamento as coordenadas são determinadas com relação a um referencial, materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas.

O aparelho utilizado para coleta dos dados na base fixa foi um equipamento geodésico (capaz de receber sinais das portadoras L1 e L5, no interior da floresta foi empregado um receptor topográfico com coletora portátil de conexão bluetooth.

Em estudo preliminar foram realizadas coletas em 05 pontos, sendo um deles em borda de Floresta Estacional Semidecidual, e os outros 04 pontos no interior da mesma. Foram realizadas 02 coletas de dados em cada ponto, sendo uma com antena em altura aproximada de 1,60m em relação ao solo. Posteriormente foi realizada outra coleta com altura da antena aproximada de 6,90m do solo.

Com base nos dados coletados observou-se que nos pontos rastreados no interior da mata quando a antena é elevada há uma redução no valor do desvio padrão dos sinais coletados. Observa-se que houve perda do sinal de recepção em alguns pontos. Esta perda de sinal pode ser atribuída às condições de posicionamento dos satélites naquele momento. Esta situação pode ser minimizada com a realização de um pré-planejamento do rastreio a ser executado.

Em nova fase do levantamento será feito comparação entre diferentes alturas de antena, em um número maior de pontos no interior da floresta, bem como modificações na máscara de corte dos satélites observados. Entretanto, os dados até agora coletados demonstram a viabilidade desta metodologia de campo, a qual se mostrou eficaz na coleta de

dados de posicionamento com aparelho GPS no interior de florestas. Também vale ressaltar a importância do desenvolvimento de equipamentos que auxiliem na coleta dos dados, como por exemplo, utilização de uma haste retrátil, de baixo peso e que possa ser manuseada de forma prática no interior de matas e locais de difícil acesso. Equipamentos desse tipo podem inclusive auxiliar na melhoria dos sinais, podendo-se acoplar ao mesmo mecanismo um dispositivo que facilite a fixação da antena, diminuindo o deslocamento que a mesma possa sofrer devido ação de ventos.

Esta metodologia pode contribuir para disseminar este tipo de técnica de posicionamentos em florestas nativas ou plantadas onde se faz necessária a coleta de pontos georreferenciados para controle, inventário florestal, elaboração de mapas para averbação de Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente. A introdução desta pesquisa em âmbito florestal vem a contribuir com a inserção e popularização das ciências geodésicas aplicadas às ciências florestais, como mecanismo de gerenciamento de áreas de florestas.

GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS DE ACORDO COM A SEGUNDA EDIÇÃO/ REVISADA DA NORMA TÉCNICA DO INCRA - ESTUDO DE CASO NA CHÁCARA SÃO GABRIEL, LAPA-PR

ALYNE RAMINELLI SIGUEL (1)
ORIENTADOR: PROF.ª DRA. MARIA APARECIDA Z. ZANETTI (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
alynesiguel@gmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
mazz@ufpr.br

Com a aprovação da Lei Federal n° 10.267 de 28 de agosto de 2001 e seus Decretos regulamentadores, o INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária em atendimento ao que preconiza a Lei, busca através do georreferenciamento de imóveis rurais obter o fiel conhecimento da malha fundiária do Brasil. Visando a padronização dos serviços de agrimensura, o INCRA lançou a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, a qual impõe alguns critérios a serem seguidos na execução e levantamento dos serviços de demarcação e medição. Esta norma sofreu alterações e já foi lançada sua segunda versão revisada. Em regra, todos os proprietários devem realizar o georreferenciamento de acordo com as datas limites determinadas em função do tamanho das áreas. Desta forma, o volume de trabalho tende a aumentar, exigindo assim, que todos os profissionais habilitados possuam o conhecimento técnico necessário para tal serviço de acordo com os princípios estabelecidos na Norma. Visando aplicar todos os preceitos técnicos da referida Norma de Georreferenciamento de Imóveis Rurais em sua segunda edição/revisada, apresentam-se todas as etapas e procedimentos efetuados para se obter a certificação de um imóvel rural localizado no município da Lapa, estado do Paraná. A metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto consiste nos seguintes passos: identificação e reconhecimento dos limites do imóvel rural, materialização dos vértices do imóvel, definição do método de levantamento, levantamento dos vértices de apoio básico e dos vértices do perímetro, processamento e análise dos dados coletados em campo, apresentação de soluções e finalmente a apresentação da documentação requerida para o processo de certificação. A utilização da técnica de posicionamento GNSS empregada na determinação dos vértices da propriedade e dos vértices de apoio básico, por meio do posicionamento relativo estático rápido e relativo estático foi aplicada com sucesso. Contudo, considera-se importante ficar atento as áreas com obstruções, pois as precisões para os vértices da propriedade foram alcançadas, mas o PDOP ultrapassou o recomendado. A solução para tal empecilho foi a utilização da antena com oito metros de altura, o que permitiu a determinação de tais coordenadas. Ressalta-se a importância de executar mais de uma sessão de rastreio para os vértices de apoio básico, pois foi possível comparar os resultados obtidos e desta forma garantir confiabilidade para as coordenadas do ponto. A execução do serviço permitiu analisar a importância da organização e planejamento, evitando assim, problemas no levantamento e processamento dos dados. Os *softwares* utilizados foram o Leica Geo Office Combined 6.0, AutoCad 2008 e Posição 2004. A partir das coordenadas obtidas com o processamento dos dados foi possível realizar a representação gráfica do perímetro do imóvel e gerar os demais documentos necessários a certificação. Para o planejamento realizado em escritório necessitou-se dos subsídios adquiridos através das visitas de campo, dos equipamentos envolvidos e das estações de referência escolhidas. A área encontrada para o imóvel é 0,4 % menor do que a registrada, sendo assim considera-se que esta diferença ocorreu devido ao método e material utilizado na medida realizada anteriormente. Com a nova metodologia aplicada nos processos de certificação há uma minimização da análise técnica, por parte do INCRA, o que permite mais agilidade no trâmite dos processos. Contudo, fica a responsabilidade do profissional que efetuou o levantamento, juntamente com o proprietário, pela qualidade, veracidade e consistência dos dados e peças técnicas entregues ao Instituto. Desta forma, recomenda-se sempre realizar o levantamento atendo-se ao que aconselha a Norma Técnica de Georreferenciamento.

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DAS COORDENADAS GEODÉSICAS OBTIDAS COM DIFERENTES PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO PARA ANTENAS GNSS

CAROLINA PRESTES MEGER PAESE (1)
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA (1)
CLÁUDIA PEREIRA KRUEGER (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE)
carolmeger@gmail.com; {suelenhuinca, ckrueger}@ufpr.br

Quando se realiza posicionamento geodésico de alta precisão utilizando-se do Global Navigation Satellite System (GNSS) é de extrema importância o conhecimento dos parâmetros de calibração de antenas envolvidas. Esses são denominados de Phase Center Offset (PCO) e Phase Center Variations (PCV), os quais são determinados via o processo de calibração de antenas. O PCO é o vetor com origem no Antenna Reference Point (ARP) e com a extremidade no centro de fase e o PCV é um deslocamento adicional do centro de fase, de caráter sistemático, que se comporta conforme o ângulo de incidência do sinal na antena. O procedimento de calibração de antenas é realizado por alguns órgãos que disponibilizam esses valores para usuários GNSS. No Brasil existe uma base de calibração de antenas denominada de BCAL/UFPR que está produzindo os primeiros resultados de calibração, contudo ainda encontra-se em fase de testes. Na Alemanha existe o National Geodetic Survey (NGS), que calcula órbitas para o GNSS, utilizando 24 segmentos de uma hora de dados observados em uma rede global de receptores GNSS e antenas. A rede de monitoramento global é coordenada pelo Internacional GNSS Survey (IGS). A parceria IGS/NGS realiza a calibração de antenas GNSS de forma relativa, os quais serão utilizados para essa pesquisa e estão disponíveis no sítio www.ngs.noaa.gov/ANTCAL. Este trabalho tem por objetivo verificar qual é a diferença das coordenadas geodésicas de dois pontos quando no processamento dos dados GNSS aplica-se diferentes valores do PCO e PCV para as antenas envolvidas nos experimentos. Para a concretização deste, realizaram-se levantamentos GNSS de forma simultânea em três pontos, aplicando o método de posicionamento relativo estático, com intervalo de gravação dos dados de 15 segundos por um período de 3 horas. Dois pontos, próximos entre si, que distam de aproximadamente 2 metros, localizados na Chácara da Associação dos Professores da Universidade Federal do Paraná (APUFPR), denominados de M0124 e M0125, e o terceiro ponto pertence à Base de Calibração de Antenas GNSS na Universidade Federal do Paraná (BCAL/UFPR), denominado de Pilar 1000. As antenas utilizadas para receber o sinal GNSS foram: Leica AR 25 (antena modelo Choke Ring 3D) no Pilar 1000, Trimble TRM22020.00+GP no M0125 e Leica ATX1230 no ponto M0123. Optou-se pela adoção de três pontos, pois se aspirava verificar a diferença das coordenadas obtidas com e sem parâmetros de calibração em função do comprimento de linha de base, curta (aproximadamente 2 metros) e longa (aproximadamente 45 quilômetros). Os dados foram processados no programa Leica Geo Office, com as opções L1 + L2 e ambigüidades fixas, empregando-se quatro diferentes estratégias. A primeira foi o processamento dos dados coletados nos pontos M0124 e M0125 adotando como estação base o Pilar 1000 e aplicando os parâmetros de calibração das antenas envolvidas (PCO e PCV) fornecido pelo IGS/NGS. Na segunda não se aplicou nenhum valor de PCO e PCV para as antenas. Na terceira, processou-se dos dados coletados nos pontos M0125 adotando como estação base o ponto M0124, aplicando os parâmetros de calibração das antenas envolvidas (PCO e PCV) fornecido do IGS/NGS. Na última estratégia adotada, similar a terceira, não se aplicou nenhum parâmetro de calibração para as antenas envolvidas. Comparando os resultados obtidos da primeira e da segunda estratégia verificou-se que se não forem aplicados os valores de calibração de antenas para linhas de base longas, o erro bidimensional é da ordem do milímetro, porém o erro tridimensional pode chegar a 10 centímetros. Para a linha de base curta, comparação da terceira com a quarta estratégia, os erros encontram-se na casa dos milímetros, contudo há uma maior variação para a altitude elipsoidal, a qual é próxima ao centímetro. Com esses experimentos já é possível verificar que é de suma importância aplicar os parâmetros de calibração das antenas envolvidas no posicionamento por GNSS especialmente quando se pretende determinar coordenadas geodésicas de pontos aplicando o método de posicionamento relativo, onde a estação base dista da estação de interesse de alguns quilômetros, visto que o erro tridimensional é na casa do centímetro.

Ressalta-se ainda que cada antena deve ser tratada de forma individual visto que cada uma possui uma característica individual, assim essas devem ser calibradas de forma individual conduzindo a valores próprios de PCO e PCV.

UTILIZAÇAO DO RTM PARA A DETERMINAÇÃO DA TNMM _O DATUM VERTICAL BRASILEIRO

ALESSANDRA SVONKA PALMEIRO (1)
SÍLVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (1)
KAROLINE PAES JAMUR (1)
HENRY MONTECINO CASTRO (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
{aspalmeiro, sfreitas, karol.mestrado}@ufpr.br; henrymontecino@gmail.com

Os modelos globais do geopotencial (MGGs) não representam os comprimentos de onda menores que _/n radianos, onde n é o máximo grau de desenvolvimento do MGG. Considerando-se o MGG EGM2008, desenvolvido até o grau e ordem 2159, obtemos a máxima resolução espacial de 5 minutos de arco (5'_ 9,3 km). Portanto, os comprimentos de onda menores que 5' são tratados como erros de omissão de sinal neste modelo. A topografia da Terra é a principal fonte dos sinais de alta de freqüência do campo de gravidade. Usualmente os comprimentos de onda mais longos (e.g. 55 km e acima, relacionados com o desenvolvimento até n=m= 360) englobam a maior parte do sinal relativo à altura geoidal ou anomalia de altura no globo (até 99% do sinal em áreas pouco acidentadas). No entanto, nas aplicações de alta resolução, eventualmente as altas freqüências podem conter informações importantes do campo da gravidade que se reflitam na altura geoidal ou anomalia de altura em um ponto e não adequadamente modeladas pelo MGG. Em geral, evidenciam-se problemas de modelagem do geóide e do quase-geóide em áreas montanhosas, muito acidentadas, bem como em regiões de transição oceano-continente. Tal fato decorre de que, a aplicação pura e simplesmente da integral de Pizzetti-Stokes, ou alternativamente utilizando-se a abordagem de Molodenskii, para a solução do Problema do Valor de Contorno da Geodésia (PVCG) em um contexto puramente gravimétrico, em geral são inviáveis devido à alta correlação das anomalias free-air da gravidade com a topografia e de sua dificuldade de interpolação, e ainda, em fase posterior, a correção do efeito indireto sobre o geóide. Existem duas formas que permitem a redução do erro de omissão de sinal do MGG: a) A metodologia mais comumente utilizada é a removerestore conhecida pela modelagem do geóide/quase-geóide gravimétrico regional, onde a solução do PVCG se dá via integral de Pizzetti-Stokes com reduções considerando-se as massas topográficas, ou pela solução de integral equivalente via série de Molodenskii, sem a necessidade de reduções. Nestas abordagens os grandes comprimentos de onda são trazidos de um MGG, os intermediários da gravimetria e os mais curtos de Modelos Digitais de Elevação (MDE), utilizando-se a informação do terreno para modelagem de contribuição ao campo da gravidade, a qual se faz presente nas diferentes bandas e para diferentes modalidades de redução. Destaque-se que nestes casos as variações laterais de densidade são de difícil modelagem; b) A segunda opção é a utilização do modelo residual de terreno (Residual Terrain Model – RTM) na modelagem de alturas geoidais ou anomalias de altura residuais. O RTM, ao contrário da técnica remove-restore, pode ser aplicado como fonte de modelagem isolada de sinais de alta freqüência do campo gravitacional. Na modelagem RTM, um MDE residual é empregado, representando unicamente a parte da informação da topografia da Terra que gera os curtos comprimentos de onda da superfície de referência não modelados pelo MGG. Para tanto é necessária uma filtragem do MDE de maior resolução disponível, eliminando as componentes associadas aos longos e médios comprimentos de onda, já presentes no MGG. A transformação das elevações residuais pode ser efetivada para correspondentes anomalias de altura residuais. O RTM baseia-se em fórmulas que modelam o potencial gravitacional por prismas de massas anômalas, com maior facilidade de inclusão de variações laterais de densidade que na técnica FFT. A presente pesquisa está baseada na segunda opção, a utilização do RTM visando à determinação da TNMM (Topografia do _ível Médio do Mar) na região do Datum Vertical Brasileiro (DVB), particularmente afetada por efeitos locais devidos à topografia, além do natural entrave de situar-se em região de transição oceano-continente, com sistema lagunar próximo. Para tal foram utilizadas informações do modelo digital DTM2006,0, até o grau e ordem 2159, em concordância com o EGM2008 e dados do SRTMplus para gerar o modelo residual do terreno para comprimentos de onda compreendidos entre 5' de arco e 3" de arco, que é a maior resolução possível para o MDE residual. Neste estudo foi obtida uma anomalia de altura residual para o DVB que associada àanomalia de altura fornecida pelo modelo EGM2008 para o mesmo ponto fornece uma estimativa real da relação da origem da Rede Vertical Fundamental do Brasil (geóide/quase-geóide no DVB) com um Sistema Global de Altitudes.

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DO MARCO BASE COM A ALTERAÇÃO DA GEOMETRIA DOS VETORES PARA AS ESTAÇÕES DA RBMC

RAFAEL DA COSTA PEREIRA (1)
RENAN MARCONDES DOBROVOLSKY ALMADA (2)
LUIZ GUIMARÃES BARBOSA (3)

(1) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
rafabis18@hotmail.com

(2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
almada@hotmail.com.br

(3) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
luizgb@ufrrj.br

Devido aos mais variados projetos de engenharia que necessitam de um marco de apoio com alta precisão, quer seja georreferenciamento de imóveis rurais, controle de estruturas e outros projetos, buscou-se comparar qual é a melhor forma de se realizar o transporte de coordenadas via RBMC. Para tal estudo foi escolhida a cidade de Lambari – MG onde foi implantado um marco, e depois realizou-se o transporte de coordenadas, primeiramente utilizando-se de duas estações da RBMC localizadas, a menos de 100 Km, numa segunda etapa realizou-se o transporte de coordenadas utilizando-se duas estações da RBMC localizadas a mais de 200 Km, e também se o uso combinado das 4 estações ao mesmo tempo nos daria uma melhor precisão. Primeiramente foi realizada a materialização da base com marco de concreto e identificado com uma chapinha de alumínio, a mesma foi rastreada com um receptor GNSS de dupla freqüência (L1/L2) com precisão horizontal de ± (3 mm + 0,5 ppm), com tempo de permanência na base de aproximadamente 6 horas. Todos os processamentos e ajustamentos foram feitos de acordo com o novo Sistema de Referência Geocêntrico adotado para as Américas (SIRGAS 2000). Primeiramente para efetuar a comparação foi realizado o transporte de coordenadas para a base a partir das estações geodésicas da RBMC de Inconfidentes-MG, com identificação da estação chamado MGIN (coordenadas Planas UTM N = 7.531.309,952 m e E = 363.219,729 m e MC = -45º, altura elipsoidal de 883,72 m) e Cachoeira Paulista-SP, com identificação da estação chamado CHPI (coordenadas Planas UTM N = 7.491.112,296 m e E = 501.524,482 m e MC = -45º, altura elipsoidal de 617,41 m). Ambas estações estão a menos de 100 km da área e após o ajustamento verificou-se uma incerteza posicional de 0,015 m e nas componentes Norte foi de 0,011 m e na Este de 0,010 m, os resíduos não ultrapassaram o valor de 0,012 m. Agora como base de estudo comparou-se o transporte de coordenadas advindas da RBMC de Cachoeira Paulista e Inconfidentes, com RBMC de São Paulo – SP, com identificação da estação chamado POLI (coordenadas planas UTM N = 7.393.902,042 m e E = 323.390,708 m e MC = -45º, altura elipsoidal de 730,62 m) e Rio de Janeiro –RJ (estação denominada de RIOD com coordenadas planas UTM N = 7.475.648,024 m e E = 673.825,217 m e MC = -45º, altura elipsoidal de 8,63 m). Estas estações ambas estão afastadas a mais de 200km da área e observou-se que com os dados das RBMC do Rio de Janeiro e de São Paulo a incerteza posicional foi de 0,022 m e a incerteza das componentes Norte foi de 0,015 m e a Este de 0,016 m. Observou-se também que os resíduos não ultrapassaram o valor de -0,018 m e a precisão horizontal do vetor BASE-RIOD foi de 0,031 m para o vetor BASE-POLI de 0,034 m. Outro teste foi feito através do ajustamento com todas as estações da RBMC, ou seja, CHPI, MGIN, RIOD e POLI. A incerteza posicional encontrada foi de 0,012 m e a incerteza em Norte foi de 0,009 m e em Este de 0,009 m, sendo que os resíduos não ultrapassaram o valor de 0,019 m. Após a análise de cada processamento realizado, fez-se as comparações entre as várias geometrias em relação as estações da RBMC. Nesta comparação foi calculado o vetor diferença e sua incerteza entre cada geometria de estações da RBMC. Em todos os casos testados a solução da ambigüidade foi alcançada. No caso das estações mais próximas (MGIN e CHPI) nota-se que as incertezas são pequenas quando comparadas com as

incertezas das bases mais afastadas (RIOD e POLI), o que mostra que usando bases mais próximas pode-se ter resultados mais precisos do que em bases mais afastadas. Foi feito também uma análise usando as 4 estações da RBMC simultaneamente, e pode-se observar que as incertezas foram menores do que nas duas geometrias anteriores (MGIN e CHPI ; RIOD e POLI) chegando aos valores da incerteza de apenas 0,009 m. Com estes teste verificou-se que usando um número maior de bases da RBMC, houve uma melhora na geometria o que possibilitou uma incerteza posicional de apenas 0,012 m, neste caso. O que nos mostra que mesmo inserindo vetores maiores, mas melhorando a geometria ainda houve uma melhora nos resultados. Apesar que existe limitação, pois chega um momento que a inserção de mais um vetor muito longo a precisão das coordenadas da base irá ficar pior. Ou seja, o profissional deve sempre testar até quantas estações da RBMC poderá ser acrescentado para que haja uma melhor precisão na determinação das coordenadas da Base. Logo pode-se concluir que a incerteza posicional não varia apenas em função das distâncias das estações da RBMC em relação ao marco base, mas também como estão distribuídas as bases em relação a estas estações.

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DA FAZENDA NACIONAL DE SANTA CRUZ

RAFAEL DA COSTA PEREIRA (1)
DÉBORA RODRIGUES OLIVEIRA SANTOS (2)
LUIZ GUIMARÃES BARBOSA (3)

(1) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
rafabis18@hotmail.com

(2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
debinha_deby565@hotmail.com

(3) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
luizgb@ufrrj.br

A Fazenda Nacional de Santa Cruz teve sua origem na antiga Fazenda Imperial de Santa Cruz onde a maior parte do território que hoje conforma a região administrativa de Santa Cruz (XIX RA) – Santa Cruz teve origem em sesmaria doada em 1567 a Cristóvão Monteiro, primeiro Ouvidor-Mor do Rio de Janeiro. A ocupação efetiva da região iniciou-se com a doação de uma parte desta sesmaria, com duas léguas de extensão, feita aos padres jesuítas em 1589. Os padres, através de várias aquisições, lograram ampliar os limites desta área - denominada de Fazenda de Santa Cruz - até alcançar uma área de 4 por 10 léguas. Com a expulsão dos jesuítas da Colônia em 1759, o território da Fazenda de Santa Cruz passou a compor o patrimônio da Fazenda Real, sendo, por força da Carta Régia de 7 de novembro de 1803, desmembradas da parte maior as áreas correspondentes aos engenhos de Itaguaí (parte do atual município de Itaguaí) e do Piraí, correspondente hoje a parte dos bairros de Sepetiba e Paciência. Com a proclamação da República a área remanescente passou a ser denominada Fazenda Nacional, sendo incorporada ao patrimônio do Estado brasileiro. A fazenda abrangia os bairros de Santa Cruz e Sepetiba, no município do Rio de Janeiro, e os municípios de Itaguaí, Seropédica, Paracambi, Nova Iguaçu, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Vassouras, Barra do Piraí, Miguel Pereira, Japeri e Rio Claro, possuindo uma área total de aproximadamente 225.575 hectares . À União, no entanto, foram transferidas apenas as áreas de marinha e acrescidos, restando ao INCRA a incumbência de regularizar as áreas urbanas e rurais da Fazenda. Atualmente a Fazenda Nacional de Santa Cruz totaliza aproximadamente 83.000 hectares de terras a serem regularizadas. A Superintendência do INCRA no Rio de Janeiro tem dado prosseguimento à regularização dos imóveis urbanos localizados nos bairros de Santa Cruz e Sepetiba e nos bairros pertencentes ao município de Seropédica. Os instrumentos de regularização fundiária estão previstos pelo artigo 4º, inciso V, no Estatuto da Cidade, que sistematiza uma série de institutos de planejamento, tributários, políticos e jurídicos, os quais deverão ser utilizados pelos entes federativos no ordenamento de seu território de forma a cumprir a função social da propriedade e da cidade. Este instrumento , permite a delimitação e destinação de determinada área da cidade para, prioritariamente, abrigar moradia popular, com o objetivo de implantar habitação de interesse social. E, portanto, uma maneira de assegurar terras bem localizadas e providas de infra-estrutura para o uso da população de baixa renda, criando uma "reserva de mercado" para habitação social. É um direito garantido pelo Estatuto da Cidade para regularizar áreas públicas onde residam moradores de baixa renda, uma vez que os imóveis públicos não podem ser adquiridos pela Usucapião. Trata-se de um direito real. A Concessão Especial é formalizada por um contrato entre o Poder Público e o ocupante da área pública, ou por uma sentença judicial, caso o morador tenha entrado com uma ação. Em ambos os casos, para ter eficácia, a concessão do uso deverá ser levada a registro no Cartório de Registro de Imóveis. Os moradores devem atender aos seguintes requisitos: somar cinco anos de posse sobre terreno público urbano de até 250m², utilizar o terreno apenas para fins de moradia, sem serem proprietários de outro imóvel urbano ou rural; não haver sofrido ação judicial

por parte do Poder Público pedindo a desocupação da área. O requerimento deve ser feito ao órgão público que é o proprietário do imóvel. O titulo de propriedade continua em poder da administração publica, que concede ao ocupante o direito de usar o bem. A partir da nova lei, o poder público tem obrigação de dar a concessão a todos os moradores que atendam aos requisitos básicos. O direto de usar o terreno (concessão) é gratuito. A Concessão Especial pode ser outorgada tanto a homens quanto a mulheres, ou a ambos, independentemente do estado civil. Em regra, a ação apta a abrir matrículas dessas áreas quando pertencentes a União ou aos Estados e a ação demarcatória. A possibilidade de se obter a Concessão Especial de Uso para fins de Moradia coletiva é um grande avanço instituído pela medida provisória no 2.220/2001, da mesma forma que foi prevista a possibilidade da Concessão de Direito Real de Uso Coletiva no Estatuto da Cidade. Até então, havia muita dificuldade em registrar as concessões coletivas, por não estarem previstas na lei. Os requisitos para a Concessão Especial de Uso para fins de Moradia coletiva são os mesmos que os da Concessão individual. A Concessão Especial coletiva é cabível quando houver posse por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, e não for possível identificar os terrenos ocupados por cada possuidor. A expressão grifada se refere aos terrenos ocupados por favelas, visando facilitar os processos de regularização fundiária. A Concessão Especial de Uso Coletiva pode funcionar como um condomínio, embora os moradores não sejam proprietários, mas sim usuários do mesmo terreno para fins de moradia. O imóvel ocupado coletivamente será concedido aos moradores na forma de frações ideais, que não precisarão corresponder à metragem exata ocupada por cada família. A fração, no entanto, não poderá ser superior a 250m2. A princípio a fração é idêntica, mas os moradores, ao discutir o projeto urbanístico, poderão estabelecer frações diferentes mediante acordo coletivo. Nesse caso, deverão firmar acordo por escrito e documento acompanhará o registro da Concessão Coletiva.Vê-se que a regularização das ocupações na Fazenda Nacional de Santa Cruz não somente é permitida, como também é exigida pela legislação, para que seja promovida a cobrança da taxa de ocupação, devida pelos ocupantes do bairro Santa Sofia e a todos que ainda ocupa terras públicas federais em geral.

CONTEÚDO ESPECTRAL DO SINAL GRAVIMÉTRICO EM ÁREA DE FRONTEIRA APLICADO À SOLUÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES DE REFERENCIAIS

ROGERS ADEMIR DRUNN PEREIRA (1) (2)
SÍLVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS (3)

(1) Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
(2) Universidade Federal do Pampa
r51505150@gmail.com

(3) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
sfreitas@ufpr.br

Desde 2008 o Laboratório de Referenciais Geodésicos e Altimetria por Satélites (LARAS) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) investiga o comportamento da Rede Vertical Fundamental do Brasil (RVFB) e sua relação com a Rede Vertical Fundamental da Argentina (RVFA) em área situada entre as latitudes -28º 30’ e -30º 30’ e entre as longitudes -57º 30’ e -54º 30’. Estudos com base em rastreio GNSS, gravimetria e técnicas especiais de nivelamento levaram a construção de circuitos baseados em números geopotenciais que permitiram detectar uma variação não-linear e com descontinuidade no espaço geopotencial quando analisada sua consistência com informações geodésicas advindas das RVFB e RVFA. Após analisar separadamente componente a componente, concluiu-se que havia erro de fechamento de até 30 centímetros nos circuitos geopotenciais em termos da sua altura geoidal e de até 0,5 mGal no valor da gravidade em pontos fundamentais das conexões realizadas, envolvendo pontos de referência no Brasil e na Argentina, devidamente conectados de forma independente de ambos os referenciais envolvidos. Considerando-se o desenvolvimento dos experimentos e informações advindas das bases de dados associadas a cada um dos países não foi possível inferir inicialmente se diferenças injustificadas nos valores da gravidade e grandezas derivadas ocorreu: a) em virtude da utilização de diferentes metodologias para levantamentos gravimétricos, não existindo pormenores dos respectivos ajustamentos e modelos de maré permanente considerados; b) devido a variabilidades temporais tais como a produzida por diferenças em cargas hidrológicas superficiais e sub-superficiais; c) como conseqüência de diferentes critérios de vínculo da informação gravimétrica de cada país à IGSN 71 (*International Gravity Standardization Net 1971*); d) em virtude de particularidades locais da crosta consideradas heterogeneidades laterais na região de estudos. Com base nos estudos desenvolvidos procura-se dirimir as dúvidas com relação aos aspectos relatados relativos ao espaço geopotencial. Se utilizadas as bases de dados existentes implicam em um degrau inexplicável em superfície equipotencial gerada por solução numérica do Problema do Valor de Contorno da Geodésia (PVCG) com base na integral de Stokes-Pizzetti. Análises espaciais realizadas até o presente momento indicam que anomalias da gravidade, vinculadas a referenciais altimétricos de cada país e diferenças no referencial altimétrico justificam somente parte da variabilidade no espaço geopotencial com a magnitude apresentada. Assim busca-se associar outras variáveis aos estudos tal como o de variabilidade lateral da densidade da crosta a partir de observações realizadas somente sobre a superfície com objetivo de obter sua correlação com o comportamento anômalo na solução do PVCG na região. Após gerar um mapa de densidades, informações pontuais são extraídas de modo a gerar um perfil associado aos mesmos pontos que formaram os circuitos geopotenciais, escopo inicial do estudo realizado há dois anos. As informações de densidade são cruzadas com os números geopotenciais e correlações são analisadas. Complementarmente, calculam-se periodogramas de Walsh-Fourier das funções geopotencial e densidade da crosta. Com estes periodogramas, busca-se encontrar dentro do espectro das freqüências, densidades de potência espectral condizentes com a taxa de resolução utilizada para as observações iniciais (em torno de 2 km). O conteúdo espectral encontrado é complementado com a análise espectral de dados oriundos do modelo digital de elevação DTM 2006 (*Digital Terrain Model-2006*) e comparado com dados geopotenciais da missão GRACE (*Gravity Recovery and Climate Experiment*) para a mesma região. Ambas as bases de dados descritoras dos médios e longos comprimentos de onda foram obtidas junto ao Centro Internacional para modelos de gravidade da Terra – ICGEM (*International Centre for Gravity Earth Models*). Por

último, um estudo destes perfis com base em *wavelets* está previsto na tentativa de definir espacialmente a configuração espectral da região. Esta atividade está integrada às próximas etapas previstas nos propósitos de conexão de redes verticais, conforme preconizado pelo Projeto SIRGAS GTIII para a conexão de data verticais no continente Sul-Americano e das redes verticais continentais.

CONTRIBUIÇÃO DE REDES ATIVAS GPS/GLONASS NO CÁLCULO DE ÍNDICE DE IRREGULARIDADES DA IONOSFERA

VINÍCIUS AMADEU STUANI PEREIRA (1)
PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (2)

Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia
(1) Curso de Engenharia Cartográfica – Bolsista IC
(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Cartográfica
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
vi_stuani@hotmail.com; paulo@fct.unesp.br

A camada ionosférica é a maior fonte de erro sistemático no posicionamento com GNSS (*Global Navigation Satellite System*). O erro associado à ionosfera depende do Conteúdo Total de Elétrons (TEC), que por sua vez, é influenciado por diversas variáveis: ciclo solar, época do ano, hora local, localização geográfica e atividade geomagnética. Os receptores GPS (*Global Positioning System*) e GLONASS (*Global Orbiting Navigation Satellite System*) de dupla freqüência permitem calcular o erro que ocorre nas observáveis GPS/GLONASS e o TEC. Com base na taxa de variação do TEC (ROT - *Rate of TEC*) e na flutuação da fase podem-se determinar índices que indicam irregularidades da ionosfera, permitindo assim fazer inferências sobre o comportamento da mesma. Atualmente é possível realizar estudos dessa natureza no Brasil devidos as diversas Redes Ativas disponíveis, com receptores GPS/GLONASS de dupla freqüência, tais como a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), a RIBaC (Rede INCRA de Bases Comunitárias) e a Rede GNSS Ativa do Estado de São Paulo, que juntas disponibilizam dados de mais de 100 receptores que possibilitam estudar o comportamento da ionosfera na região brasileira. O clima espacial é o principal fator que altera as condições ionosféricas, devido a fenômenos solares, portanto, nos últimos anos, o mesmo tem despertado grande interesse nacional e principalmente internacional. Com o advento de várias missões com o objetivo de estudar o Sol por sensoriamento remoto, tais como a missão SOHO (*The Solar & Heliospheric Observatory*) e a mais recente missão STEREO (*Solar TErrestrial RElations Observatory*), dentre outras missões, houve um maior interesse em entender a influência do Sol e o seu impacto nas tecnologias. No Brasil, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), que vem se destacando no estudo de fenômenos espaciais, é responsável pelo programa EMBRACE (Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial), que teve início em 2008. Tem como missão o monitoramento, modelagem e difusão da informação do clima espacial com investigação dos fenômenos e previsão dos efeitos significativos no espaço próximo e no território brasileiro, incluindo impactos em sistemas tecnológicos espaciais e terrestres. Um dos parâmetros importante para estudo do clima espacial são os índices que indicam irregularidades da ionosfera. Relacionado com posicionamento GNSS, o mesmo pode ser utilizado no planejamento de um levantamento, de forma a minimizar os efeitos ionosféricos nas observações e/ou na análise dos resultados do posicionamento. Valores dos índices de irregularidades da ionosfera em tempo real são importante no posicionamento RTK (*Real Time Kinematic*) e RTK em rede, pois auxiliam na aceitação dos resultados em função da solução ou não da ambiguidade, devido à atividade da ionosfera. Este trabalho tem como objetivo apresentar os métodos empregados para calcular índices de irregularidades da ionosfera, baseados na taxa de variação do TEC e na flutuação da fase, a partir dos dados GPS/GLONASS coletados nas estações das Redes Ativas do Brasil, bem como correlações com os índices geomagnéticos, de forma a classificar as atividades da ionosfera, tais como: de irregularidade fraca, moderada e forte. Experimentos serão realizados considerando dados que envolvam dados coletados em períodos de explosões solares, em períodos de baixa e alta atividade solar.

Agradecimentos: Os autores agradecem o CNPQ (processo: 309332/2007-2009 - Bolsa Produtividade em Pesquisa; processo: 482052/2007-4 - Auxílio à Pesquisa), e a FAPESP (processo: 2006/04008-2 – Projeto Temático; processo: 2006/04008-2 - Bolsa IC).

POSICIONAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS GNSS EM TEMPO REAL UTILIZANDO RTKLIB E BNC

MARCELO SOLFA PINTO (1)
MARCO AURÉLIO MENDONÇA (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)

(1) Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
marcelosolfa@gmail.com.br
mammendonca@gmail.com@gmail.com.br

(1) Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
galera@fct.unesp.br

O posicionamento por satélites em tempo real é cada vez mais comum na vida prática dos geodesistas. Este método de posicionamento, comum há muito tempo nas atividades práticas de navegação, vem se tornando comum entre engenheiros cartógrafos, agrimensores e outros profissionais que atuam na área de mensuração e de levantamentos. Tal disseminação se deu inicialmente pelos receptores com links de rádio que permitiram a realização do posicionamento relativo em tempo real, o que facilita e agiliza os trabalhos de campo. Com a evolução das técnicas de comunicação, como o acesso à internet a partir de dispositivos móveis, abriu uma nova oportunidade de transmissão dos dados recebidos de satélites pelos receptores. O uso de uma conexão via internet, desde que o serviço seja disponível no local do levantamento, elimina a limitação de alcance imposto pelos rádios utilizados nos sistemas iniciais. Atualmente, alguns receptores já possuem a possibilidade do usuário conectar um chip de celular no próprio receptor e obter os dados e correções para o posicionamento de alguma estação de referência que não necessita estar a poucos quilômetros do ponto de interesse. Outros receptores possuem a opção do usuário utilizar um celular e conectar ao software que controla o receptor e obter os dados para o posicionamento. E os receptores mais recentes utilizados como estação de referência pode ser ligados diretamente na internet e terem seus dados transferidos pela mesma. Para o transporte de dados GNSS (*Global Navigation Satellite System*) pode-se utilizar o protocolo NTRIP (*Networked Transporto of RTCM via Internet Protocol*). E fazendo uso desse protocolo, alguns softwares vêem sendo desenvolvidos para a coleta de dados observados, processamento dos dados, obtenção de correções de efemérides dentre outros. Dos softwares que vêem sendo desenvolvidos, podemos destacar dois deles, o RTKLIB e o BNC (*BKG NTRIP Client*). A partir destes, é possível que se realize o posicionamento em tempo real. Vale salientar que são dois softwares gratuitos, ou seja, o usuário pode baixá-los pela internet e utilizá-los para seus devidos fins. Objetiva-se através deste trabalho apresentar os resultados de processamentos realizados utilizando os softwares citados. O RTKLIB é um programa de código aberto para posicionamento padrão e preciso com GNSS. Consiste de uma biblioteca portátil e de vários programas de aplicações desenvolvidos utilizando a biblioteca. Este pacote é composto por alguns softwares de aplicações e uma biblioteca que pode ser utilizada no desenvolvimento de programas para o processamento de dados GNSS, sendo que os códigos escritos estão na linguagem C/C++. Os programas que acompanham o pacote são tanto para o processamento em tempo real, como no modo pós-processado. As aplicações existentes do pacote são: Rtkpost: utilizado para o pós-processamento dos dados; Rtkconv: aplicativo para a conversão de dados para o formato RINEX; Rtknavi: aplicações em tempo real; Strsvr e srctblbrows: utilizados para o transporte de dados GNSS. Dentro das aplicações de posicionamento, tanto em tempo real como pós-processado, as opções de posicionamento são: Single: posicionamento por ponto simples; DGPS/DGNSS: posicionamento diferencial baseado no código; Static: posicionamento estático baseado na fase; Kinematic: posicionamento cinemático baseado na fase; Moving-Base: linha de base em movimento; Fixed: a posição do receptor rover é fixa; PPP Kinematic: posicionamento por ponto preciso no modo cinemático; PPP Static: posicionamento por ponto preciso no modo estático. O BNC é um programa para retenção, decodificação e conversão de dados GNSS transmitidos via NTRIP em tempo real. Foi desenvolvido pela Agencia Federal de Cartografia e Geodésica dentro do quadro de trabalho do EUREF's Real-time GNSS Project. Este software possibilita ao usuário a obtenção e processamentos de dados em tempo real. Os dados obtidos, tanto de observação como navegação e correção, podem ser armazenados nos formatos RINEX. Os dados de observação de entrada também podem ser obtidos via NTRIP, porta serial e arquivo de entrada. O processamento para obtenção de

posições, neste caso, só é realizado no modo PPP. Outros pacotes do mesmo desenvolvedor permitem a realização do posicionamento diferencial, no entanto, a versão utilizada no trabalho só possibilita o processamento utilizando o PPP. Utilizando o modo PPP, é possível escolher entre utilizar somente o código ou código e fase, modo cinemático ou estático, utilizar dados GLONASS e estimar ou não o ZTD (*Zenital Tropospheric Delay*). Neste modo também é possível a visualização da posição ou variação da posição do ponto em relação a uma coordenada inserida pelo usuário. Os processamentos realizados utilizaram a estação PPTE para o PPP em tempo real, e as estações PPTE e ILHA para os experimentos de DGPS e posicionamento relativo, sendo a estação ILHA a base, e PPTE *rover*.O processamento utilizando o RTKLIB no modo PPP proporcionou EMQ (Erro Médio Quadrático) para a componente E é de 0,0438 metros; para a componente N de 0,7678 metros e para a componente U é de 3,8957 metros. Já para o BNC, obteve-se EMQ para a componente E é de 0,2652 metros; para a componente N de 0,0334 metros e para a componente U é de 0,8446 metros. Neste caso, para o processamento com o BNC, os melhores resultados foram encontrados na componente N, e também obteve-se no BNC resultados melhores que no RTKLIB no modo PPP. No DGPS em tempo real, realizado utilizando o RTKLIB, o EMQ obtidos são de 0,7978; 0,9907 e 3,6961 metros para E, N e U respectivamente. Já o processamento relativo em tempo real, também realizado com o RTKLIB, obteve-se como EMQ: 0,3736 metros em E; -1,0908 metros em N; e 1,9818 metros em U. Pretende-se também apresentar resultados utilizando um receptor conectado ao computador, via porta serial, e recebendo correções e dados via NTRIP para o posicionamento, o que possibilita a análise dos resultados desta configuração. Analisando os resultados obtidos, verifica-se o melhor desempenho no uso do BNC para o PPP em tempo real, já quando se utiliza uma estação base, o posicionamento relativo apresenta melhores resultados quando comparado com o DGPS.

POSICIONAMENTO POR PONTO E RELATIVO UTILIZANDO DADOS GLONASS

MARCELO SOLFA PINTO (1)
PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (2)

Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia
(1,2) Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
marcelosolfa@gmail.com.br; paulo@fct.unesp.br

Atualmente, o rastreio de satélites do sistema GLONASS (*GLObal NAvigation Satellite System*) é uma realidade nas atividades de levantamento. A maioria dos receptores de dupla frequência e alguns de simples frequência rastreiam os sinais dos satélites GLONASS, concomitantemente com os sinais do GPS (*Global Positioning System*). Das estações que fazem parte da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), 47 estações rastreiam sinais dos satélites GLONASS, que equivale a 65% das estações. Desenvolvido pela extinta União Soviética, na década de 1970, e atualmente sob controle da *Russian Federation Space Force*, o GLONASS foi declarado operacional em 1995, com constelação de 24 satélites e mais um de reserva. No entanto, devido à falta de manutenção necessária, o número de satélites decresceu, chegando a apenas 8 em funcionamento. Porém, a partir de 2004 começou a ocorrer o lançamento de novos satélites para a reestruturação do sistema e hoje o sistema já conta com 24 satélites em órbita. Os satélites estão distribuídos em três planos orbitais, separados de 120º e inclinação de 64,8º, assim, cada plano possui oito satélites, a altitude dos mesmos é de aproximadamente 19100 km. Devido à sua inclinação, a cobertura GLONASS em áreas de altas latitudes é maior que a do GPS. Os sinais GLONASS, semelhantemente ao do GPS são transmitidos no código C/A (*Coarse Acquisituin*) e no P (*Precise Code*). O código C/A é modulado sobre a portadora L1, e o código P sobre as portadoras L1 e L2. Diferentemente do GPS, os códigos PRN (*Pseudo Random Noise*) são os mesmos para todos os satélites GLONASS, e a identificação dos satélites é realizada pela frequência do sinal que cada um transmite, técnica essa conhecida como FDMA (*Frequency Division Multiple Access* – Múltiplo Acesso pela Divisão da Frequência). A frequência do sinal L1 de cada satélite é determinada por um fator k multiplicador de uma frequência fundamental (f_0=1,602 MHz), e a razão entre f_{L1} e f_{L2} é de 9/7. No entanto, uma nova geração de satélites GLONASS utilizará a técnica CDMA (*Code Divison Multiple Access* – Múltiplo Acesso pela Divisão do Código), o primeiro satélite a utilizar esta técnica já foi lançado. As efemérides transmitidas pelos satélites GLONASS são constituídas das posições e velocidades, para intervalos de 30 minutos; enquanto que o GPS transmite os elementos keplerianos para o cálculo da posição dos satélites. O IGS (*International GNSS Service*) produz e disponibiliza efemérides precisas, atualmente em ITRF 2005, e correções precisas dos relógios para os satélites do sistema russo. O sistema de referência geodésico utilizado pelo GLONASS é o PZ – 90 (*Parametry Zemli* – 1990). No que concerne ao posicionamento por ponto, utilizando o código ou fase, o processamento dos dados GLONASS é similar ao do GPS. Já no posicionamento relativo, ao realizar as duplas diferenças envolvendo estações e satélites, não é possível eliminar o erro de relógio do receptor, já que o mesmo é multiplicado pela frequência de cada satélite. Algumas soluções para esse problema são: estimar o erro dos receptores a partir da simples diferença das pseudodistâncias e corrigí-lo nas observações de dupla diferença da fase, tendo como desvantagem o fato de que a qualidade da pseudodistância afetará a estimativa dos relógios e consequentemente das coordenadas e das ambiguidades; transformar as medidas de fase da onda portadora para uma frequência conhecida, neste caso, as observações da fase são transformadas para distâncias e posteriormente transformadas para uma frequência arbitrária, a desvantagem é que o erro do relógio não é completamente eliminado; eliminar os erros dos relógios dos receptores e preservar a natureza original das duplas diferenças das ambiguidades, no entanto, neste caso, a magnitude do comprimento de onda será na ordem de micrômetros, o que torna impossível determinar o número inteiro de ciclos. Para a realização dos experimentos que visam apresentar a qualidade no posicionamento utilizando somente dados coletados dos satélites GLONASS foram utilizados dados coletados no LGE (Laboratório de Geodésia Espacial) da FCT/UNESP, durante duas horas de vinte minutos com um receptor Hiper GGD, que também rastreou dados GPS. Para o processamento dos dados, utilizou-se o software livre RTKLIB, que permite a realização de processamentos em tempo real e pós-processado, e também o software comercial GNSS Solutions da Ashtech. O EMQ (Erro Médio Quadrático) do posicionamento por ponto simples, realizado no RTKLIB, foi de 10,99 m para a componente local N, de 23,719 m na componente E e 51,599 m na componente U. Já para o posicionamento relativo, adotando como base a estação PPTE da RBMC, com o mesmo software, o EMQ obtido foi de 0,029 m para N, de 0,050 m em E e 0,270 em U. Considerou-se como solução verdadeira tanto para o posicionamento por ponto como

para o relativo o resultado do posicionamento relativo utilizando dados GPS e GLONASS. Utilizando o software GNSS Solutions, a discrepância no processamento relativo entre a solução GLONASS e a GPS/GLONASS foram de 0,585 m para E, 0,360 m para N e 0,000 m para U. Observa-se que no posicionamento por ponto simples, os resultados obtidos com o GLONASS não são tão satisfatórios quanto os fornecidos pelo GPS, que foram da ordem de 1,13 m; 2,38 m e 0,85 m para as componentes N, E e U, respectivamente. Para o posicionamento relativo, os valores obtidos no EMQ indicam que as soluções GLONASS e GPS/GLONASS são equivalentes. Observou-se também que o GNSS Solutions apresentou resultados mais acurados utilizando somente satélites GLONASS. Espera-se que com os novos satélites seja possível obter melhores resultados no posicionamento por ponto com o GLONASS.

INFLUÊNCIA DO CLIMA ESPACIAL NO POSICIONAMENTO RELATIVO COM DADOS GNSS DA PORTADORA L1

WILLIAM RODRIGO DAL POZ (1)
PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (2)

(1) Universidade Federal de Viçosa
Setor de Agrimensura e Cartografia
Departamento de Engenharia Civil, Viçosa - MG
william.dalpoz@ufv.br

(2) Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
paulo@fct.unesp.br

O erro devido à ionosfera nas observáveis GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é diretamente proporcional à densidade de elétrons presente na ionosfera e inversamente proporcional a frequência do sinal. Da mesma forma que no posicionamento por ponto, os resultados obtidos no posicionamento relativo são afetados pelo efeito sistemático da ionosfera, que é uma das maiores fontes de erro no posicionamento com GNSS. Mesmo considerando que parte dos erros devido à ionosfera é cancelada no processo de formação das duplas diferenças, a ionosfera pode causar fortes impactos no posicionamento relativo com GNSS (PRGNSS). O problema principal neste método de posicionamento é a variação espacial na densidade de elétrons, que pode ocorrer em função de vários fatores, tais como hora local, variação sazonal, localização do usuário, ciclo solar e atividade geomagnética. Dependendo das condições do clima espacial, que é controlado pelo Sol, a atividade geomagnética pode ser alterada de forma significativa, dando origem a uma tempestade geomagnética. Indiretamente, o clima espacial é o principal fator que altera as condições ionosféricas, devido à fenômenos solares. Basta ocorrer, por exemplo, uma explosão solar ou uma ejeção de massa coronal para que a o clima espacial seja alterado, desde que a explosão ou a ejeção sejam direcionadas para a Terra. Com isso, podem ocorrer altas variações na densidade de elétrons, podendo comprometer o desempenho do PRGNSS. Nos últimos anos cresceu de forma significativa os estudos relacionados com o clima espacial, bem como seu impacto nas mais diversas tecnologias desenvolvidas, incluindo o GNSS. Neste trabalho foram avaliados os efeitos da ionosfera no posicionamento relativo, com observações GNSS da fase da onda portadora (L1), coletados nas regiões ionosféricas de latitudes média e alta. Para isso, foram utilizados dados das redes ativas CORS (*Continuously Operating Reference Station*), EUREF (*EUREF Permanent Network*) e CSRS (*Canadian Spatial Reference System*). Nas duas regiões foram analisados os efeitos da ionosfera em períodos de ocorrência de tempestades geomagnéticas. O índice geomagnético utilizado para descrever a intensidade da tempestade geomagnética neste trabalho foi o índice Dst (*Disturbance Storm-Time).* É a partir deste parâmetro que se define as fases características da tempestade, sendo importante, para este trabalho, destacar duas fases: a fase principal e a fase de recuperação. A fase principal pode durar várias horas, e é nesta fase que a variação na densidade de elétrons pode ser intensificada. Em seguida, tem início a fase de recuperação da tempestade. Nesta fase ocorre uma diminuição significativa na variação espacial de elétrons. No dia 13/12/2006, as 12:40 TU, ocorreu uma grande explosão solar, que provocou tempestade geomagnética que foi capaz de alterar o clima espacial. Esta explosão lançou uma ejeção de massa coronal em direção a Terra, sendo que no dia 14/12/2006 a componente do campo magnético interplanetário (IMF – *Interplanetary Magnetic Field*) já havia se direcionado para o sul, favorecendo assim, a penetração de campos elétricos, desestabilizando a atividade auroral. O início da tempestade geomagnética, de fato, teve início no dia 15/12/2006, sendo que entre as 00:00 TU – 02:00 TU, o índice Dst variou de -45 nT para -135 nT, classificando a tempestade geomagnética como intensa, de acordo com o índice Dst. Desta forma, o processamento dos dados compreendeu o intervalo mencionado. Contudo, foram utilizados dados de três dias consecutivos, de forma a abranger um dia antes da ocorrência da tempestade (00:02 TU - 14/12/2006), o período da fase principal (00:02 TU - 15/12/2006) e o período da fase de recuperação (00:02 TU - 16/12/2006). Neste caso, a geometria dos satélites para os três dias foi aproximadamente a mesma. No processamento dos dados GNSS foi utilizado o GPSeq, que processa os dados na forma recursiva e fornece os Resíduos Preditos da Dupla Diferença da Fase (RPDDF). A análise dos resultados foi realizada a partir das discrepâncias calculadas entre os valores das coordenadas de referência e as estimadas pelo GPSeq. Além disso, foi realizada uma análise em função dos RPDDF. Foram verificados os efeitos da fase principal e de recuperação da tempestade, evidenciando efeitos negativos

e positivos no desempenho do PRGNSS. Em uma linha de base de 191 km, localizada na região de latitude alta, a discrepância em altimetria foi da ordem de 2,3 m, no período da fase principal da tempestade. Em contrapartida, na fase de recuperação da tempestade o valor da discrepância diminuiu aproximadamente 20 vezes (0,11 m), proporcionando discrepância em altimetria menor do que a obtida em uma linha de base de apenas 20 km. Na latitude média, no mesmo período analisado, não foi verificado efeito da tempestade em uma linha de base de 165 km, em função da hora local. Em contrapartida, foram verificados indícios dos efeitos da tempestade próximo do terminadouro, de acordo com os RPDDF. Os valores dos RPDDF no período da ocorrência da fase principal da tempestade aumentaram de forma significativa para todas as linhas de base localizadas em latitudes altas. No caso de uma linha de base de 191 km, localizada na região ionosférica de latitude alta, ocorreu o maior aumento médio do desvio padrão dos RPDDF (DP_RPDDF) para todas as duplas diferenças formadas no período de processamento. Neste caso, o aumento foi da ordem de 12 vezes. Em contrapartida, na fase de recuperação da tempestade, o valor médio do DP_RPDDF diminuiu, também, em torno de 12 vezes. Em uma linha de base de apenas 20 km, localizada na mesma região ionosférica, o aumento médio do DP_RPDDF foi da ordem de 8 vezes. Na fase de recuperação da tempestade a diminuição do valor médio do DP_RPDDF foi também da ordem de 8 vezes. Isto indica o retorno da atividade normal da ionosfera, evidenciando a fase de recuperação da tempestade. Em suma, diante dos resultados obtidos, verificou-se que o clima espacial tem forte influência no posicionamento relativo com observações GNSS da portadora L1. Contudo, deve-se destacar que a influência pode ser prejudicial ou benéfica para o desempenho do PRGNSS.

LEVANTAMENTO GEODÉSICO PARA DEMARCAÇÃO DO CAMPO DE PROVAS BRIGADEIRO VELLOSO

RODRIGO AUGUSTO QUIRINO (1)

(1) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Diretoria de Geociências
Coordenação de Geodésia, Rio de Janeiro - RJ
rodrigo.quirino@ibge.gov.br

O presente artigo tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para efetuar a demarcação da área de treinamento militar denominada Campo de Provas Brigadeiro Velloso a partir de dados fornecidos por um decreto presidencial. O levantamento geodésico da área, localizada na região da Serra do Cachimbo, sul do Pará, destaca-se devido a sua magnitude e a dificuldade de ser realizado, haja vista se tratar de uma área com mais de 2 milhões de hectares coberta, em sua maioria, coberta por densa vegetação amazônica. Na década de 50, houve a necessidade de se instalar uma base de apoio que permitisse pouso para os aviões que voavam entre o Rio de Janeiro e Manaus através do interior do Brasil, já que até então, isso só era possível através do litoral do país. No fim da década de 70, um decreto presidencial estabeleceu os limites da área de acordo com os melhores métodos disponíveis na época. Apesar de o decreto descrever corretamente os limites, faltava realizar a materialização dos pontos no meio da selva e obter suas coordenadas no sistema WGS-84, uma vez que no decreto os pontos só podem ser encontrados através de um trabalhoso cálculo de rumos e azimutes, partindo-se de apenas uma coordenada conhecida, que é apresentada. Considerando que a área possui um perímetro de mais de 640 km, os erros poderiam ser propagados extraordinariamente, quando mal calculados. Após algumas visitas de reconhecimento e análise, foi detectada a dificuldade de se realizar um levantamento relativo estático numa área desse porte, coberta por floresta densa, e carente de estações do Sistema Geodésico Brasileiro que pudessem dar apoio ao trabalho. O presente artigo visa a apresentar, além da metodologia empregada, toda a logística organizada para realizar um levantamento desse porte, o qual envolveu helicópteros de guerra, militares da Força Aérea Brasileira especializados em sobrevivência na selva, oficiais engenheiros cartógrafos, graduados topógrafos e auxiliares. O trabalho foi iniciado com o reconhecimento de dois pontos do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) rastreados utilizando o sistema TRANSIT, na década de 70. Optou-se por usar esses pontos, pois se supôs que suas localizações seriam privilegiadas no meio da mata, permitindo uma boa cobertura para o rastreio de satélites. Além disso, notou-se que, ao utilizar esses dois pontos e um terceiro - também monumentado na mesma época, mas localizado no pátio do aeroporto de Cachimbo - seria possível realizar um levantamento relativo estático em todos os vértices da área, com linhas de base nunca maiores que 100 km e considerando esses pontos como pontos-base dos levantamentos. Entretanto, foi necessário transportar, até esses pontos, coordenadas mais acuradas a partir da rede fundamental do SGB. Para essa tarefa, foram utilizados 3 pontos SAT, que foram implantados utilizando técnica GPS, localizados ao redor da área. Devido às distâncias a serem percorridas num mesmo dia de trabalho, o deslocamento da equipe de trabalho só foi possível através do emprego de helicóptero. Após a definição das bases para o levantamento, as próximas etapas foram: o reconhecimento, a abertura de clareiras, o rastreio e a locação e construção de marcos nos vértices da área. Em média, foram necessários três dias de trabalho para cada vértice construído no meio da floresta. Para a definição de cada ponto, a equipe penetrava na mata através do guincho do helicóptero e encontrava, com GPS de navegação, a coordenada aproximada daquela calculada em escritório, a partir das informações do decreto para o vértice a ser construído. Em seguida, abriam-se clareiras suficientes para permitir a instalação de dois receptores GNSS geodésicos, visando a obter um azimute geodésico e a diminuir ao máximo a obstrução de sinal e, por fim, com uma estação total determinaram-se os locais para a construção de cada marco, após o processamento dos dados. Após alguns ensaios, foi definido um padrão de marco a ser utilizado no meio da selva, inspirado no padrão de marco de fronteira, de forma que esses pudessem ser visualizados a partir de aeronaves utilizadas para o patrulhamento da área e ao mesmo tempo fossem de fácil construção - considerando que todo o material para materialização do marco precisava ir a bordo de helicóptero e depois ser lançado na clareira aberta. Ao todo, foram necessários 53 dias de trabalho de campo e mais de 90 horas de vôo de helicóptero para construção de 10 vértices, conforme o padrão citado, e outros 17 marcos menores ao longo da BR-163 - um dos limites da área. Além desses, outros pontos foram obtidos através imagens de satélite, pois estão localizados às margens de rios. Ao final do trabalho, todos os pontos delimitadores da área passaram a ter coordenadas WGS-84 conhecidas e todos os pontos necessários foram materializados. Além disso, todos os dados GNSS rastreados sobre marcos do IBGE foram repassados a esse Instituto, com o intuito de contribuir com a atualização do banco de dados do SGB.

APOIO TOPOGRÁFICO E GEODÉSICO PARA ESTABELECIMENTO DE SÍTIOS DE PESQUISA ECOLÓGICA DE LONGA DURAÇÃO DESTINADOS A INVENTÁRIO RÁPIDO (RAPELD) NA ILHA GRANDE, ANGRA DOS REIS, RJ

GILBERTO PESSANHA RIBEIRO (1)
HELENA DE GODOY BERGALLO (2)
CRISTIANO DOS SANTOS MACIEL (3)

(1) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia e Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável - CEADS
Departamento de Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro - RJ
{gilberto@eng.uerj.br, gilberto@georeferencial.com.br}

(2) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
Departamento de Ecologia, Rio de Janeiro - RJ
bergallo@uerj.br

(3) GeoReferencial Inteligência Cartográfica e Mapeamento Digital
Diretoria de Projetos, Rio de Janeiro - RJ
cristiano@georeferencial.com.br

A partir do projeto de pesquisa DIVERSIDADE BIOLÓGICA NA ILHA GRANDE: UMA ANÁLISE SINTÉTICA DOS PROCESSOS E BASE PARA PESQUISAS DE LONGA DURAÇÃO, aprovado pela FAPERJ através do Edital PensaRio/2009, encontra-se em desenvolvimento o estabelecimento das parcelas destinadas à coleta de organismos em sítios amostrais no Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG), com apoio do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS) da UERJ. O primeiro sítio será demarcado na vertente ocidental da ilha, próximo às vilas do Abraão e de Dois Rios, em ambiente de floresta ombrófila sub-montana e montana. Outro sítio será na vertente oriental da ilha, em área com ocorrência de restinga, na praia do Sul e do Leste. A escolha do posicionamento dos sítios amostrais se deu considerando a diversidade de ambientes e a logística existente. Além de se localizarem em faixas de altitudes distintas, os sítios amostrais também estarão em áreas com diferentes graus de antropização, o que permitirá avaliar se as comunidades são mais fortemente estruturadas por processos edáficos, altitudinais ou sucessionais. As parcelas permanentes serão demarcadas a cada quilômetro em duas linhas paralelas de 5 km cada, interligadas por linhas de 1 km. A metodologia de estabelecimento das parcelas seguirá aquela adotada no Brasil em ambiente amazônico. Serão executados levantamentos topográficos e geodésicos, essencialmente com suporte do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e estação total, com o propósito de demarcação e materialização dos sítios e suas parcelas destinadas à coleta de dados biológicos. Com apoio de fotografias aéreas e imagens de satélites de alta resolução IKONOS serão também elaborados mapas e cartas na escala 1/10.000, objetivando a geração de documentos cartográficos que dêem conta da localização e distribuição precisa dos sítios e suas respectivas parcelas. Estão sendo estabelecidas estações *master* GPS que servirão de base para os levantamentos de campo, no modo relativo e estático: Dois Rios (CEADS-UERJ), Abraão (INEA) e Praia do Sul (INEA), em atendimento às demandas dos sítios. Serão ocupadas 36 estações principais delimitadoras dos cinco polígonos de 1km x 1km cada, onde cada sítio será configurado espacialmente por cinco polígonos desse tipo. Serão ocupados também, pelos receptores geodésicos GPS, pelo menos, duas estações de controle delimitadoras de cada parcela de 250m de extensão, seguindo curva de nível. De forma idêntica esse procedimento se repetirá para as outras quatro parcelas de cada sítio, permitindo sua orientação pelo azimute, totalizando um número mínimo de 30 estações de controle. Os mapeamentos serão executados com base no sistema geodésico WGS_84, em coordenadas geodésicas, e será adotado o sistema de projeção UTM, fuso 23. Está sendo gerado um banco de dados espaciais no sistema SPRING (processamento de imagens digitais) e um projeto nos sistemas ArcGIS e GlobalMapper (manipulação de dados vetoriais). Estão sendo utilizadas bases cartográficas públicas do IBGE (escala 1/50.000) e de outras fontes disponíveis em escalas maiores no processo de validação dos georreferenciamentos das imagens. Tanto os sítios como as parcelas serão demarcadas e materializadas por piquetes, com marcações físicas destinadas à sua identificação, por meio de placas metálicas e fitas coloridas.

GEORREFERENCIAMENTO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

GILMARA DANNIELLE DE CARVALHO ROCHA
ERIKA RODRIGUES DIAS
KATIA CILENE DO CARMO
RAYSSA EURÍDICE NÓBREGA MENDES PESSOA
LUCIENE FERREIRA GAMA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB
Unidade Acadêmica I
Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento
{carvalho.14, erika-lady, k.cilene, rayssa.nobrega}@hotmail.com; gamalf@gmail.com.br

O Centro da Cidade de João Pessoa é caracterizado pela presença marcante de edificações históricas, que retratam a história da ocupação urbana da cidade desde a sua fundação, em 1585. Essas edificações, são relevantes pelo valor histórico que representam para a cidade, por isso, integram o patrimônio histórico e cultural do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Para auxiliar no planejamento e gerenciamento urbano faz-se necessário um sistema de informações territoriais. Nesse contexto, o georreferenciamento é uma importante ferramenta que proporciona a construção de um cadastro técnico, pois descreve as medições e características do terreno, facilitando assim, a tomada de decisões dos órgãos administrativos sobre os patrimônios históricos. O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma metodologia para integrar os trabalhos de levantamentos topográficos e geodésicos realizados no município de João Pessoa, definindo uma rede geodésica planialtimétrica como base para o georreferenciamento. Para realização dessa pesquisa, foram selecionadas quatro edificações localizadas no Centro Histórico de João Pessoa: dois complexos religiosos (Carmo e São Bento), a Casa da Pólvora e o Antigo Hotel Globo. Cada edificação histórica foi contemplada com a implantação de dois vértices, que compõem o campo de ponto de referência, servindo de base para definição de um campo de pontos-objeto, composto pelos pontos de limites e detalhes das edificações. O campo de pontos de referência é formado por oito vértices: IGRC1 e IGRC2, localizado na Igreja Nossa Senhora do Carmo; IGRSB1 e IGRSB2, localizado na Igreja e Mosteiro de São Bento; CP1 e CP2, localizados na Casa da Pólvora; e HG1, HG2 e HG3, localizados no Antigo Hotel Globo. Os vértices são caracterizados por pinos metálicos, cravados nas guias das calçadas, distribuídos em locais estratégicos. As coordenadas planas retangulares UTM, Este (E) e Norte (N), do campo de pontos de referência, com exceção do vértice HG3, foram obtidas pelo sistema de posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite Systems), operando no módulo estático. O receptor geodésico utilizado na campanha de levantamento foi o par de GPS Riper^{+} da Topcon, sendo a estação SAT 92442 utilizada como referência, localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus João Pessoa. Esta estação integra a Rede Geodésica de primeira ordem, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. O vértice HG3 foi observado com a estação total NIKON NPR-362, através da aplicação do método terrestre de medição da interseção à vante, utilizando a técnica de pares conjugados com duas séries de leitura. O processamento encontra-se em fase de execução. O campo de ponto-objeto vem sendo determinado pelo método da irradiação dupla e interseção à vante no Sistema Topográfico Local. O processamento do campo de ponto-objeto será realizado no software DataGeosis Office da Alezi Teodolini e posteriormente ajustados no aplicativo desenvolvido em planilha do Excel e software Adjust. Para determinação das coordenadas altimétricas de pontos de referência, será adotado o RN (Referência de Nível) da rede altimétrica do IBGE, caracterizado por uma chapa metálica, localizada na Igreja de Nossa Senhora das Neves, situada no centro histórico de João Pessoa. As coordenadas altimétricas do campo de ponto de referência serão definidas utilizando o método terrestre de medição de nivelamento geométrico com visadas iguais. A determinação das coordenadas altimétricas do campo de ponto-objeto será a partir das coordenadas do campo de ponto de referência. Para determinação dessas coordenadas altimétricas será utilizado o software DataGeosis Office da Alezi Teodolini. A transformação das coordenadas geodésicas curvilíneas para coordenadas planas retangulares UTM do campo de pontos de referência foi realizada no software TCGEO do IBGE. As coordenadas planas retangulares UTM do campo de pontos-objeto serão obtidas aplicando a Transformação de Coordenadas de Similaridade de Helmert. O Sistema de informações territoriais conterá a posição geodésica e informações descritivas das edificações históricas. A análise da qualidade posicional das observações será realizada, a partir das coordenadas dos vértices do campo de pontos de referência e do objeto. Como resultado, espera-se que o georreferenciamento das edificações históricas em estudo,

possibilite auxiliar na tomada de decisão quanto ao planejamento e gestão urbana do patrimônio histórico e artístico do centro histórico do município de João Pessoa.

DETERMINAÇÃO DO VETOR VELOCIDADE PARA EFEMÉRIDES SP3 DE SATÉLITES GPS UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE ÓRBITA

TIAGO LIMA RODRIGUES
LUIZ FERNANDO MACEDO MORESCKI JUNIOR
LUIZ DANILO DAMASCENO FERREIRA

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
engtlrodrigues@yahoo.com.br, {morescki, luizdanilo}@ufpr.br

A tecnologia GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é uma das mais avançadas para posicionamento espacial e navegação espacial e atualmente é composto pelos sistemas GPS, GLONASS e GALILEO e o COMPASS, estando os dois primeiros em operação, e o restante ainda em fase de desenvolvimento. Contudo, para que haja a possibilidade de se efetuar o posicionamento é necessário que haja a obtenção da posição exata da antena do receptor GNSS, e esta relaciona-se diretamente com às posições e ao sistema de tempo dos satélites. Deste modo, garantir um conhecimento exato da órbita é garantir também a exatidão no uso desta tecnologia. Para usuários que optam por um posicionamento instantâneo e não requeiram alta precisão, tem-se a opção de utilizar efemérides transmitidas em tempo real via mensagens de navegação dos satélites, sendo que estas apresentam precisão na ordem de metros. Já usuários que necessitam de uma maior precisão, há a possibilidade de obtenção das efemérides denominadas precisas a partir da rede mundial de computadores. Atualmente, estas efemérides precisas são produzidas e divulgadas por vários órgãos internacionais como o IGS, o NGS e o JPL/NASA, os quais possuem estações de rastreio distribuídas por toda a Terra. Estas efemérides são classificadas de acordo com a sua latência e precisão em ultra-rápidas, rápidas e finais, apresentando, de uma forma geral, precisão menor que 5 cm. As efemérides contidas nestes arquivos são disponibilizadas com intervalos de 15 minutos, sendo que para obterem-se dados em instantes diferentes, geralmente é utilizado um método de interpolação ou modelos de propagação de órbita. Porém, o formato sp3-c apresenta apenas as posições das plataformas e não as velocidades, importante para se realizar a integração de órbitas. É possível obter os vetores velocidade, mediante a transformação das efemérides em formato sp3 para o formato sp1 (posição e velocidade), porém, atualmente esta rotina não apresenta compatibilidade com os arquivos sp3-c. Desta forma, este trabalho sugere três possíveis metodologias para a solução deste problema, ou seja, a determinação das componentes da velocidade das plataformas GPS ou GLONASS a partir de efemérides sp3-c. Tais metodologias partem do conhecimento de três vetores de posição sucessivos em instantes próximos e a partir de desenvolvimentos matemáticos fornecem o vetor velocidade. Os três métodos apresentados neste trabalho são o de Gibbs, de Herrick-Gibs e o de Gauss-Lambert. O método de Gibbs necessita de um pequeno intervalo de tempo entre os três vetores posição utilizados, de forma que possam ser considerados coplanares. O método de Herrick-Gibbs é um método mais independente do intervalo de tempo, bem como o de Gauss-Lambert. No entanto, estes métodos determinam apenas o vetor velocidade referente ao vetor posição intermediário. De forma geral, nos três casos deve-se ter intervalos menores do que 15 minutos, que é o intervalo fornecido nas efemérides sp3. Desta forma, antes da aplicação dos métodos de determinação de órbita, deve haver um processo de geração dos vetores posição em intervalos menores de tempo. Esta tarefa pode ser realizada a partir de um processo de interpolação, geralmente utilizando polinômios como o de Lagrange ou de Chebyshev. Deste modo, o intervalo de tempo entre os vetores posição gerados será de 1 segundo e o interpolador escolhido é o polinômio de Chebyshev de grau 7, tendo em vista a estabilidade apresentada pelos mesmos nas bordas dos intervalos de amostra. Serão selecionados três satélites da constelação GPS de um arquivo sp3-a em dois horários distintos, por exemplo, 6h e 18h e então, serão determinados os vetores velocidade referentes a estes horários e a estes satélites. Os vetores de estado (posição e velocidade) gerados pelos métodos serão propagados numericamente por 3 horas. Após isso, será feita a avaliação estatística dos resultados obtidos em comparação com os vetores de estado contidos em um arquivo sp1 (mesma época que o sp3-a) verificando se as diferenças estão compatíveis com aquelas apresentadas pela literatura internacional.

METODOLOGIA PARA COMBINAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS DE ATRASO ZENITAL TROPOSFÉRICO GNSS

VINICIUS FRANCISCO ROFATTO (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)
LUIZ FERNANDO SAPUCCI (3)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
rofatto@hotmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP
Departamento de Cartografia
galera@fct.unesp.br

(3) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (INPE/CPTEC), Cachoeira Paulista – SP
Grupo de Desenvolvimento em Assimilação de Dados
luiz.sapucci@cptec.inpe.br

O GNSS (*Global Navigation Satellite System*), que engloba os sistemas de posicionamento e navegação por satélites, como o GPS (*Global Positioning System*), o GLONASS (*GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*) e o Galileo, apresenta grandes possibilidades de aplicações, apesar dos inúmeros erros envolvidos em suas observáveis, entre eles aqueles ligados com a propagação dos sinais dos satélites na atmosfera. Uma dessas fontes de erro está relacionada com a refração advinda da troposfera, denominada pelos geodesistas de atraso zenital troposférico ou neutrosférico (ZTD), causado no sinais provenientes dos satélites que atravessam a massa gasosa que se concentra nas baixas camadas da atmosfera terrestre. O ZTD independe da frequência do sinal dos satélites, em consequência da troposfera ser eletricamente neutra. Desta forma, o atraso depende apenas das características termodinâmicas da atmosfera. O atraso pode ser dividido em duas componentes: a componente úmida (ZWD – *Zenithal Wet Delay*), na qual o sinal sofre influência do vapor d'água presente na atmosfera e a componente hidrostática (ZHD – *Zenithal Hydrostatic Delay*), na qual o atraso do sinal é devido aos demais gases presentes na atmosfera. Apesar da componente hidrostática ser de maior magnitude, apresenta uma variação temporal muito lenta. Já na úmida o atraso é menor, porém, sua variação é muito maior, o que torna impossível sua predição com boa precisão, mesmo quando há medidas disponíveis de umidade na superfície. A soma de ambas componentes resulta no ZTD. O ZTD na ótica do geodesista é vista como um parâmetro incômodo, de tal forma que no posicionamento geodésico adota-se uma estratégia para que os efeitos do ZTD sejam atenuados ou até mesmo eliminados. Por outro lado, existe o interesse dos meteorologistas pela componente úmida ZWD, pois esta pode ser convertida em IWV (*Integrated Water Vapour* – vapor de água integrado) ou água precipitável (PW), tornando o receptor GNSS uma ferramenta valiosa para PNT (Previsão Numérica de Tempo). Essa possibilidade representa o estado da arte no contexto GNSS Meteorologia. Vários centros de pesquisa nesta área têm disponibilizado soluções de atraso troposférico, entre eles pode-se citar IGS (*International GNSS Service*) . Atualmente, o que vem sendo feito é a combinação de várias soluções dos parâmetros ZTD, algo que ainda não se tem realizado no Brasil. O objetivo neste trabalho é apresentar a metodologia de combinar as séries temporais de ZTD de cada software disponível na FCT/UNESP com o propósito de obter uma solução única de ZTD. Esta finalidade é motivada pela necessidade de obter uma consistência interna do produto ZTD. A combinação destas soluções individuais é uma forma de identificar alguns problemas nos processamentos, bem como de controlar confiavelmente a qualidade do ZTD. As séries temporais de ZTD vêm sendo obtidas na FCT/UNESP pelos softwares científicos GIPSY-OASIS-II (GOA-II) e GAMIT para um conjunto de estações GNSS. Estas séries tornam-se disponíveis em lotes ao longo de um determinado intervalo de tempo (arquivos horários, diários, etc). Ou seja, um lote contém uma ou várias estimativas de ZTD ou ZWD a partir de cada software. Por razões de simplicidade, suponha-se que a série temporal dentro de cada grupo tem o mesmo comprimento e intervalo de amostragem, e não há lacunas ("vázios") no registro de dados. Esta suposição é demasiada restritiva, porque, na prática, séries temporais não têm necessariamente a mesma estrutura. Se este for o caso, pode-se especificar um conjunto de momentos eqüidistantes em relação ao tempo na qual

será executada a combinação de séries temporais. O intervalo de tempo entre dois momentos eqüidistantes vizinhos pode ser determinado, por exemplo, como a mediana dos intervalos de amostragem das séries temporais para serem combinados. Para as séries de determinado período de tempo pode ser primeiro necessário interpolar estimativas do ZTD para os momentos de tempo especificado. Por exemplo, no LGE, os softwares GOAII e GAMIT estão configurados de diferentes formas para a estimativa do ZTD em tempo quase real (*Near Real Time – NRT*). Portanto, pretende-se com este estudo adotar uma metodologia para combinar as soluções individuais de ZTD advindos de diferentes softwares e estratégias de processamento de dados GNSS, afim de não somente melhorar a estimativa do ZTD, mas também servir de suporte para as diversas aplicações na meteorologia. A aplicação desses parâmetros na assimilação em modelos de PNT do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) terá especial atenção nesse processo, dado o potencial impacto na melhoria dos produtos associados à distribuição da umidade atmosférica, a exemplo a precipitação.

ESTIMATIVA DO ATRASO ZENITAL TROPOSFÉRICO EM TEMPO QUASE REAL UTILIZANDO ESTAÇÕES GPS TERRESTRES

VINICIUS FRANCISCO ROFATTO (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
rofatto@hotmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP
Departamento de Cartografia
galera@fct.unesp.br

O atraso zenital troposférico ou neutrosférico (ZTD) tem um papel fundamental no posicionamento GNSS e tem sido levado em conta nas aplicações geodésicas de alta precisão. Este atraso pode ser subdividido em uma componente seca - composta de gases, como oxigênio, nitrogênio – chamada hidrostática (Zenithal Hidrostatic Delay - ZHD), e outra complementar composta de vapor d'água, denominada componente úmida (Zenithal Wet Delay - ZWD). No primeiro caso, o atraso varia com a temperatura e pressão atmosférica local e pode ser predito com razoável precisão, devido a sua pequena variação. Já no segundo, a magnitude do atraso é menor, porém, sua variação é muito maior, atingindo cerca de 20% em poucas horas, o que torna impossível sua predição com boa precisão, até mesmo quando há medidas disponíveis de umidade na superfície. A quantidade correspondente a ZWD é tipicamente inferior a 10% do atraso total, e pode ser utilizada na determinação de campos de vapor d'água atmosférico de alta resolução. A soma dessas duas componentes, úmida e hidrostática, gera-se o ZTD. Equipamentos meteorológicos, como radiômetrose radiosondas, podem ser utilizados para melhorar as predições do vapor d'água atmosférico, porém trata-se de equipamentos sofisticados, não podendo ser aplicados na grande maioria das atividades de posicionamento. Frente a esse quadro, o GNSS (Global Navigation Satellite System), em especial para esse estudo o GPS (Global Positioning System), apresenta-se como uma boa alternativa, pois oferece a melhor relação custo-benefício, se levadas em conta às redes de receptores de coleta contínuas já existentes. Tal alternativa permite obter informações sem interrupções do vapor d'água na atmosfera com boa resolução temporal e espacial. Partindo do pressuposto de que os efeitos da troposfera nos sinais de satélite, particularmente introduzidas pelo vapor de água atmosférico, são modelados de forma adequada, o GNSS, tais como GPS, GLONASS e GALILEO oferecem promissoras possibilidades de abordagens e de custo eficaz para determinar vapor de água atmosférica ao nível de qualidade semelhante em comparação com os sensores meteorológicos. Diversos experimentos comprovaram a boa qualidade deste parâmetro atmosférico derivado a partir de medições GPS. Com base nisso, neste trabalho, o ZTD será estimado em tempo quase real a partir do método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), utilizando o software cientifico GIPSY-OASIS-II (GOA-II). Esse método requer fundamentalmente o uso de efemérides precisas e as correções dos relógios dos satélites, bem como os parâmetros de orientação da Terra e modelagem de praticamente todos os erros até então conhecidos. As efemérides, que traz juntamente as correções dos relógios dos satélites, são disponibilizadas para o usuário em diversos centros do IGS (Internacional GNSS Service). Para o caso específico deste trabalho serão utilizadas aqueles disponibilizados pelo JPL (Jet Propulsion Laboratory) em tempo quase real, em razão de acordo de cooperação entre a UNESP e o JPL. Depois de minimizados e até eliminados os demais erros e efeitos (como marés terrestres, cargas oceânicas, inclusive a segunda ordem da ionosfera), não somente as componentes do atraso troposférico podem ser estimadas com melhor acurácia a partir de observações GPS, como também é possível usar ferramentas disponíveis no GOA-II para gerar o ZTD num formato padrão do IGS. Além disso, a qualidade das estimativas do ZTD em tempo quase real utilizando PPP será avaliada por meio de comparações com os valores pós-processados e advindos do método relativo. Neste trabalho serão apresentados os resultados obtidos no contexto do GEGE (Grupo de Estudo em Geodésia Espacial), da FCT/UNESP.

DETECÇÃO DE MOVIMENTO CRUSTAL PÓS-SÍSMICO UTILIZANDO ESTAÇÕES GPS TERRESTRES

VINICIUS FRANCISCO ROFATTO (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
rofatto@hotmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP
Departamento de Cartografia
galera@fct.unesp.br

O deslocamento espacial abrupto de placas litosféricas da Terra que ocorre durante os terremotos é um atual campo de interesse da Geodésia. Muitos cientistas vem centrando esforços no sentido de monitorar e entender o movimentos das placas litosféricas utlizando a tecnologia GNSS (Global Navigation Satellite System). As diversas estações GNSS espalhadas no globo terrestre fazem parte de uma infraestrutura global, o que permite analisar os efeitos catasfróficos do terremoto. Recentemente novos sistemas modernos tem sido propostos para aumentar os sistemas de alertas de terremotos existentes. Por exemplo, na detecção de um maremoto (*tsunamis*), dentre as ferramentas essenciais que compõe o sistema de alerta de maremotos, encontra-se o GNSS. O papel fundamental nesses sistemas é feito através de observações GNSS, as quais permitem determinar a alteração da altura do nível do mar a nível centimétrico utilizando órbitas precisas e correções dos relógios em tempo (quase) real. Assim, uma infra-estrutura relativamente barata de alta tecnologia de bóias de alto-mar podem fornecer um preciso e eficiente sistema de alerta rápido de *tsunamis*. As análises de series temporais de medidas GNSS após os terremotos (movimento pós-sísmico) revela informações sobre as forças e as propriedades materiais associadas aos terremotos. O objetivo deste estudo é mostrar a capacidade do sistema GNSS, em particular o GPS (Global Positioning System) detectar os deslocamentos de nove estações GNSS (ANTC, AREQ, BRAZ, CFAG, RIO2, UFPR, UNSA, CONZ e SANT) após o terremoto de 8,8 graus na escala Richter que atingiu a costa oeste do Chile no dia 27 de fevereiro de 2010. Para o caso específico deste trabalho será adotado o PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), pois além de proporcionar ótimos resultados no posicionamento geodésico, o mesmo apresenta algumas vantagens significativas sobre as demais, como baixo custo computacional, a não correlação entre as estações de uma rede, eliminando a propagação dos erros grosseiros em decorrência da dependência entre as estações, além de ser o principal método utilizado para analisar a maioria das fontes de erros. Esse método requer fundamentalmente o uso de efemérides precisas e as correções dos relógios dos satélites, bem como os parâmetros de orientação da Terra e modelagem de praticamente todos os erros até então conhecidos. As efemérides, que traz juntamente as correções dos relógios dos satélites, são disponibilizadas para o usuário em diversos centros do IGS (Internacional GNSS Service). Neste caso, serão utlizados aquelas advindas do JPL (Jet Propulsion Laboratory). O software científico GIPSY-OASIS II versão 5 (GOA-II) será utlizado neste estudo. O GOA-II permite processar os dados utilizando o método PPP. A estratégia básica consiste no PPP, inicialmente no modo cinemático, para localizar o exato instante que as estações começaram a se mover, e em seguida, no modo estático, para analisar as coordenadas antes e após o terremoto. Vale ressaltar que no PPP, os erros e efeitos (como marés terrestres, cargas oceânicas, variação do centro de fase da antena, inclusive a segunda ordem da ionosfera), serão atenuados ou até mesmo eliminados no processamento dos dados. Portanto, pretende-se observar os deslocamentos em algumas das estações em estudo, a fim de não somente mostrar a capacidade do sistema GNSS em detectar os movimentos pós-sísmicos, mas também utilizar esta tecnologia para fins de pesquisas geodinâmicas.

ONDULAÇÃO GEOIDAL DETERMINADA COM O MAPGEO2004 E O MAPGEO2010 NO CAMPUS DA UFSM – ESTUDO DE CASO

FÁBIO PEREIRA ROSSATO (1)
GELSON LAURO DAL'FORNO (2)
ARGENTINO JOSÉ AGUIRRE (3)

(1) Universidade Federal de Santa Maria
Aluno do Curso de Engenharia Civil
Centro de Tecnologia, Santa Maria - RS
fabiorossato2005@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Santa Maria
Setor de Topografia e Geodésia
Departamento de Engenharia Rural, Santa Maria - RS
gelsmrs@hotmail.com

(3) Universidade Federal de Santa Maria
Setor de Fotogrametria e Geoprocessamento
Departamento de Engenharia Rural, Santa Maria - RS
aguirreja25@yahoo.com.br

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (IBGE), com o intuito de obter maior acurácia na determinação da ondulação geoidal no território brasileiro, substituiu o programa computacional MAPGEO 2004, gerado para essa finalidade, por uma nova versão, o MAPGEO2010. Uma das aplicações dessa ondulação é a determinação da altura ortométrica de pontos da superfície terrestre, a partir do conhecimento da altura elipsoidal ou altitude geométrica. A altura elipsoidal é determinada pelo emprego do Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS) e o uso dessa grandeza, associada à ondulação geoidal, é uma das metodologias utilizadas para a obtenção de altitudes. Aplicar e testar essa nova versão do MAPGEO, e compará-la com a versão anterior, em pontos cujas coordenadas geodésicas, altitudes geométricas e ortométricas são conhecidas, é de fundamental importância para comprovar a ordem e a evolução de sua acurácia, quando empregada em regiões delimitadas e de baixa densidade de marcos gravimétricos. Este trabalho propõe-se à análise da ordem da discrepância entre a ondulação geoidal obtida a partir do modelo MAPGEO 2004 e a ondulação geoidal obtida pelo MAPGEO 2010, quando comparadas com a ondulação geoidal obtida pela diferença entre as altitudes ortométrica e geométrica conhecidas, em marcos situados no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Objetiva também, quantificar a evolução obtida pelo emprego do modelo geoidal MAPGEO2010 no que se refere à acurácia. Para a execução do presente trabalho, usaram-se 14 marcos da Rede de Referência Cadastral do Campus da UFSM, dos quais são conhecidas as coordenadas geodésicas em SIRGAS2000, as altitudes ortométricas (*H*) obtidas por nivelamento geométrico e as altitudes geométricas (*h*). Com essas altitudes calculou-se a ondulação geoidal (*N*) mediante a fórmula $N \simeq h - H$. Os valores, assim obtidos, foram considerados como o padrão de comparação para ambos os programas computacionais. Com o emprego das coordenadas geodésicas dos marcos e os modelos geoidais MAPGEO2004 e MAPGEO2010 obtiveram-se as duas séries de ondulações geoidais correspondentes a cada modelo. As ondulações geoidais, assim obtidas, foram tabuladas e tiveram suas estatísticas calculadas e posteriormente comparadas. As ondulações geoidais geradas a partir da diferença entre as altitudes ortométricas e geométricas dos marcos monitorados apresentaram uma média de 9,483 m, com um desvio padrão de 0,016 m e foram consideradas como padrão. As ondulações geoidais oriundas da aplicação do MAPGEO2004 geraram uma média de 8,581m, com um desvio padrão de 0,003m. Já, as obtidas com o MAPGEO2010 tiveram a média de 9,417 m e desvio padrão de 0,007m. A diferença entre os valores médios da ondulação geoidal, tida como padrão, e as geradas pelos MAPGEO2004 e MAPGEO2010 foram respectivamente 0,902 m e 0,066 m. Verificou-se que a discrepância entre os modelos geodais testados e o tido como padrão foi reduzida, na média, em 0,836m quando do emprego do MAPGEO2010. Dessa maneira, a discrepância, que no MAPGEO2004 apresentava-se nas proximidades do metro, com o MAPGEO2010 se reduz à casa do centímetro. Os resultados obtidos, pela

comparação das ondulações geoidais calculadas a partir das diferenças entre as altitudes ortométricas e as altitudes geométricas com as geradas a partir do MAPGEO 2004 e do MAPGEO 2010, para os 14 marcos do Campus da UFSM, confirmaram que o MAPGEO 2010 apresenta uma melhoria altamente significativa da qualidade de suas estimativas. Na área em estudo, a confiabilidade do modelo evoluiu de uma discrepância média de 0,902 m para 0,066 m, ou seja, uma discrepância próxima ao metro para uma discrepância inferior a um decímetro, o que representa um avanço da acurácia na ordem de 92,71%, quando da aplicação da nova versão do MAPGEO.

DISTÚRBIOS IONOSFÉRICOS SÚBITOS DE ABRANGÊNCIA GLOBAL MEDIDOS POR GPS DURANTE INTENSA EXPLOSÃO SOLAR: ESTUDO DE CASO PARA 28 DE OUTUBRO DE 2003

JOHNY SARTORI RUVIARO (1)
MARCELO TOMIO MATSUOKA (1)
SÉRGIO FLORÊNCIO DE SOUZA (1)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Geociências
Departamento de Geodésia, Porto Alegre – RS
LAGEO – Laboratório de Pesquisas em Geodésia
johny.ruviaro@yahoo.com
tomiomatsuoka@gmail.com
sergioflorenciodesouza@gmail.com

A ionosfera é a principal fonte de erro das observáveis GPS (*Global Positioning System*). Ela afeta a propagação de ondas eletromagnéticas por ser um meio dispersivo, fazendo com que a modulação e a fase das ondas portadoras transmitidas pelos satélites GPS sofram, respectivamente, um retardo e um avanço, o que, por sua vez, provoca um erro na distância medida entre o satélite e o receptor. Esse erro é diretamente proporcional ao conteúdo total de elétrons (TEC – *Total Electron Content*) presente ao longo do caminho da trajetória percorrida pelo sinal na ionosfera e inversamente proporcional ao quadrado da frequência do sinal. O TEC varia regularmente no tempo e no espaço com relação: ao ciclo de manchas solares (variação de longo período), à época do ano (variação sazonal), à hora do dia (variação diurna), à localização geográfica, à atividade geomagnética, entre outros parâmetros. No entanto, o TEC pode sofrer abruptas modificações em seu comportamento devido, por exemplo, à ocorrência de intensas explosões solares, ejeções de massa da corona, entre outros eventos. Na ocorrência de uma explosão solar ocorre um rápido aumento do fluxo solar de radiação eletromagnética, especialmente na faixa dos raios X e extremo ultravioleta (EUV), que se direcionada para a Terra, pode provocar uma série de fenômenos na ionosfera, genericamente chamados de Distúrbios Ionosféricos Súbitos (DIS – *Sudden Ionospheric Disturbance*). Durante eventos de DIS podem ocorrer rápidas variações na amplitude e na fase (cintilação ionosférica) dos sinais GPS prejudicando a performance de rastreio do receptor e ocasionando perdas de sinal; um súbito aumento da densidade de elétrons no lado iluminado da Terra em torno de 80 km de altura na camada D da ionosfera através do processo de fotoionização, entre outros. Este trabalho teve por objetivo analisar a influência, em um contexto global, da intensa explosão solar do dia 28 de outubro de 2003, que ocorreu entre 11:00 e 11:30 UT, no comportamento do TEC e na performance do posicionamento por ponto utilizados dados de vinte e oito estações da rede mundial IGS (*International GNSS Service*), são elas: BAN2 (Índia), BJFS (China), BOGT (Colômbia), BRAZ (Brasil), BRST (França), CAS1 (Antártida), DAKA (Senegal), FORT (Brasil), GRAZ (Áustria), KERG (Ilhas Kerguelen), LAE1 (Papua - Nova Guiné), MAS1 (Espanha), MOBN (Rússia), MCIL (Japão), MCM4 (Antártica), MDO1 (EUA), MKEA (EUA), NKLG (Gabão), PETP (Rússia), QUIN (EUA), RIOG (Argentina), SANT (Chile), SEY1 (Seychelles), SIMO (África do Sul), STJO (Canadá), THTI (Taiti, Polinésia Francesa), TUKT (Canadá) e URUM (China). Para análise foram produzidos gráficos do erro total (3D), do erro em planimetria e do erro em altitude geométrica no posicionamento por ponto com uso dos dados GPS (somente L1) entre às 10:00 e 13:00 UT (*Universal Time*) para cada uma das estações. Para realizar o posicionamento por ponto, os dados das vinte e oito estações foram processados no software GPSPACE (*GPS Positioning from ACS Clocks and Ephemerides*) desenvolvido pelo GSD (*Geodetic Survey Division*) do NRCan (*Natural Resources Canada*). Também foram feitos gráficos do VTEC (*Vertical TEC* – TEC na direção vertical) para o mesmo período, produzidos a partir dos dados GPS das mesmas estações. Os gráficos de VTEC mostraram um grande aumento na quantidade de elétrons livres na ionosfera para as estações próximas do ponto subsolar às 11:00 UT (o qual encontrava-se no continente africano no momento da explosão), e um aumento cada vez menor conforme a localização da estação é mais afastada do ponto subsolar, ao passo que no lado não iluminado da Terra no momento da explosão os gráficos de VTEC mostraram que a quantidade de elétrons livres não variou significantemente. Nos resultados do erro no posicionamento pode-se notar que para a grande maioria das estações no lado iluminado da Terra o posicionamento não pôde ser processado, seja por perdas de sinal ou pelo GPSPACE ter considerado as observações como contaminadas por *outliers*, uma vez que o erro

nas observáveis aumentou muito repentinamente. Para aquelas estações bem próximas do limite dia/noite o erro aumentou muito, enquanto isso para quase todas as estações do lado não iluminado pelo Sol o erro variou muito pouco. Assim, os resultados mostram uma relação direta entre a chegada da radiação eletromagnética intensificada proveniente da explosão solar com o aumento do erro no posicionamento e do valor de VTEC com abrangência global no lado diurno da Terra.

DISTANCIÔMETRO ÓPTICO PARA AUTOMAÇÃO DE CALIBRAÇÃO DE MONITORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE

LUIZ FELIPE COSTA DOS SANTOS[1]
PAULA DEBIASI[2]
MARCOS S. FARIAS[3]
ISAAC J. A. L. SANTOS[3]

[1]Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Engenharia, Seropédica – RJ
l.felipec@hotmail.com
paula@ufrrj.br

[2]Universidade Federal do Paraná
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba – PR

[3]Comissão Nacional de Energia Nuclear
Instituto de Engenharia Nuclear
Departamento de Instrumentação e Confiabilidade Humana, Rio de Janeiro – RJ
msantana@ien.gov.br
luquetti@ien.gov.br

A automação de tarefas tem se tornado uma tendência mundial, e não se restringe apenas a atividades simples. Cada vez mais processos complexos ou perigosos são executados por máquinas. A necessidade de realizar medições e ajustes em um ambiente onde a radiação ionizante atinge níveis nocivos à saúde deu início a projetos de automação destas medidas. A aplicação das radiações ionizantes está difundida nos mais diversos setores da atividade humana, como saúde, indústria, agricultura, pesquisa e outros. Todas as atividades que envolvam o uso dessas radiações devem ser monitoradas. Os equipamentos utilizados para a realização destes controles precisam estar devidamente calibrados e rastreados, sendo uma exigência da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Os monitores de radiação utilizados devem fornecer respostas dentro de limites aceitáveis de exatidão e precisão. Esta confiabilidade pode ser assegurada por meio de suas calibrações em campos de radiação conhecida. Os procedimentos de calibração devem ser realizados anualmente. Um sistema automático de calibração de medidores de radiação ionizante necessita de uma fonte radioativa, de atividade conhecida, que se afasta ou aproxima-se do medidor, expondo-o a uma taxa de radiação inversamente proporcional ao quadrado da distância. Para efetuar a calibração o valor da taxa de radiação calculada a uma distância é comparado com o valor lido no monitor de radiação sob calibração. Esta aplicação motivou a concepção de um distanciômetro para ser usado em um sistema automático de calibração de medidores de radiação ionizante. Com este sistema o operador ajusta no software a taxa de radiação que deseja expor o monitor sob calibração. O software então, em função do tipo de fonte de radiação utilizada, calcula e aciona os motores até que a distância correta seja ajustada. Esta automação agiliza o processo e evita erros comuns de cálculo ou de consulta em tabelas para ajuste da distância desejada. Convencionalmente, para o cálculo de distâncias são usados equipamentos de medição indireta, que utilizam de princípios ópticos, e podem ser usados em locais de difícil acesso. Os mais usuais possuem alcance em torno de 70 metros e precisão de aproximadamente 1,5 milímetros, nos quais a distância é obtida através do tempo que a luz demora a percorrê-la. Entretanto, tais equipamentos não possibilitam a transmissão de dados em tempo real, o que é um fator importante para a automação de medidas. Considerando esses aspectos, foi proposto então o desenvolvimento de um distânciômetro óptico. A maior dificuldade encontrada neste projeto foi referente à restrição orçamentária, já que não seria viável desenvolver um equipamento com o custo mais elevado do que o do próprio medidor de radiação. A solução encontrada foi a utilização de uma câmera calculando a distância, ao invés de calculá-la através do tempo, como é feito nos distanciômetros convencionais, o que os torna mais caros. O equipamento desenvolvido neste trabalho baseia-se em um sistema de visão artificial capaz de realizar medidas através de técnicas utilizadas na Fotogrametria e Processamento Digital de Imagens e possui resolução da ordem de 1:500 a 5m de

distância. O instrumento é composto por um sistema de visão artificial, um apontador laser e o software. Para tanto, as imagens são processadas pelo programa desenvolvido sob a plataforma LabVIEW em conjunto com o módulo de visão Imaq Vision, que calcula as distâncias. Para a detecção da projeção do laser na imagem, são realizados processos de binarização da imagem, equalização do histograma, limiarização e segmentação. Dessa forma a imagem de saída possui apenas o fundo e o alvo de interesse, a partir do qual são calculadas as coordenadas do centro de massa. O apontador laser é posicionado paralelamente à câmera a uma distância conhecida, o que faz com que esta distância seja proporcional à da projeção até o centro óptico da câmera. Através da proporção entre a distância da projeção ao centro da imagem e a distância do laser ao centro óptico, conhecendo-se a distância focal, é possível calcular a distância até o anteparo. Para a determinação da distância é realizada uma série de medidas e os valores obtidos passam por um tratamento estatístico onde são excluídos eventuais dados discrepantes. O erro varia exponencialmente em função da distância, de modo que o equipamento atinge maior precisão a curtas distâncias. Para a aplicação do distanciômetro na calibração de medidores de radiação admite-se uma precisão de 10mm a uma distância máxima de 5m, o que é alcançado pelo equipamento desenvolvido. A câmera utilizada neste equipamento possui pixel de 6µm com distância focal de 16mm. Existem, atualmente, no mercado, câmeras com características técnicas muito superiores a estas, o que possibilita que haja uma melhora significativa dos resultados obtidos. Mesmo com a câmera utilizada neste trabalho, é possível ampliar a aplicação dos métodos descritos. Outra aplicação, já em desenvolvimento, é o uso do equipamento descrito em conjunto com um sistema mecânico e sensor de movimento, formando um sistema de posicionamento para orientar um robô móvel destinado ao mapeamento de radiação. Este robô poderá atuar em ambientes internos e externos e ser usado em caso de acidentes nucleares, sem expor vidas humanas, já que pode ser operado remotamente. O equipamento pode, ainda, através de pequenas adaptações, ser aplicado ao monitoramento de estruturas. Para esta finalidade notam-se algumas vantagens em relação aos métodos Geodésicos convencionais no que diz respeito ao custo e à automação, no qual seria possível o monitoramento remoto contínuo, minimizando a necessidade de equipes de campo em áreas de risco.

ASSIMILAÇÃO DE DADOS PROVENIENTES DA RADIOCULTAÇÃO GNSS: AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES UTILIZANDO LOCAL ENSEMBLE TRANSFORM KALMAN FILTER

LUIZ FERNANDO SAPUCCI (1)

(1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.
Divisão de Desenvolvimento e Modelagem, Cachoeira Paulista - SP
luiz.sapucci@cptec.inpe.br

Com a aplicação da técnica de rádio ocultação nos sinais de rádio frequência dos sistemas de posicionamento por satélite, os quais compõem o GNSS (*Global Navigation Satellite System*), recebidos por receptores a bordo de satélites de órbita baixa, denominados LEO (*Low Earth Orbits)*, é possível obter remotamente perfis de temperatura e umidade da atmosfera terrestre. Diversas são as vantagens dessa técnica de observação da Terra com relação às demais, como por exemplo: a boa qualidade dos perfis nos altos níveis da atmosfera, não é influenciada pelas condições de tempo, são independentes dos dados de outros equipamentos e não requerem calibração. Em função dessas características, atualmente existe diversos satélites envolvidos nesse sistema de observação com boas perspectivas de ampliação dessa constelação no futuro próximo. Entre elas a constelação denominada COSMIC (*Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate*) deve ser destacada dado o seu positivo impacto na Previsão Numérica de Tempo (PNT) de diversos centros operacionais, impacto esse relatado em diversos trabalhos publicados nos últimos anos. A inclusão desses dados nos modelos de PNT é realizada via os sistemas de assimilação de dados. A assimilação de dados é um processo em que previsões de curto prazo, na mesma grade regular do modelo, são combinadas com observações das mais variadas fontes (sensores em estações na superfície, em bóias sobre os mares, em navios, aviões e principalmente em satélites) irregularmente distribuídas no tempo e espaço. O papel do sistema de assimilação é gerar as condições iniciais para a integração no tempo dos modelos de PNT, condições estas que represente de forma mais realística possível o estado da atmosfera do ponto de vista do modelo. A assimilação de dados é atualmente um grande desafio científico para a meteorologia, no qual os geodesistas podem contribuir significantemente, uma vez que, por se tratar de um ajustamento de observações, é um assunto que faz parte de sua rotina diária de trabalho. Embora os métodos sejam semelhantes por estarem associados aos mesmos trabalhos originários, algumas características do problema da assimilação de dados os diferem significantemente dos problemas de ajustamento tratados na geodésia. Talvez o mais preponderante seja o fato que enquanto os problemas na geodésia envolvem um numero relativamente elevado de observações, muito maior que o numero de parâmetros a serem estimados, na assimilação de dados o inverso sempre ocorre, pois por maior que seja o numero de observações o numero de incógnita para ser estimado é sempre maior. Como na previsão numérica de tempo a atmosfera é discretizada horizontal e verticalmente por pontos em uma grade regular e em cada um desses pontos os valores das variáveis prognósticas (temperatura, pressão, umidade e direção e velocidade do vento) são as incógnitas a serem estimadas. Para o caso de um modelo global de baixa resolução, por exemplo de 100 km, o número de parâmetros a ser estimado pode ser calculado multiplicando o número de pontos horizontais pelo número de níveis verticais, pelo numero de variáveis consideradas no modelo (360*180*28*5=9.072.000). Em um processo operacional o número de observações disponíveis depois de filtradas por controle de qualidade e processo de eliminar informações redundantes é em torno de 200 mil. Esses números deixam a não redundância de observação evidente, e que o ajustamento dessas observações requer um tratamento especial. Os métodos empregados foram se sofisticando com o desenvolvimento dos modelos e da resolução espacial, aliadas ao aumento da capacidade computacional disponível nos centros de previsão. Os primeiros sistemas de assimilação eram baseados em "*nudging*" que eram sucessivas modificações nos campos previstos induzindo-os para os valores observados. Esses evoluíram para o que é conhecido por interpolação ótima e em paralelo foram empregadas técnicas baseadas no filtro de kalman com significativas simplificações para adequá-las á capacidade computacional disponível na época. Uma técnica que se proliferou rapidamente foi a baseada em métodos variacionais, nos quais procura-se minimizar globalmente um jacobiano formado pela distância entre as observações e as previsões de curto prazo do modelo, distância essa ponderada pelo matriz variância-covariância das observações e do modelo. O próximo passo dessa evolução foi levar em consideração o tempo em que as observações eram feitas, o que gerou o método conhecido como 4DVAR, o qual é o atual estado da arte em assimilação de dados. Embora esse sistema seja largamente utilizado

nos principais centros operacionais com reconhecido sucesso, o mesmo apresenta significativas limitações, pois a carga computacional exigida em sua execução é muito grande e não é portável para diferentes modelos e resoluções, uma vez que está totalmente acoplado ao modelo de previsão utilizado. Visando minimizar tais problemas um novo sistema de assimilação está em desenvolvimento denominado *Local Ensemble Transform Kalman Filter* (LETKF). Esse sistema foi o adotado pelo CPTEC-INPE para substituir o atual sistema de assimilação, e até o momento ele é o único centro operacional a empregar esse sistema. O LETKF apresenta um futuro muito promissor em especial na inclusão de novas fontes e na portabilidade para outros modelos e resoluções. O presente trabalho tem por objetivo levar à comunidade geodésica algumas discussões à respeitos dos problemas encontrados na assimilação de dados e a aplicação do Filtro de Kalman nessa tarefa, nas quais, por serem tão familiar a disciplina ajustamento de observações, podem contribuir significantemente no futuro com a iteração das duas áreas da ciência. O objetivo final dessa atividade e mostrar que com a assimilação dos perfis de radio ocultação GNSS utilizando o LETKF, espera-se que uma melhor qualidade da condição inicial seja obtida e consequentemente impactos positivos na qualidade final das previsões geradas sejam observados.

INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DE MULTICAMINHO EM POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO UTILIZANDO O AEM-LAGE

RICARDO LUIS SCUICIATO (1)
DIULIANA LEANDRO (1)
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA (1)
CLAUDIA PEREIRA KRUEGER (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
ri.carto.ls@gmail.com , (diuliana, suelenhuinca, ckrueger)@ufpr.br

Os dados GNSS podem ser comprometidos pelo efeito de multicaminho, um erro advindo da propagação do sinal, o qual afeta não somente o código e a fase da portadora, mas também a relação sinal ruído. Esse efeito ocorre quando o sinal advindo do satélite no percurso entre este e a antena encontra algum obstáculo, fazendo com que o sinal GNSS, que originalm. A atuação do efeito de multicaminho pode fazer com que as ambigüidades não sejam resolvidas ou gerar uma solução para o posicionamento errônea. Não existe um modelo matemático que possa eliminar o efeito citado, pois existem muitas variáveis geométricas e naturais envolvidas. O multicaminho afeta a pseudodistância do código de maneira mais significativa se comparado com a interferência na fase da onda portadora. Já na fase da onda portadora, o impacto estimado é um erro de aproximadamente um quarto do comprimento desta onda, ou seja, 4,8cm para a fase L1 e 6,1cm para L2. Antes de se dar inicio a quaisquer levantamentos GNSS precisos, é imprescindível a escolha de um local adequado para realizar as observações, devendo eles estar o máximo possível isentos de obstruções e superfícies refletoras. Nestes casos é recomendado a utilização de antenas receptoras providas de tecnologia capaz de minimizar as ondas oriundas deste efeito de multicaminho. Outra forma de minimização desse efeito é aumentar o tempo de coleta de dados, visto que a variação da geometria da constelação dos satélites GNSS faz com que esse efeito seja diferente a cada instante, sendo possível determiná-lo. Muitas pesquisas foram e estão sendo desenvolvidas para minimizar este efeito e até mesmo visnado soluciona-lo. Uma nova técnica minimizadora está em desenvolvimento no Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), a qual consiste de um material que visa absorver as ondas deformadas, e que é utilizado acoplado às antenas receptoras GNSS ou em revestimento de ambientes específicos, denominado AEM-LAGE (Atenuador do Efeito de Multicaminho). Nos testes da performance do AEM-LAGE utilizou-se o método de Posicionamento Relativo Estático. Adotou-se o pilar 1000 da BCAL/UFPR (Base de Calibração de Antenas da UFPR) como estação base, a qual é livre do efeito de multicaminho. Nele instalou-se a antena Leica AR25, antena Choke Ring 3D, a qual possui círculos concêntricos cuja finalidade é dissipar os efeitos de multicaminho. A estação incógnita empregada é o marco RM 01 (marco esse excêntrico a estação UFPR, RBMC). Foram realizados 4 experimentos com duração de 1,5 horas cada e duas sessões. Buscou-se efetuar os levantamentos sempre no mesmo horário. Nessa pesquisa, foi proposto investigar o ganho na qualidade das coordenadas nos levantamentos geodésicos relativos estáticos utilizando o AEM-LAGE. Focou-se na analise qualitativa dos posicionamentos, através de fatores indicativos de multicaminho e da relação sinal ruído. Eles foram obtidos pelo processamento das observações nos programas Leica Geo-office e TEQC (*Translate Edit Quality Check*). Os primeiros levantamentos de dados GNSS utilizando a antena ATX 1230 acoplada ao AEM-LAGE, aplicando o método de posicionamento relativo estático, mostrou resultados promissores. Verificou-se que com o emprego do AEM-LAGE, nos levantamentos, houve um ganho de aproximadamente 10% no código C/A para a observável L1 e 30% no código C/A para a observável L2.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA GPS PARA O POSICIONAMENTO POR PONTO

MAURICIO IHLENFELDT SEJAS

Instituto Federal Catarinense - IFC
Campus Rio do Sul
Curso Técnico em Agrimensura, Rio do Sul - SC
msejas@ifc-riodosul.edu.br

O princípio fundamental da navegação por satélites GPS (*Global Positioning System*) consiste na medida das pseudodistâncias entre um usuário e pelo menos quatro satélites, quando se parte do princípio que as coordenadas dos satélites são conhecidas em um determinado sistema de referência. Geometricamente três medidas seriam suficientes, porém uma quarta é necessária devido ao não sincronismo do relógio do receptor. No posicionamento por ponto apenas um único receptor GPS é utilizado para determinar as coordenadas tridimensionais de um ponto. Esta característica elimina a necessidade de se operar com dois ou mais receptores simultaneamente, tal como ocorre no posicionamento relativo. Na literatura se encontram outras denominações para este tipo de posicionamento, como *posicionamento por ponto simples* e *posicionamento por ponto convencional*. Usualmente se emprega o código C/A como observável básica para o processamento, as efemérides transmitidas para a determinação das coordenadas e dos erros dos relógios dos satélites, e os demais erros como refração troposférica e ionosférica normalmente são negligenciados. Até o dia 1° de maio de 2000 a precisão planimétrica esperada para o posicionamento por ponto era de 100 metros, enquanto que a vertical de 150 metros, com 95% de probabilidade. Com o desligamento parcial da SA (*Selective Availability*), à meia noite do dia 2 de maio de 2000, a precisão do posicionamento com receptores que operam apenas com o código C/A melhorou em torno de 10 vezes, mas ainda assim não é suficiente para a aplicações que exigem alta precisão. Entre os anos 2002 e 2003, durante a dissertação de mestrado, um programa para o posicionamento por ponto foi desenvolvido, e alguns resultados obtidos foram apresentados na respectiva publicação. O programa também foi utilizado em processamentos DGPS (*Differential GPS*) no modo pós-processado, quando se verificou discrepâncias da ordem de poucos metros. Entre os anos 2007 e 2008 o programa foi totalmente reescrito, em linguagem C++. Atualmente, o programa opera com um conjunto de oito bibliotecas inteiramente desenvolvidas pelo autor deste trabalho, com as seguintes funções: conversão entre diferentes sistemas de tempo e diversas outras operações envolvendo tempo, transformação entre coordenadas, leitura e gravação de arquivos (RINEX de observação, navegação e relógio, efemérides precisas no formato SP3c, mapas de ionosfera no formato IONEX e mensagens NMEA), conjunto de funções para cálculos envolvidos no processamento, modelagem troposférica, modelagem ionosférica, matrizes e ajustamento e uma biblioteca contendo funções de uso geral. No entanto, nem todas as funções escritas foram implementadas no programa, como por exemplo a de modelagem ionosférica. Para o ajustamento de observações pelo Método dos Mínimos Quadrados foi escrita uma biblioteca que conta com funções para criação e operação de matrizes e vetores, bem como funções específicas pera o Método Paramétrico de ajustamento. O programa é capaz de gerar ao final do processamento um arquivo de saída no formato NMEA-GGA, contendo dentre outras informações as coordenadas latitude, longitude e altitude estimadas em cada época. Neste trabalho serão apresentados os resultados de processamentos de oito estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) na região Sul do país, sendo elas: UFPR (Curitiba), PRMA (Maringá), PRGU (Guarapuava), IMBT (Imbituba), SCLA (Lages), SCCH (Chapecó), POAL (Porto Alegre) e SMAR (Santa Maria). Os arquivos RINEX são do dia 032/2011, sendo o intervalo de processamento igual a 6 horas, entre 12:00h e 18:00h (TUC), totalizando aproximadamente 1440 épocas. Dentre as opções de processamento disponíveis, foi escolhido um ângulo de corte de 10°, o código C/A como observável básica, as efemérides transmitidas para determinar as coordenadas dos satélites e relógios, e os demais erros, como troposfera e ionosfera, foram negligenciados. Para cada época foram estimadas as coordenadas X, Y, Z da estacão e o erro do relógio do receptor, bem como os respectivos desvios-padrão. As análises dos resultados e geração de gráficos foram feitas com o auxílio dos programas GNU Octave e Gnuplot. Os resultados apresentaram discrepâncias, em relação às coordenadas precisas, não superiores a 12,5 metros para a planimetria e 49,0 m para a altimetria, com desvios-padrão em torno de 2,5 m e 10,0 m para a planimetria e altimetria, respectivamente. Como os experimentos levaram em conta observações de apenas um dia, os resultados não são conclusivos, mais experimentos devem ser realizados para se determinar a precisão que se pode obter atualmente no posicionamento por ponto. Observa-se, entretanto, que os resultados para a planimetria estão de acordo com o esperado para o posicionamento por ponto após o desligamento da

SA. O desenvolvimento de um programa de processamento GPS traz evidentes vantagens, como o domínio de várias etapas envolvidas no processamento GPS e independência tecnológica em relação a programa desenvolvidos em outros países. Além do mais, o programa permite que melhorias sejam feitas e novas funcionalidades sejam implementadas, diferentemente de programas comerciais de código fechado. As próximas modificações no programa envolvem a implementação das demais rotinas escritas, como as de modelagem troposférica, ionosférica e efemérides precisas, além do filtro de Kalman para a estimativa dos parâmetros.

ESTUDO DAS CORREÇÕES DAS ALTITUDES CIENTÍFICAS APLICADAS AOS DESNÍVEIS DA RAAP

TIAGO CAVAGNOLI SEVERO (1)
ALEKSEI KRUGER GEHLEN (1)
SÉRGIO FLORÊNCIO DE SOUZA (1)
MARCELO TOMIO MATSUOKA (1)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Geociências
Departamento de Geodésia, Porto Alegre – RS
LAGEO – Laboratório de Pesquisas em Geodésia
tiago.c.severo@gmail.com
alekseigehlen@hotmail.com
sergioflorenciodesouza@gmail.com
tomiomatsuoka@gmail.com

Devido ao não paralelismo das superfícies equipotenciais, os desníveis calculados a partir do nivelamento geométrico dependerão do percurso seguido no nivelamento. Isso ocorre pelo fato do nivelamento geométrico ser tomado sobre a vertical de cada ponto, as quais variam de acordo com a rota escolhida, gerando assim diferenças entre altitudes de mesmos pontos nivelados por percursos distintos. No Brasil, a Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) pertencente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), implantado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aplica aos desníveis observados uma correção aproximada devido ao não paralelismo das superfícies equipotenciais de forma a reduzir este erro. Esta aproximação considera o potencial da Terra normal, que varia apenas com a latitude e independe da longitude da região. Se o valor da aceleração da gravidade for observado em cada estação de uma linha nivelada, pode-se obter as diferenças de potencial ΔW, combinando a gravidade com desníveis parciais. O potencial (W) é função apenas da posição, dessa forma, o cálculo de altitudes realizado a partir de diferentes linhas de nivelamento conectando dois pontos A e B devem fornecer o mesmo resultado. Neste contexto adotou-se o número geopotencial (diferença entre o geopotencial W_0 do geóide e o geopotencial W_P de um ponto a ser nivelado) como uma "medida natural de altitude", mesmo que este não apresente dimensões de comprimento. O número geopotencial pode ser dado pela fórmula $C = W_0 - W_p = \sum_{i=0}^{n} g_i \, \Delta h_i$ onde Δh_i são os desníveis brutos fornecidos pela operação de nivelamento geométrico e g_i as médias dos valores observados da gravidade nas extremidades de cada seção nivelada. A transformação de números geopotenciais à medidas de altitudes requer a divisão deste por um valor específico da gravidade, o qual definirá os diferentes tipos de altitudes científicas. Dessa forma, buscando apresentar uma solução unívoca para a altitude de um ponto P, pode-se definir uma altitude cientifica para este, dada pela expressão $H_P = \sum_{i=0}^{n} g_i \, \Delta h_i / G$, onde H_P é altitude científica do ponto P e G é o valor particular de gravidade considerado. Neste trabalho serão apresentados três tipos de altitudes científicas, as quais serão posteriormente avaliadas: dinâmica, normal e ortométrica. A altitude dinâmica é obtida na fórmula básica das altitudes científicas substituindo G pela gravidade normal γ para alguma latitude arbitrária, usualmente a latitude de 45º. A vantagem da altitude dinâmica é que todos os pontos situados sob a mesma equipotencial possuem a mesma altitude dinâmica (pelo fato do valor particular de gravidade G no denominador se tornar uma constante). A desvantagem da altitude dinâmica é que esta carece de qualquer significado geométrico. A altitude normal considera como o valor de G a aceleração média da gravidade normal $\bar{\gamma}$ do elipsóide de referência até o ponto P ao longo da vertical deste ponto. Como $\bar{\gamma}$ depende da própria altitude normal, esta é obtida precisamente por cálculos iterativos. Pelo fato deste tipo de altitude considerar a gravidade normal, esta dispensa qualquer hipótese sobre a distribuição de densidade de massas. A altitude ortométrica é definida como a distância tomada ao longo da vertical entre o ponto P e sua projeção P_0 sobre o geóide. Esta altitude requer o conhecimento do valor médio da aceleração da gravidade $\bar{g}$ ao longo da vertical do ponto P, até sua projeção P_0 sobre o geóide. Dada a impossibilidade de se obter $\bar{g}$ no interior da crosta terrestre, a altitude ortométrica tem um caráter puramente teórico, dessa forma, não pode ser obtida a menos de hipóteses simplificativas sobre a densidade do material que compõe a litosfera. Na prática as altitudes citadas anteriormente são obtidas adicionando correções aos desníveis calculados. Estas correções são obtidas a partir da dedução de cada equação das altitudes científicas, sendo $DC_{AB} = \sum_{i=A}^{B} \frac{g_i - \gamma_0}{\gamma_0} \Delta h_i$ a correção da altitude dinâmica, $NC_{AB} = DC_{AB} + \frac{\bar{\gamma}_A - \gamma_0}{\gamma_0} H_A^{Nor} - \frac{\bar{\gamma}_B - \gamma_0}{\gamma_0} H_B^{Nor}$ a correção da altitude normal

e finalmente $OC_{AB} = DC_{AB} + \frac{\bar{g}_A - \gamma_0}{\gamma_0} H_A^{ort} - \frac{\bar{g}_B - \gamma_0}{\gamma_0} H_B^{ort}$ a correção da altitude ortométrica. Nas equações de correção das altitudes científicas g é a média da gravidade medida sobre cada estação nivelada e H^{Nor} e H^{ort}são respectivamente as altitudes normais e ortométricas destas mesmas estações. O presente trabalho tem como objetivo determinar e avaliar a magnitude das correções das altitudes dinâmica, normal e ortométrica em uma linha de nivelamento pertencente à RAAP e assim contribuir nos estudos de viabilidade da utilização dessas altitudes na rede de nivelamento brasileira. O teste foi realizado em uma linha de nivelamento situada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, desenvolvida ao longo das BR-116 e BR-285 desde o município de Novo Hamburgo até o município de São José dos Ausentes. O trajeto nivelado possui 1.179,87 m de desnível, compreendido entre as referências de nível (RRNN) 1776L e 1766U em uma extensão de aproximadamente 308 km. Para a realização das correções altimétricas utilizou-se os desníveis calculados a partir das altitudes fornecidas no memorial de cada RN e valores da gravidade medidos sobre cada uma destas. A determinação de $\bar{g}$ sobre cada RN foi realizada através da redução de Helmert, dessa forma, utilizou-se a correção da altitude ortométrica de Helmert no presente estudo. Os resultados obtidos na correção dos desníveis observados para as altitudes dinâmicas, normais e ortométricas são respectivamente de -1,8549 m, 0,0417 m e 0,1177 m. A maior magnitude da correção dinâmica pode ser explicada pelo fato de esta ser diretamente proporcional a dimensão dos desníveis. Os valores encontrados para as correções normal e ortométrica são compatíveis para uma região com uma variação altimétrica maior que 1000 m. Assim, um sistema de altitudes corrigido apenas do não paralelismo das equipotenciais, pode se tornar ineficaz para algumas aplicações geodésicas que requerem maior precisão.

GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS DE ACORDO COM A SEGUNDA EDIÇÃO/ REVISADA DA NORMA TÉCNICA DO INCRA - ESTUDO DE CASO NA CHÁCARA SÃO GABRIEL, LAPA-PR

ALYNE RAMINELLI SIGUEL (1)
ORIENTADOR: PROF.ª DRA. MARIA APARECIDA Z. ZANETTI (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
alynesiguel@gmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
mazz@ufpr.br

Com a aprovação da Lei Federal n° 10.267 de 28 de agosto de 2001 e seus Decretos regulamentadores, o INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária em atendimento ao que preconiza a Lei, busca através do georreferenciamento de imóveis rurais obter o fiel conhecimento da malha fundiária do Brasil. Visando a padronização dos serviços de agrimensura, o INCRA lançou a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, a qual impõe alguns critérios a serem seguidos na execução e levantamento dos serviços de demarcação e medição. Esta norma sofreu alterações e já foi lançada sua segunda versão revisada. Em regra, todos os proprietários devem realizar o georreferenciamento de acordo com as datas limites determinadas em função do tamanho das áreas. Desta forma, o volume de trabalho tende a aumentar, exigindo assim, que todos os profissionais habilitados possuam o conhecimento técnico necessário para tal serviço de acordo com os princípios estabelecidos na Norma. Visando aplicar todos os preceitos técnicos da referida Norma de Georreferenciamento de Imóveis Rurais em sua segunda edição/revisada, apresentam-se todas as etapas e procedimentos efetuados para se obter a certificação de um imóvel rural localizado no município da Lapa, estado do Paraná. A metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto consiste nos seguintes passos: identificação e reconhecimento dos limites do imóvel rural, materialização dos vértices do imóvel, definição do método de levantamento, levantamento dos vértices de apoio básico e dos vértices do perímetro, processamento e análise dos dados coletados em campo, apresentação de soluções e finalmente a apresentação da documentação requerida para o processo de certificação. A utilização da técnica de posicionamento GNSS empregada na determinação dos vértices da propriedade e dos vértices de apoio básico, por meio do posicionamento relativo estático rápido e relativo estático foi aplicada com sucesso. Contudo, considera-se importante ficar atento as áreas com obstruções, pois as precisões para os vértices da propriedade foram alcançadas, mas o PDOP ultrapassou o recomendado. A solução para tal empecilho foi a utilização da antena com oito metros de altura, o que permitiu a determinação de tais coordenadas. Ressalta-se a importância de executar mais de uma sessão de rastreio para os vértices de apoio básico, pois foi possível comparar os resultados obtidos e desta forma garantir confiabilidade para as coordenadas do ponto. A execução do serviço permitiu analisar a importância da organização e planejamento, evitando assim, problemas no levantamento e processamento dos dados. Os *softwares* utilizados foram o Leica Geo Office Combined 6.0, AutoCad 2008 e Posição 2004. A partir das coordenadas obtidas com o processamento dos dados foi possível realizar a representação gráfica do perímetro do imóvel e gerar os demais documentos necessários a certificação. Para o planejamento realizado em escritório necessitou-se dos subsídios adquiridos através das visitas de campo, dos equipamentos envolvidos e das estações de referência escolhidas. A área encontrada para o imóvel é 0,4 % menor do que a registrada, sendo assim considera-se que esta diferença ocorreu devido ao método e material utilizado na medida realizada anteriormente. Com a nova metodologia aplicada nos processos de certificação há uma minimização da análise técnica, por parte do INCRA, o que permite mais agilidade no trâmite dos processos. Contudo, fica a responsabilidade do profissional que efetuou o levantamento, juntamente com o proprietário, pela qualidade, veracidade e consistência dos dados e peças técnicas entregues ao Instituto. Desta forma, recomenda-se sempre realizar o levantamento atendo-se ao que aconselha a Norma Técnica de Georreferenciamento.

EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO COSTEIRA E ANÁLISE DA POSIÇÃO GEODÉSICA DA ÁREA *NON AEDIFINCANDI* EM RECIFE

DAMINE COELHO PAZ E SILVA(1)
RODRIGO MIKOSZ GONÇALVES (2)
DANIELLE MENDONÇA BATISTA SABIÁ (3)
FRANCISCO JAIME BEZZERA MENDONÇA (4)
LUCIANA MARIA DA SILVA (5)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
(1,3) Centro Artes e Comunicação – CAC
damine_28@hotmail.com, dani6391@hotmail.com

Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica
(2,4,5) Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
rodrigo.mikosz@gmail.com, jaime@ufpe.br, luciana_maria15@hotmail.com

A formação da maioria das cidades latino-americanas foi uma resposta às diversas manifestações culturais dos países europeus dominantes, e assim ocorreu em Recife, pois se acreditava que o desenvolvimento econômico e social de Pernambuco estava baseado neste porto moderno que nascia. A vinda da família real ao Brasil e a abertura dos portos ao capital estrangeiro forçaram a modernização do Porto, por onde escoava grande parte da produção de açúcar e algodão do Nordeste. Iniciou-se, ali, uma sucessão de modificações urbanas no Recife a começar pelo bairro de Santo Antônio que abrigava alguns prédios do governo e redações dos jornais da época. Relatos indicam que esse ambiente era considerado como uma parcela não muito valorizada da cidade onde circulavam principalmente: pescadores, artesãos, caixeiros, e trabalhadores portuários. Já a "elite" se concentrava nos bairros de Boa Vista e Benfica. Com a reforma urbana, que teve início nas primeiras décadas do século XIX a situação mudou, pois sob o governo de Herculano Bandeira o Recife teve todo seu núcleo original, que contava a história da cidade, demolido para dar lugar a um traçado influenciado pelo urbanismo francês do Barão Haussmann do século XIX. Entretanto, o ponto inicial do bairro de Boa Viagem foi conservado: a pequena igreja de Nossa Senhora de Boa Viagem. A data exata de fundação desta igreja é desconhecida nos registros históricos, mas sua existência como tal, está vinculada ao ano de 1724, segundo o registro de Inscrição e Escritura de Doação de Terras. Esta construção marcou o início da vida própria do bairro, que antes era apenas passagem de comerciantes e aventureiros da região. Sua ocupação territorial era feita por pescadores e pequenos comerciantes locais, que viram ali um ponto de parada, e não mais apenas de passagem. Com o passar do tempo, famílias burguesas iniciaram atividades de veraneio na orla do nascente bairro de Boa Viagem. Destaca-se que o mesmo não figurava entre as áreas nobres da cidade, todavia tratando-se de uma ocupação temporária, houve o erguimento de construções e uma consequente valorização local que aos poucos foi ganhando importância. Essa valorização evoluiu com o tempo e com o crescente aumento da população maior que em outros locais, devido à busca por áreas de lazer. Em 1970 a população do município de Recife era 1.060.701 habitantes, O censo de 2000 apresentou 1.422.905 habitantes, e atualmente a população ultrapassa os 1.536.934 habitantes publicados pelo ultimo censo do IBGE em 2010. Boa parte dos habitantes está concentrada em edificações nas proximidades da Avenida Boa Viagem, que se estende por 8 km de extensão beirando o mar, entre os bairros de Pina e Setúbal. A inauguração dessa Avenida aconteceu em 20 de outubro de 1924 pelo governo, e seu projeto contava com postes com uma potência de 100 (cem) velas cada um e com bondes elétricos, que inicialmente trafegaram até o Pina, antiga ilha do Nogueira, chegando até a Igreja Nossa Senhora de Boa Viagem. Nesse período não havia legislação alguma que especificasse a ocupação do solo e, por isso, a construção dos edifícios próximos a ela foi totalmente desordenada e a própria Avenida foi constituída por faixas de terras doadas pelos proprietários, e mesmo sem suas obras concluídas, foi inaugurada naquela data. Após 87 anos da sua inauguração, vê-se que a antiga Av. Beira mar tornou-se a grandiosa Avenida Boa Viagem. Na direção oeste, onde existiram belas mansões deram lugar à grandes espigões urbanizando a praia sem levar em conta os impactos com a proximidade do mar. Ao longo dessa avenida são visíveis as obras de contenção do "avanço do mar" ou melhor avanço da urbanização não planejada se contrastando com a paisagem natural do ecossistema marinho que em Recife é composto de belíssimos arrecifes e piscinas naturais. Pensando na preservação e valorização desse

ambiente, o Governo do Estado de Pernambuco publicou em 23 de dezembro de 2010 a nova lei de gerenciamento costeiro n°14.258. Essa lei visa: promover e apoiar a conservação, recuperação e o controle de áreas que sejam representativas dos ecossistemas da zona costeira. Como também incentivar o desenvolvimento de atividades que respeitem as limitações e as potencialidades dos recursos ambientais. Tal iniciativa do Governo Estadual é muito valiosa ao meio ambiente, pois a ocupação irresponsável da costa pernambucana provocou um desequilíbrio, e as respostas da natureza estão evidentes na costa recifense e em tantos outros locais. Essa preocupação fica evidente no capitulo V, artigo décimo, parágrafo dois e três, quando determina expressamente que a área *non aedificandi* da zona costeira consiste numa faixa de 33 m (trinta e três metros) para áreas urbanas e 100 m (cem metros), ou mais para áreas não urbanas. A medição para esses limites parte da linha de preamar máxima de sizígia atual, e será seguida de um estudo da sua delimitação para determinar o melhor afastamento, a partir do valor mínimo estabelecido. Tornando-se importante o monitoramento dessa linha visto que ela pode ser variável no decorrer do tempo. A partir de tais definições, a geodésia se destaca como instrumento fundamental para demarcação das áreas *non aedificandi* de maneira contínua de acordo com a nova lei, levando em conta os critérios posicionais da preamar máxima de sizígia e trazendo benefícios a esse monitoramento, detectando, assim, as áreas de risco e áreas *non aedificandi.* Dentre as técnicas geodésicas recomendadas para este tipo de mapeamento, destacam-se os levantamentos relativos cinemáticos GNSS. As normativas da nova lei de gerenciamento costeiro são muito pertinentes no que diz respeito à preservação dos ambientes naturais e para o processo de evolução descontrolada de urbanização costeira. Uma demonstração de que há preocupação com o meio ambiente e que há interesse de preservar uma distância mínima através da definição espacial geodésica das áreas *non aedifincandi.*

ANÁLISE DA MITIGAÇÃO DA CINTILAÇÃO IONOSFÉRICA NO POSICIONAMENTO GNSS: REGIÃO EQUATORIAL

HELOÍSA ALVES DA SILVA (1)
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO (2)
HAROLDO ANTONIO MARQUES (1)
PAULO DE OLIVEIRA CAMARGO (2)
MARCIO AQUINO (3)

Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP
(1,2) Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
{heloh2o, haroldoh2o}@gmail.com; {galera, paulo}@fct.unesp.br

(3) Universidade de Nottingham
IESSG – Institute of Engineering Surveying and Space Geodesy, Nottingham – Reino Unido
Marcio.Aquino@nottingham.ac.uk

As observações de pseudodistância e fase da onda portadora do GNSS (*Global Navigation Satellite System*) estão sujeitas aos erros aleatórios, sistemáticos e/ou grosseiros. Para que se obtenham resultados confiáveis no ajustamento das observações GNSS a partir do MMQ (Método dos Mínimos Quadrados), o modelo matemático (funcional e estocástico) estabelecido deve ser válido para a realidade física que se tenta descrever, além de ser capaz de detectar problemas. Dessa forma, as fontes de erros envolvidas nas observações devem ser bem conhecidas e modeladas ou eliminadas adequadamente. No caso, atualmente, a ionosfera pode ser caracterizada como a maior fonte de erros que afeta os sinais GNSS. Devido a variação na densidade de elétrons na camada da ionosfera, ocorrem as chamadas cintilações ionosféricas, as quais provocam variações de amplitude, fase, polarização e ângulo do sinal GNSS. As cintilações ionosféricas são mais fortes nas regiões equatoriais e nas de altas latitudes. As ocorrências de cintilações ionosféricas nas regiões equatoriais apresentam-se relacionadas com a anomalia equatorial, sendo sua maior intensidade em locais de pico da anomalia. Em períodos de máxima atividade solar, porém, a anomalia pode ter um pico às $\cong$ 21 horas local, além disso, bolhas ionosféricas se formam nesta região após o pôr-do-sol. Pequenas irregularidades se formam dentro destas bolhas, tornando-se uma fonte de intensas cintilações. A magnitude e a frequência de tais cintilações são correlacionadas com o ciclo solar. Nas regiões de altas latitudes, a ocorrência de cintilações, geralmente, é devida às tempestades geomagnéticas. Atualmente, há a disponibilidade de receptores GNSS projetados para extraírem parâmetros que indicam o nível de cintilação da fase e da amplitude sobre os sinais dos satélites. Tais parâmetros podem ser utilizados para mitigar os efeitos de cintilação ionosférica através de melhoramentos apropriados no modelo estocástico envolvidos no ajustamento pelo MMQ. No Brasil, estão sendo instalados receptores capazes de coletar dados com informações de cintilação ionosférica através do projeto CIGALA (*Concept for Ionospheric Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America*) (http://www.galileoic.org/la/?q=node/322) e alguns deles já estão em fase de operação. Nesse trabalho, os parâmetros relacionados a cintilação ionosférica são utilizados na construção dos pesos do ajustamento dos dados GPS melhorando a modelagem estocástica. Essa modelagem foi incorporada no software de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) denominado "FCT/RT_PPP" (em desenvolvimento na FCT/UNESP), o qual é capaz de realizar o posicionamento em modo estático, cinemático ou época por época. Para a realização dos experimentos foram escolhidos dados GPS de receptores pertencentes ao projeto CIGALA referentes ao período de 14 a 19 de fevereiro de 2011. A escolha desse período foi baseada no fato da ocorrência da explosão solar do dia 15 de fevereiro, que atingiu a classe X-2 de fluxo de raios X, muito embora a mesma não tenha sido direcionada para a Terra (http://www.swpc.noaa.gov). Alguns resultados preliminares do PPP no modo cinemático mostraram que, ao aplicar a mitigação da cintilação ionosférica a partir da modelagem estocástica proposta, obteve-se melhorias em altitude da ordem de 22% e em erro 3D da ordem de 11%, em comparação com a modelagem estocástica considerando apenas a variação dos ângulos de elevação dos satélites. Sendo assim, nesse trabalho será apresentada a estratégia de mitigação da cintilação ionosférica no posicionamento GNSS bem como as análises dos resultados para a região brasileira, considerando dados coletados num período de moderada a alta atividade solar.

DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR EM AMBIENTES DE RESERVATÓRIO E OS PROBLEMAS CAUSADOS POR INTERVENÇÃO HUMANA

KARINA DE SOUZA SILVA
CLAUDIA PEREIRA KRUEGER
DIULIANA LEANDRO
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
karina.s.silva@gmail.com; (ckrueger, diuliana, suelenhuinca)@ufpr.br

Atualmente, a ocupação irregular tem surgido através da urbanização sem limites e vem ocorrendo nas periferias das cidades, em terrenos baldios ou mesmo em áreas não-urbanizadas, sendo que algumas dessas áreas são de reservas florestais ou de preservação permanente. O impasse criado diante da ocupação irregular causa uma série de carências urbanas, levando a instabilidade do sistema de abastecimento de água, esgotos, eletricidade, transportes públicos, sistema viário, falta de habitação ocupações de risco, o ar poluição e resíduos sólidos. No entorno de alguns reservatórios do Brasil, existe uma concentração razoável de pessoas, o que pode contribuir para o desenvolvimento de ocupações irregulares, gerando grandes problemas, pois são áreas formadas por ecossistemas complexos, que estão em constante mudança, apresentando uma intensa dinâmica. Outro fator que contribui significativamente nestas regiões é a existência de áreas de preservação permanente ou reservas florestais, portanto, são áreas com um elevado grau de fragilidade ambiental. Dentro deste contexto, desenvolveu-se uma metodologia para a delimitação de áreas irregulares e os problemas resultantes da intervenção humana no meio ambiente. Dentre os critérios utilizados tem-se: a existência de construção de edificações e estradas, a criação de animais, além da agricultura familiar. Detectando-se essas ocupações, pode-se avaliar a ação humana na área de estudo e as causas da degradação ambiental devido à geração de resíduos sólidos, desmatamento e poluição. Essas ações influenciam diretamente na análise do enquadramento dos corpos d'água existentes na região. Este quadro é muito mais do que uma simples classificação, é uma ferramenta fundamental para a gestão dos recursos hídricos e planejamento ambiental. À princípio, esta metodologia está sendo aplicada em uma área teste localizada no município de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil, parte de um parque nacional de preservação permanente. Qualquer tipo de intervenção humana nessa área deve atender às legislações em vigor. Por exemplo, é proibido qualquer tipo de ação humana em um intervalo de pelo menos 30 metros em torno do corpo de água. A área analisada foi escolhida, uma vez que há uma tendência para que o fluxo humano aumente em decorrência da proximidade do parque com a região metropolitana de Curitiba, tornando a situação ainda mais crítica. Próximo a área de estudo, foram coletados alguns pontos com coordenadas geodésicas precisas, que serviu de base para a demarcação da área. Utilizou-se a tecnologia GNSS (*Global Navigation Satellite System*), aplicando o método de posicionamento relativo cinemático, que pôde delimitar toda a área do entorno. Posteriormente foi realizado o cadastro, medindo as coordenadas de cada propriedade, tipo de edificação existente na área e o tipo de material que a edificação foi construída. Além dessas informações ainda constam dados referentes ao tipo de uso e ocupação do solo, a existência de água encanada ou não, de coleta de lixo na área, entre outros. Foi utilizada uma imagem de satélite com alta resolução, identificando as estradas, construções, áreas de devastação, etc.. Finalmente, foi gerado um mapa da área de ocupação irregular e pode-se considerar o impacto criado por ações humanas sobre o ambiente, e os danos causados ao patrimônio natural. Este conhecimento é essencial para mudar esse quadro predatório, dado que através do conhecimento científico pode-se buscar a implementação de políticas para a exploração racional e preservação desta área. Os danos ambientais podem ser minimizados através do planejamento do uso da terra. Pode-se ver que o processo alcançou o sucesso esperado e esta metodologia pode ser aplicada no entorno de reservatórios ou até em áreas costeiras. As informações geradas serão combinadas com outras fontes de dados (levantamentos batimétricos, análise da qualidade da água) e fornecerão informações para o planejamento e gestão ambiental das áreas, levando a mais ações organizadas. Diagnósticos mais precisos podem ser feitos antes que qualquer tipo de intervenção humana apareça ou aumente na área em estudo.

DETERMINAÇÃO DE DISTÂNCIAS MÁXIMAS DE VISADAS PARA A CLASSIFICAÇÃO SEGURA DE UM NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

RAQUEL NAIARA FERNANDES SILVA (1)
FELIPE MENDES SUCI (1)
PEDRO LUÍS FAGGION (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
{raquelferds@gmail.com; felipesuci@gmail.com; faggion@ufpr.br}

A partir do nivelamento geométrico é possível determinar a diferença de nível entre dois ou vários pontos no terreno, sendo preferencialmente o ponto inicial uma Referência de Nível (RN) e o final, outra RN. Para tal procedimento são utilizados níveis ópticos ou digitais, sendo esse último o objeto de estudo do presente trabalho. O nível eletrônico DNA03 da Leica Geosytems® tem precisão nominal de 0,3mm/km utilizando miras de nivelamento ínvar (liga metálica com 63,8% de aço, 36% de níquel e 0,2% de carbono) com códigos de barras ou graduadas para trabalhos de alta precisão. O IBGE sugere o método de visadas iguais para esse tipo de trabalho, que consiste na instalação do equipamento na meia distância entre os pontos de ré e de vante, minimizando assim o erro de colimação vertical do nível, refração atmosférica e curvatura da terra. Exclusivamente para nivelamentos de precisão, é determinado pelo fabricante que seja limitada a distância entre o equipamento e as miras em até 30 metros, minimizando assim os efeitos causados pela reverberação. Para evitar um eventual erro e sua propagação, são indicados alguns cuidados como: os comprimentos das visadas de ré e vante devem ser aproximadamente iguais, variando em no máximo 2 metros; as leituras deverão ser feitas acima de 30 centímetros do solo, evitando assim reverberações causadas por turbulências; as miras deverão ser utilizadas aos pares, de modo que a mira que deu início a uma seção (visada em ré) seja a mesma do término (visada a vante) da referida seção, eliminando-se o erro de índice da mira; uso de sapatas e colocação das miras sobre chapas ou pinos evitando-se que a mesma apoiada diretamente no solo. Todos esses cuidados serão devidamente tomados em campo para o experimento a ser realizado, porém não se sabe qual a precisão alcançada com o nível digital DNA03 quando a distância da linha de visada aumenta, chegando a dezenas de metros por exemplo. Propõe-se então determinar o desnível entre pontos situados no campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná a partir do método de visadas iguais, efetuando um nivelamento de primeira ordem, que de acordo com o IBGE, a diferença entre os desníveis obtidos no nivelamento e contranivelamento de uma seção deve ser menor que $3mm\sqrt{k}$ (sendo k a média das distâncias niveladas e contra niveladas em quilômetros). Após esse procedimento, será utilizado o método de visadas extremas, em que o aparelho não será instalado necessariamente no centro de cada lance, ele ficará distante da mira, podendo gerar assim, uma degradação da qualidade da imagem da mira, afetando a precisão do levantamento. Assim, serão avaliadas as distâncias máximas de visada para que o nivelamento seja enquadrado como de primeira, segunda ou terceira ordem. Ressaltando que essa nomenclatura clássica foi mantida pelo IBGE, em parte, no estabelecimento das Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em território brasileiro, análogo à nomenclatura que começa a se impor, pelo seu caráter mais significativo segundo as teorias do ajustamento de observações geodésicas. As classes são: Levantamentos geodésicos de alta precisão; Levantamentos Geodésicos de precisão e Levantamentos Geodésicos para fins topográficos. Os resultados poderão demonstrar ainda a influência dos efeitos atmosféricos (pressão, temperatura, umidade), que serão observados durante todo processo, já que os levantamentos serão realizados, em no mínimo, dois instantes distintos do dia. Os primeiros testes realizados demonstrarão que a qualidade dos desníveis varia, não somente com o tamanho da visada, mas também com o horário que o levantamento está sendo executado, no entanto, será de grande valia o conhecimento das distâncias máximas para um nivelamento classificado como de alta precisão e as condições atmosféricas que mais as afetam. Essas informações são relevantes para a determinação de recalque em estruturas; tema este que será desenvolvido na dissertação de mestrado do primeiro autor desse resumo, que consiste na determinação do recalque, no período de formação do reservatório, da barragem da Usina Hidrelétrica de Mauá, construída no Rio Tibagi, entre os municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira.

CUIDADOS DURANTE O AJUSTAMENTO POR MMQ DO MODELO PARAMÉTRICO EM POSICIONAMENTO POR INTERSECÇÃO A RÉ

ALEXANDRE DO NASCIMENTO SOUZA(1)
SILVIO JACKS DOS ANJOS GARNÉS (1)
ANDREA DE SEIXAS (1)
WENDSON DE OLIVEIRA SOUZA(1)
ANA ITAMARA PAZ (1)
REJANE LUNA (2)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
adnasci@gmail.com
silvio.jacks@ufpe.br
aseixas@ufpe.br
wendsonsouza@gmail.com
anaitapaz@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil
rejane_luna@yahoo.com.br

O procedimento de determinar a posição de uma estação incógnita, a partir da medição de ângulos horizontais para outras três estações conhecidas, é um dos recursos que a topografia oferece para o cumprimento de seu objetivo, de conhecer a forma e a dimensão de uma porção limitada de terreno. A direção relativa das retas, que unem a estação incógnita com as outras estações conhecidas, quando observados dois ângulos dessa estação incógnita, fica determinada. De tal determinação, obtém-se a posição da intersecção dessas retas. Esse procedimento (ou método) é conhecido por intersecção a ré, ou intersecção inversa, ou ainda por recessão. No caso particular como colocado acima, a literatura trata-o como problema de Pothénot, ou problema dos Três Pontos, ou problema da Carta, ou problema do Papel Transparente. A solução do problema de Pothénot já é bastante conhecida, sendo encontrados na literatura vários métodos gráficos, como também analíticos. Quando ao invés de observar ângulos a partir da estação incógnita a três estações conhecidas, forem observados ângulos a mais de três estações conhecidas, a intersecção a ré não é mais tão encontrada na literatura, ficando mais reservada aos autores que incluem ajustamento de observações em seus textos, e ainda sem maiores detalhamentos. É para esse tipo de ajustamento que neste trabalho, se chama a atenção, valendo ressaltar dois pontos. ***a) primeiro***: as coordenadas das estações conhecidas não são absolutas, pois em geral, vieram de alguma implantação física, observações e ajustamento a priori, com suas incertezas fornecidas pela matriz de covariâncias (ou matriz variância covariância - MVC). Em não sendo absolutas as coordenadas (isentas de erros), o modelo paramétrico não se enquadra ao modelo do ajustamento, pois não daria para colocar as observações na forma explícita $\mathbf{L}a=F(\mathbf{x}a)$. Nesse caminho o modelo implícito combinado $F(\mathbf{x}a,\mathbf{L}a)=\mathbf{0}$ seria o mais adequado. Todavia, neste trabalho, será abdicado da aplicação do modelo ideal, e serão hipoteticamente aceitas as coordenadas das estações conhecidas como isentas de erro. Partindo desse principio, o trabalho aponta para detalhes mais práticos e preocupantes advindos do uso do modelo paramétrico no ajustamento da intersecção a ré. ***b) segundo***: as observações para a intersecção a ré são direções as quais, por exemplo, podem ser obtidas pelo método das direções (séries conjugadas PD e PI) e ajustadas por MMQ no agora, adequando modelo paramétrico, e com isso, fornecer ângulos ajustados e sua respectiva MVC. As equações de observações usadas no método (equação de direção, ou senão, equação de ângulo) envolvem unidades lineares em metros e angulares em graus sexagesimais e radianos, portanto, valores de grandezas bem diferentes entre si, além de que a forma linearizada da função residual v(x,y), no cálculo da direção ou do ângulo (dependendo de qual caminho escolhido) do ponto aproximado envolve a função *arc tg.* Com isso, a topologia da função quadrática a ser minimizada no ajustamento (V^TPV) pode apresentar vales, fazendo com que, dependendo do valor inicial usado no processo iterativo, o método de Gauss-Newton (método tradicional usado em Geodésia) tenha baixo desempenho na convergência para o mínimo da função V^TPV, ou mesmo divergir. No entanto, certamente a maior dificuldade da aplicação do método é a compatibilização das unidades para o correto resultado e análises

estatísticas. A bondade de um ajustamento, na grande maioria das vezes, consiste em verificar se a distribuição de probabilidades das observações vem de uma distribuição normal (ou de Gauss). Uma das maneiras de verificar isso é aplicar um teste de hipótese, por exemplo, o Qui-quadrado de igualdade de variâncias. Nesse teste a variância da unidade de peso estimada é confrontada com uma variância da unidade de peso de referência. Para que seja factível essa aplicação, ambas as variâncias devem ter mesma unidade. Desta forma, sendo adimensional a variância a priori, deve-se garantir que a variância a posteriori também seja adimensional, ou, em sendo dimensional a variância a posteriori a variância a priori tem que possuir a mesma dimensão. Esse jogo na definição da dimensionalidade da variância de referência implica também na dimensão da matriz de pesos, pois essa pode ser dimensional ou adimensional. O outro controle a ser rigorosamente observado é a dimensão resultante da matriz de covariâncias dos parâmetros ajustados, pois das definições da dimensão da variância de referência, da matriz dos pesos, bem como da matriz de coeficientes dos parâmetros **A**, implica diretamente na dimensão da MVC dos parâmetros. Embora o contorno das dimensões não seja difícil, a não observância dos detalhes alertados, pode ocasionar em: *i)* convergência lenta do método de Gauss-Newton, principalmente quando forem usadas as equações de direção, na qual a orientação do zero do limbo é um dos parâmetros; *ii)* a variância estimada a posterior pode ser indevidamente rejeitada no teste estatístico de hipótese Qui-quadrado; e *iii)* os desvios-padrão das coordenadas estimadas podem resultar em valores sub ou superestimados, não condizentes com a realidade. Enfim, para comprovar o que foi mencionado, montou-se um experimento usando o pilar central do Laboratório de Astronomia da UFPE e, com um par de receptores Hiper Lite plus L_1/L_2 rastreou-se quatro pontos A, B, C e D no seu entorno. Após o processamento no *software Topcon Tools* tendo como base a estação RECF da RBMC, verificou-se que a precisão horizontal fornecida foi melhor que 1cm para todos os pontos. Transformando essas coordenadas para o sistema topocêntrico do *campus* Joaquim Amazonas da UFPE, seus valores foram: A(149770,302m; 249292,943m), B(149344,270m; 249267,427m), C(148591.481m; 249973,750m) e D(149219.622m; 249962.649m). Usando uma estação total *Trimble* modelo 3303Dr, precisão nominal 3”, observou-se para esses pontos, 4 séries angulares pelo método das direções, cujos ângulos ajustados foram: a_1=45°23’01,5”; a_2=115°08’49,4”; e a_3=128°20’14.9”. Com estes dados e dois programas: um usando equações de direção; e, o outro usando equações de ângulos, ambos desenvolvidos na linguagem do programa Matlab, pôde-se ilustrar os detalhes mencionados sobre convergência do método, dimensionalidade dos elementos envolvidos, aplicação do teste de hipótese Qui-quadrado e a precisão dos parâmetros estimados.

ANÁLISE COMPARATIVA DAS DISTÂNCIAS OBTIDAS POR OBSERVAÇÕES GPS E POR ESTAÇÃO TOTAL

FELIPE MENDES SUCI
WANDER DA CRUZ
PEDRO LUIS FAGGION

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
felipesuci@gmail.com
wanderdacruz@gmail.com
faggion@ufpr.br

A aplicação de dados GPS na determinação de linhas de base vem sendo cada vez mais utilizada entre os profissionais das ciências geodésicas, principalmente por aqueles que buscam produtividade, economia e certo grau de precisão nos resultados. O presente trabalho buscou comparar distâncias entre os pilares da base de calibração da UFPR, sendo esta, localizada na Fazenda Canguiri, distante aproximadamente 12 quilômetros em linha reta do Centro Politécnico da UFPR. A referida base de calibração, composta por sete pilares de concreto equipados com dispositivos de centragem forçada, possibilitando a repetibilidade no momento da ocupação dos pontos, teve sua escala (distância entre os pilares) definida recentemente com a utilização da Estação Total TC2003 da fabricante Leica Geosystems, que tem precisão nominal de 1 mm ± 1 ppm. Os pilares Pn (n=1, 2, 4, 6 e 7) foram rastreados no dia 29 de março de 2011, com receptores Leica 1200 (P1 e P2), com precisão de 3 mm ± 0,5 ppm; Leica 900CS (P4), com precisão de 5 mm ± 0,5 ppm e Topcon Hiper (P6 e P7), com precisão de 3 mm ± 0,5 ppm. A utilização de diferentes aparelhos se deu por conta da disponibilidade dos mesmos, fornecidos pelo Laboratório de Instrumentação Geodésica (LAIG) e o Laboratório de Topografia (LABTOPO) da UFPR. Os outros dois pontos da base de calibração (P3 e P5) também foram rastreados, porém, por problemas com a comunicação Bluetooth entre os receptores e as antenas, os dados não foram salvos, impossibilitando o pós-processamento e posterior obtenção das coordenadas. O tempo de rastreio em cada ponto foi superior à uma hora, caracterizando assim o posicionamento estático. Pelo fato dos receptores serem de dupla frequência e a distância à base da UFPR (utilizada como estação de referência para o pós-processamento) ser considerada curta (< 20 km), alguns erros foram minimizados, como o efeito de marés terrestres e atrasos troposférico e ionosférico. As linhas de base, que variam entre 30 m (P6-P7) e 790 m (P1-P7) foram calculadas, transformadas para o plano topográfico local, horizontalizadas e então comparadas às distâncias obtidas com a estação total TC2003. As linhas de base que envolvem os pontos P6 e P7 são as que concentram os maiores erros, esses resultados podem ser explicados pela distância que existe entre esses dois pilares e os demais rastreados e ainda pelo fato de tais pilares estarem localizados sob árvores, acentuando assim o efeito do multi-caminhamento. Para se ter idéia do efeito do multi-caminhamento nos pontos P6 e P7, a diferença entre as distâncias obtidas com os dois métodos foi de 1,2 mm em uma distância de 30,2 m (400 ppm), acima da precisão relativa nominal dos aparelhos utilizados nesses pilares (Topcon Hiper). A diferença máxima encontrada entre os métodos de levantamento foi de 16,1 mm (P1-P6) e a mínima foi 0,0 mm (P1-P2). Cabe salientar que estes dois pilares (P1 e P2) estão livres de obstruções. Analisando estes primeiros resultados, pode-se concluir que a determinação de linhas de base a partir de observações GPS pode ser aplicada em determinadas obras de Engenharia. Porém, recomenda-se que sejam realizados maiores estudos para melhor modelar os efeitos provocados pelo multi-caminhamento, entre outros.

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE OS MODELOS DE VELOCIDADE NA REGIÃO DA UHE SALTO CAXIAS

FELIPE MENDES SUCI (1)
RAQUEL NAIARA FERNANDES SILVA (1)
PEDRO LUIS FAGGION (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
{felipesuci@gmail.com, raquelferds@gmail.com, faggion@ufpr.br}

Na utilização de observações GNSS em aplicações que buscam grande precisão, torna-se necessária a atualização das coordenadas das estações de interesse levando-se em conta o movimento das placas litosféricas que compõem a crosta terrestre. Atualmente existem vários modelos que descrevem os deslocamentos dessas placas, porém, entre os profissionais e pesquisadores não há consenso de qual utilizar ou ainda qual seria o mais apropriado para determinado tipo de aplicação. O SIRGAS-CON oferece uma solução em sua página na internet (http://www.sirgas.org), com o modelo de velocidade para a América do Sul e Caribe, denominado VEMOS 2009. Existe ainda o modelo mundial, oriundo de dados do ITRF2000. Outras soluções como o NNR-NUVEL-1A, MORVEL2010 e APKIM 2005 (soluções fornecidas pelo DGFI e IGN) são disponibilizados pela UNAVCO (http://www.unavco.org/). Neste estudo, propõe-se analisar cinco estações de monitoramento contínuo, distribuídas em torno da região da UHE de Salto Caxias, localizada entre os municípios de Capitão Leônidas Marques e Nova Prata do Iguaçu, no sudoeste paranaense, sendo quatro delas pertencentes à RBMC (PRMA, PRGU, SCCH, UFPR) e a última sendo a estação da UHE de Itaipu Binacional (SAT 93801, por hora, denominado ITAI). A metodologia baseia-se em adquirir os dados RINEX dessas estações, processá-las pelo serviço PPP, disponibilizado pelo IBGE e atualizar as coordenadas processadas utilizando a equação $[X_t] = [X_{t_0}][V_x(t - t_0)]$, onde $[X_t]$ e $[X_{t_0}]$ representam o conjunto de coordenadas, em metros, na época de referência (neste caso, a época de referência do SIRGAS2000 - 2000,4) e a época de rastreio (2010,8) respectivamente, sendo V_x o vetor das velocidades da estação em m/ano e $(t - t_0)$ o intervalo de tempo decorrido entre as duas épocas, em anos. Pretende-se demonstrar quais modelos são compatíveis, dentro da tolerância do método de posicionamento (PPP) e da precisão divulgada nos descritivos dos pontos. As coordenadas das estações testadas foram fornecidas pelo relatório gerado no processamento PPP, obtendo-se o valor médio de 0,2 e 0,4 cm para latitude e longitude respectivamente, sendo essas compatíveis às precisões presentes nos descritivos oficiais (época 2000,4). Para a acurácia posicional, calculada através da distância euclidiana entre as coordenadas cartesianas (X, Y, Z) calculadas e as conhecidas, obteve-se valores que variaram de 0,0 mm (PRMA, VEMOS2009) a 21,9 mm (ITAI, APKIM2005/IGN). Os modelos VEMOS2009, ITRF2000 e MORVEL2010 apresentaram comportamento semelhante, obtendo médias de 5,5 mm, 6,9 mm e 6,2 mm respectivamente para as discrepâncias entre as coordenadas calculadas e as de referência, porém, o modelo NNR-NUVEL-1A foi o que apresentou a melhor média para essas discrepâncias, com 3,7 mm de erro, nota-se que esses 4 modelos tiveram médias menores que 1 cm, tornando-os compatíveis para usos em que a precisão requerida mínima seja de 1 cm. Os modelos APKIM2005 (DGFI e IGN) tiveram resultados notadamente inferiores aos outros modelos, com médias de 12,3 mm e 16,6 mm respectivamente. Ressalta-se que o presente trabalho embasará a escolha do modelo de velocidade a ser utilizado na dissertação do primeiro autor, em que dados GNSS coletados na rede geodésica que dá suporte ao monitoramento da UHE Salto Caxias terão de ser reduzidos para uma mesma época a fim de se avaliar a estabilidade dos pilares de tal rede.

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE COORDENADAS GERADAS NO POSICIONAMENTO CINEMÁTICO ABSOLUTO

ELMO LEONARDO XAVIER TANAJURA (1)
ANGELA CRISTINA CARARO (2)

(1) Universidade Federal do Acre
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rio Branco - AC
elmo@ufac.br

(2) Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Curitiba - PR
angela.cararo@pucpr.br

Os métodos GNSS de posicionamento cinemático caracterizam-se pelo movimento de um receptor/antena para a determinação de uma trajetória. Uma das suas vantagens está relacionada à alta produtividade, tendo em vista que um grande número de pontos pode ser rastreado num curto intervalo de tempo. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a acurácia de dois grupos de coordenadas oriundas de um levantamento efetuado pelo Posicionamento Cinemático Absoluto (PCA), comparando-as com suas homólogas processadas no Posicionamento Cinemático Relativo (PRC). No primeiro grupo (PCA-1) trata-se de pontos rastreados plenamente pelo Posicionamento Cinemático Absoluto, ou seja, os pontos além de não terem sido pós-processados com a Base, não lhes foram aplicadas correções. O segundo grupo (PCA-2) é composto por pontos rastreados também pelo Posicionamento Cinemático Absoluto, porém, suas coordenadas sofreram correções nas componentes Horizontais e Vertical. Utilizou-se de dois receptores GPS L1 para a execução do levantamento realizado no Campus da Universidade Federal do Acre. O receptor 1, utilizado como Base foi instalado no Pilar do IBGE 91266 da Rede Geodésica Brasileira localizado no interior do campus e serviu para gerar as coordenadas pós-processadas para em seguida serem comparadas com os dois grupos de coordenadas absolutas (PCA-1 e PCA-2). O receptor 2 foi acoplado a um automóvel que percorreu o anel viário do campus levantando o eixo da via e coletando informações num intervalo de gravação de 1 segundo, gerando um total de 358 pontos rastreados com linhas de base variando em torno de 20 a 545 m de comprimento. Ao término do levantamento retirou-se o receptor 1 da base e rastreou-se a o pilar com o receptor 2, dessa forma simula-se que o levantamento poderia ter sido realizado pelo Posicionamento Cinemático Absoluto, ou seja, apenas com o receptor 2. O fato do mesmo receptor que realizou o levantamento rastrear a Base permitirá que seja calculada a diferença entre as coordenadas rastreadas e as coordenadas da Base, previamente conhecidas, gerando assim correções para as componentes que serão aplicadas individualmente nos pontos rastreados. Os dados dos receptores 1 e 2 foram descarregados e para que fosse gerado o conjunto de coordenadas considerado como padrão (PRC) processou-se relativamente o móvel com a base. As coordenadas referentes aos 358 pontos foram convertidas para o Sistema UTM SIRGAS 2000 no Fuso 19, os processamentos dos seus vetores não resultaram soluções fixas, sendo que 87% das soluções foram parciais e 13% foram flutuantes, com uma precisão tridimensional média de 1,19 m. Os dados sem processamento do receptor 2 compuseram o grupo de coordenadas PCA-1, cada componente deste grupo foi comparada com sua homóloga presente em PRC, o resultado da análise foram os Erros Médios Quadráticos (EMQ) de 1,317 m, 1,087 m e 26,746 m, respectivamente para as componentes Este (E), Norte (N) e Altura Geométrica (h). O receptor 2 ao rastrear pilar base no término do levantamento evidentemente não obteve as coordenadas deste ponto exatamente iguais às fornecidas pelo IBGE, diante disso, procedeu-se com a subtração de cada componente das coordenadas rastreadas com as coordenadas conhecidas deste pilar, o resultado obtido foram as correções $\Delta E = 2{,}110$ m, $\Delta N = 0{,}067$ m e $\Delta h = 27{,}319$ m que por sua vez foram aplicadas em todas as coordenadas de PCA-1, resultando assim as coordenadas corrigidas do grupo PCA-2. O resultado da análise comparativa das coordenadas de PCA-2 com as do grupo PRC foram os EMQ's de 1,041 m, 0,699 m e 1,604 m respectivamente para Este (E), Norte (N) e Altura Geométrica (h). Os resultados alcançados baseados nos valores dos EMQ's demonstram que as coordenadas oriundas de um levantamento pelo Posicionamento Cinemático Absoluto, podem apresentar melhorias quando lhes são aplicadas correções mediante o rastreio de um ponto de coordenadas conhecidas nas proximidades das feições levantadas.

PROTÓTIPOS VISANDO O MONITORAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS E ÁREAS COSTEIRAS

ANDERSON RENATO VISKI (1)
RENATA MAGDA CAVALCANTE WERLICH (1)
CLAUDIA PEREIRA KRUEGER (1)
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA (1)
DIULIANA LEANDRO (1)
TOBIAS BERNWARD BLENINGER (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba – PR
Centro Politécnico, CP 19.001, CEP 81531-990
Tel/FAX: 55 41 3361-3153
andernxs@hotmail; renatawerlich@yahoo.com.br;{ckrueger,suelenhuinca,diuliana}@ufpr.br

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Departamento de Hidráulica e Saneamento, Curitiba – PR
Centro Politécnico, CP 19.011, CEP 81531-990
Tel/FAX: 55 41 3361-3212
tobias.dhs@ufpr.br

No Brasil os investimentos na área de pesquisa aplicada aos setores de tecnologia concentram-se em instituições de pesquisa como as universidades e os órgãos do governo. Mesmo com recursos limitados essas instituições, têm constantemente desenvolvido pesquisas e tecnologias em diversas áreas do conhecimento, porém, ainda não tem sido suficiente para atender a necessidade do mercado interno. Com o avanço das pesquisas o monitoramento por meio de sistemas de posicionamento por satélites tem se tornado atraente, porque através dele obtém-se melhor controle dos recursos naturais. Dentro desse contexto lembra-se que o Brasil apresenta um litoral com uma extensão aproximada de 9.000 km, o qual deveria ser monitorado continuamente visando o manejo sustentável destes recursos. Para este fim poder-se-ia aplicar tecnologias de ponta como o GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e ainda investir no desenvolvimento de novas tecnologias. O Laboratório de Geodésia Espacial (LAGE), localizado no Campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, esta investindo no desenvolvimento de equipamentos de custo reduzido para obter dados com qualidade possibilitando o monitoramento contínuo de massas de água do território brasileiro. Esses poderão ser aplicados em rios, bacias hidrográficas, regiões estuarinas e costeiras sujeitas aos impactos ambientais. Manter um constante monitoramento de recursos hídricos pode subsidiar ações para evitar problemas como: erosão do solo e sedimentação dos rios, áreas de inundações, mudança em leitos de rios e lagos causado por condições ambientais, diminuição do volume útil dos reservatórios afetando a produção hidrelétrica do país. Dentre os equipamentos desenvolvidos citam-se: plataformas de controle vertical (mecânica e automatizada), bóia de deriva, e nível digital automatizado. Eles foram construídos buscando obter observações, com receptores GNSS, com precisão e acurácia. Com intuito de se realizar estes monitoramentos, as plataformas de controle vertical foram construídas de forma mecânica e automática, possibilitando assim ter maior autonomia na manipulação desta, visto que podem ocorrer instabilidade e variação do volume de água. Nessas são acopladas bóias por meio de um sistema de hastes, compostas por compensadores. Esses compensadores têm a função de evitar a influência do meio físico externo à água como, por exemplo, ondulações provocadas pelo vento. Na plataforma de controle vertical automatizada, empregou-se outro mecanismo denominado de dispositivo de tele comando eletromecânico. Esse se ajusta às necessidades do ambiente, sendo recomendado para regiões com maior variação do nível da água visto que, o dispositivo possibilita uma extensão maior desta plataforma. Visando obter a trajetória descrita pelas correntes da água, desenvolveu-se um protótipo denominado bóia de deriva. Essa bóia é composta por um sistema pendular, o qual permite manter uma antena GNSS o mais próximo possível da direção zenital, posição vertical, mesmo em situações onde o espelho d'água seja perturbado pelo vento, correnteza ou turbilhonamento das águas. Com o objetivo de se obter dados com precisão milimétrica e sem

a influência de pequenas ondulações da água se projetou um nível digital automatizado. Com essa precisão detectou-se pequenas variações de nível de água, sendo possível realizar a comparação e interação com dados de altitude elipsoidal coletados com sistema de posicionamento por satélites GNSS. Após a construção dos protótipos para o monitoramento do nível da água e da dinâmica das correntes, os mesmos foram testados inicialmente durante três campanhas realizadas no reservatório Vossoroca. Esse se encontra localizado no município de Tijucas do Sul, no estado do Paraná. Para realização dos testes visando verificar a eficiência dos mesmos, empregou-se o Método de Posicionamento Relativo Cinemático, com o uso de diferentes receptores/antenas GPS (*Global Positioning System*), com intervalo de gravação entre 1 à 3 segundos e máscara de elevação de 10º. Através das analises dos processamentos dos dados coletados e dos experimentos é possível verificar que os resultados são excelentes. Observou-se que os protótipos são eficientes e que podem ser utilizados para monitoramento de diferentes massas de água, como por exemplo, em áreas estuarinas. Eles poderão contribuir para um melhor gerenciamento costeiro, especialmente na gestão integrada dos recursos estuarinos e marinhos.

MONITORAMENTO DE DEFORMAÇÕES DE VIGAS DE MADEIRA COM A ESTAÇÃO TOTAL

CAMILA ZONTA (1)
CARLOS AURÉLIO NADAL (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – CPGCG, Curitiba - PR
camilazonta@hotmail.com
cnadal@ufpr.br

O monitoramento de estruturas tem se mostrado nas últimas décadas como de fundamental importância para as engenharias, tanto por questões de segurança, quanto por questões de aprimoramentos e custos. Desde as civilizações primitivas até hoje, a madeira sempre esteve presente na construção civil e, com certeza, é um dos mais importantes materiais utilizados pelo homem. Entretanto, com o uso intensivo da mesma, tanto para estes fins como para outros (celulose e papel, por exemplo), foi necessária a implantação de reflorestamentos para atender a demanda. Desta forma, pôde-se reduzir a pressão sobre as florestas nativas e aumentou-se o incentivo para incorporação gradativa de conhecimentos técnicos para o desenvolvimento das florestas plantadas. Hoje, os reflorestamentos baseiam-se no destino do produto, ou seja, as florestas voltadas para fins estruturais diferenciam-se dos plantios destinados para outros fins, devido às características de crescimento e o manejo silvicultural aplicado. Assim, juntamente com o desenvolvimento da indústria da madeira, veio o desenvolvimento da construção civil, e consequentemente, aprimoramentos ao controle e monitoramento nestas áreas. Um destes aprimoramentos foi possibilitado com a utilização de instrumentos e métodos mais sofisticados e precisos, como a Estação Total. Hoje, considerado um equipamento de alta tecnologia, utilizado principalmente, para levantamentos de engenharia, construções e monitoramentos de estruturas, dentre outras. A estação total é definida como uma junção de um teodolito eletrônico (medida angular), de um distanciômetro eletrônico (medida linear) e de um processador matemático. Entretanto, a escolha de um equipamento varia de acordo com as necessidades do trabalho a desempenhar e da precisão exigida para tal. Todos os instrumentos de medidas estão associados a uma precisão (ou incerteza) da medição por serem considerados ideais, ou seja, não conseguirem medir a mesma grandeza obtendo sempre o mesmo valor. Isto ocorre devido a vários fatores internos e externos ao instrumento, como por exemplo, condições atmosféricas e do operador. Utilizando-se dos métodos e das técnicas associadas a este equipamento aplicadas ao monitoramento de estruturas desenvolveu-se a idéia deste estudo. Optou-se em realizar um Ensaio Não Destrutivo (END) utilizando vigas de madeira e incorporando um monitoramento da deformação das mesmas através da estação total. A importância de se desenvolver um ensaio não destrutivo está na possibilidade de verificação da existência ou não de descontinuidades ou defeitos, de modo a não alterar as características físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais do material. Desta forma, desenvolvendo-se o trabalho em laboratório e com o auxílio de uma Máquina Universal de Ensaios, possibilita-se a aplicação de uma força peso pré-determinada visando à deformação da viga, e não, o rompimento da mesma. Determinando-se espaços de tempo para aplicação e aumento dessa força peso, intercala-se o uso da estação total para a obtenção de deslocamentos em cada momento. Sabe-se que as deformações de uma viga, em função dos pesos aplicados, correspondem a deslocamentos que podem apresentar variações abaixo do milímetro. Tratando-se de um estudo com a utilização de estação total, sabe-se que abaixo do milímetro ainda não há nenhum modelo que possa efetuar este nível de medição com acurácia. Optou-se pela estação total TCA2003 neste trabalho, devido a algumas vantagens em relação a outros modelos e por ser muito utilizada para trabalhos de monitoramentos. Estas vantagens incluem, por exemplo, o reconhecimento automático do alvo (ATR) e a placa de programa de monitoramento que ela apresenta, destinada a execução de repetições de medidas de forma automática em intervalos regulares. Desta forma, possibilitando que, no decorrer do trabalho seja realizada tanto medições pelo operador, como medições programadas no modo automático do instrumento. A comparação entre um estudo teórico, o resultado da máquina universal de ensaios, e os obtidos por métodos topográficos a verificação de suas efetivas precisões mostram a relevância deste trabalho. Ao se avaliar o desempenho dos métodos e dos instrumentos permitiram a proposição deste método para aplicação de monitoramentos com estruturas de madeira sob carregamentos reais. Neste trabalho será analisada a proposta de estudos, os problemas de aplicação dos métodos em espaços exíguos, sua adequação a característica da máquina universal de ensaios, definição de tamanho de alvos e sua localização nos materiais ensaiados. Desta forma

espera-se contribuir tanto para pesquisas e estudos voltados ao monitoramento de estruturas de madeira com aplicação de técnicas geodésicas, como também, voltado à análise estrutural de vigas de madeira para a área Florestal.

FOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO

UTILIZAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS NO MAPEAMENTO DA COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO RESERVATÓRIO DE PORTO COLÔMBIA

JULIANE JUSSARA AFFONSO (1)
MARIA DE LOURDES BUENO TRINDADE GALO (2)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
(1) Curso de Engenharia Cartográfica
juliane_affonso@hotmaill.com
mlourdes@fct.unesp.com

A atual disponibilidade de imagens de Sensoriamento Remoto com resoluções espaciais, espectrais e temporais cada vez melhores, contrapõe-se com a necessidade de utilizar métodos adequados de análise dessas imagens. Imagens de alta resolução espacial, por exemplo, fornecem um grau de detalhamento das feições da superfície terrestre que precisa ser efetivamente explorado à luz de dois aspectos básicos: (1) os alvos de interesse são melhor discriminados à medida que se consideram suas características texturais, morfológicas e de contexto; (2) a representação temática das feições de interesse implica num processo de generalização da cena que aponta para a necessidade de se utilizar abordagens orientadas a objetos e não apenas baseadas nas características espectrais de um único elemento de resolução no terreno. Ao se tratar da influência dos tipos de ocupação do solo na qualidade da água de um reservatório, já que essa qualidade está fortemente relacionada com o lançamento de dejetos, erosão urbana e agrícola, sedimentação que ocorre nas margens e nas áreas de ingresso de tributários nos reservatórios, entre outros, percebe-se que alguns desses aspectos são detectáveis em imagens que fornecem um alto grau de detalhamento espacial, analisadas por meio de ferramentas computacionais que considerem parâmetros que só podem ser avaliados para um conjunto de pixels, cujos valores de brilho compartilhem um certo grau de homogeneidade no contexto de uma vizinhança, ou seja, por métodos de classificação orientada a objeto. Nesse contexto, foi utilizada a abordagem orientada a objeto na classificação do uso e cobertura do solo do entorno, do Reservatório de Porto Colômbia, na divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Tal reservatório caracteriza-se pela intensa ocupação agrícola no seu entorno e, consequentemente, alta carga de nutrientes, o que pode afetar a qualidade da água e determinar um ambiente favorável para a proliferação de plantas aquáticas e fitoplâncton. Especificamente, aplicou-se uma classificação orientada a objeto no mapeamento da cobertura da terra na área de influência do corpo d'água a partir da utilização de imagens multiespectrais de alta resolução espacial, constituída por um mosaico de três cenas multiespectrais do satélite QuickBird, adquiridas no período entre 12/agosto a 27/setembro/2009, abrangendo o entorno próximo ao Reservatório de Porto Colômbia. As diferentes datas de tomada das cenas definiram variações radiométricas consideráveis entre elas e inviabilizou uma classificação por pixel. A classificação orientada a objeto foi realizada com o aplicativo E-cognition/Definiens, adquirido recentemente com recursos de reserva técnica de projeto temático FAPESP. O processo orientado a objetos iniciou-se pela concepção de um esquema de hierarquia entre as classes, definidas, partir de verificação de campo, como sendo: mata, cultura permanente, cultura temporária, pastagem, área impermeável, solo preparado, solo nu, água limpa, água turva e área úmida; e segmentação multi-resolução do mosaico de imagens QuickBird, de modo a definir objetos que representassem adequadamente, a partir dos parâmetros cor e forma, objetos unitários que permitam a delimitação das classes de interesse. Foram realizados inúmeros testes de segmentação com escalas variáveis, mas mantendo o parâmetro forma constante, de modo a atribuir peso ao atributo cor. Devido a dificuldade de ajustar os parâmetros para realizar uma segmentação com três níveis de resolução, definiu-se valores que viabilizaram uma classificação supervisionada dos objetos em um único nível, com base nas bandas originais e índices espectrais. A cena classificada de acordo com este procedimento definiu tipos de cobertura da terra espacialmente mais homogeneos, evitando o efeito salpicado característico da classificação por pixel.

EXTRAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE RODOVIAS EM IMAGENS DE BAIXA RESOLUÇÃO USANDO O MODELO DE CONTORNO ATIVO E OTIMIZAÇÃO POR PROGRAMAÇÃO DINÂMICA

GABRIEL ARAUJO ALBERTI (1)
ALUIR PORFÍRIO DAL POZ (2)

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciência e Tecnologia
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
(1) Bolsista de Iniciação Científica - FAPESP
ga.alberti@hotmail.com; aluir @fct.unesp.br

A extração de feições em imagens digitais para coleta de dados e atualização de informações espaciais é de fundamental importância em Fotogrametria Digital. Nesse sentido, o desenvolvimento de métodos semi-automáticos para coletar eficientemente dados espaciais a partir de imagens digitais é um dos principais focos de pesquisas em Fotogrametria. Diversos métodos para extração de feições rodoviárias vêm sendo pesquisados, envolvendo critérios e parâmetros para caracterização da rodovia, técnicas de discretização e algoritmos que melhor representem o traçado das feições. Neste resumo é apresentado um estudo do problema de extração de rodovias em imagens de baixa resolução (resolução de 2 m ou menor), tendo por base o modelo de contorno ativo ou *snakes*. O conceito de contorno ativo é baseado no traçado de curvas através da otimização de modelos de contraste e de suavidade de curvas. A idéia geral do método baseia-se na minimização de sua função de energia, fazendo com que a curva se posicione sobre a borda de uma feição para extração de características importantes de uma imagem. Dessa forma, trata-se de uma curva representada parametricamente por um polígono de *n* vértices, controlada por injunções fotométricas e geométricas. As injunções fotométricas geram forças externas que atraem a curva *snakes* para a feição a ser extraída. Já as injunções geométricas geram forças internas que controlam a forma da curva, garantindo sua suavidade. As rodovias geralmente aparecem em imagens de baixa resolução como faixas bastante estreitas (com espessura de 1-3 pixels), suaves e de alta intensidade de brilho em relação ao fundo. Portanto, a curva *snakes* é apropriada para modelar entidades com estas propriedades, cuja solução implica num problema de minimização. Este resumo propõe resolver o problema de minimização da função de energia de contorno ativo através do algoritmo de otimização por programação dinâmica. A programação dinâmica é uma técnica de otimização para um problema onde nem todas as variáveis do modelo estão simultaneamente inter-relacionadas. A resolução do problema conduz à sua decomposição numa sequência de problemas isolados unidos por via recursiva. Por se tratar de um método de extração semi-automático, inicialmente o operador deve descrever a rodovia de maneira grosseira utilizando alguns pontos sementes que dão origem a uma linha poligonal inicial. Esta linha poligonal inicial passa por um adensamento, inserindo-se pontos médios nos segmentos de reta formados por pontos sementes consecutivos. Em seguida, são estabelecidas janelas de buscas lineares e transversais à linha poligonal adensada em todos os seus vértices. Os candidatos ao melhor vértice devem ser amostrados ao longo de todas as janelas de busca. A linha poligonal ótima é tal que a função de energia seja mínima, cuja solução é eficientemente encontrada pelo algoritmo de otimização por programação dinâmica. Para as demais iterações, o processo de adensamento e otimização se repete, parando quando um novo ciclo de adensamento e otimização não contribui mais com a melhoria geométrica da linha poligonal que representa a rodovia em questão. Nessa pesquisa foi testado preliminarmente o método para solucionar o problema de extração semi-automática de rodovias em imagens de baixa resolução usando o modelo de contorno ativo e otimização por programação dinâmica. Os resultados gerados nos experimentos realizados foram, no estágio atual da pesquisa, avaliados apenas de forma visual. Os resultados obtidos mostraram que o método permite extrair de forma acurada e confiável rodovias em imagens de baixa resolução. Diferente da solução original de otimização da função de energia de contorno ativo, baseada em calculo variacional e vastamente documentada na literatura, o algoritmo de otimização por programação dinâmica mostrou-se robusto visto que convergiu corretamente em todos os casos.

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IPOJUCA, PERNAMBUCO, UTILIZANDO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

BRUNA PATRÍCIA BARBOSA DE ALENCAR (1)
HERNANDE PEREIRA DA SILVA (2)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Mestranda do curso de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE
bruna.alencar11@yahoo.com.br

(2) Instituto Federal de Pernambuco
Departamento de Meio Ambiente, Saúde e Segurança, Recife – PE
Prof. Adjunto do Departamento de Meio Ambiente, Saúde e Segurança, Recife - PE
hernandepereira@yahoo.com.br

A vegetação no município de Ipojuca vem sofrendo diversas alterações devido o desenvolvimento econômico desenfreado da região, causando uma grande modificação em seu meio natural, devido ao crescimento exponencial da pressão demográfica sobre a zona costeira acompanhado da explosão desordenada das atividades turísticas e industriais que precipitaram a sua descaracterização. O município de Ipojuca está localizo na Mesorregião Metropolitana do Recife, mais precisamente na Mata Sul e Microrregião de Suape do Estado de Pernambuco. Levantamentos efetuados constataram que em toda costa do Estado de Pernambuco ocorrem dois tipos básicos de formações florestais: a floresta subperenifólia e as formações litorâneas. Devido às alterações ambientais sofridas, particularmente pela vegetação, na região do município de Ipojuca, este trabalho, resultado de uma monografia de graduação, tem como objetivo a realização de um estudo temporal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*), utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto para avaliar temporalmente a resposta da vegetação do município, com a geração de mapas temáticos de índice de vegetação para os anos de 1989, 1998 e 2007, utilizando o Software Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) versão 5.1.5. Para o processamento e tratamento das imagens. O Sensoriamento Remoto foi a ferramenta escolhida para o desenvolvimento do trabalho devido a sua singular capacidade de ser um conjunto de tecnologias que permiti a coleta de dados, a sua manipulação e geração de novos dados. A partir de imagens multiespectrais. Para a realização das análises espaciais do estudo foram utilizadas imagens das bandas 2, 3 e 4 do satélite norte-americano Land Remote Sensing Satellite (LANDSAT 5), as mesmas adquiridas gratuitamente através do site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com sensor TM. Tais bandas foram escolhidas baseadas na composição colorida R(RED) B(Blue) G(Green)-RGB, pois a banda 4 estando no canal vermelho, apresenta resposta espectral em relação a vegetação mais satisfatória para estudos voltados com o intuito de analisar a mesma. Já os índices de vegetação são modelos numéricos, lineares ou não, que guardam uma relação direta e satisfatória com a fitomassa foliar verde. Existem diversos índices de vegetação disponíveis a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto, mas os mais utilizados são os Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*), sendo este o mais utilizado, índice de vegetação ajustado ao efeito do solo (*Soil Adjusted Vegetation Index – SAVI*) e índice de área foliar (*IAF)* e a Razão Simples (*Simple Ratio*). Os valores de NDVI variam entre - 1 e + 1. A indicação da presença de vegetação em imagens multiespectrais é obtida comparando-se valores de reflectância da banda do infravermelho próximo com a banda do vermelho. Essa comparação se dá através de operações envolvendo a diferença ou a razão entre o infravermelho próximo e o vermelho, a razão de diferenças e somas e, ainda, pela combinação de um sistema linear de dados de bandas espectrais. Tal descrição refere-se ao procedimento do cálculo do índice de vegetação. E os altos valores vão representar a vegetação sadia e densa. A metodologia do trabalho consistiu inicialmente nas aquisições das imagens. Foram escolhidos os anos de 1989, 1998 e 2007 para que fosse realizada análise temporal do comportamento vegetacional no município e os meses por apresentarem baixa cobertura de nuvens o que permitiu maior clareza durante a interpretação das imagens de NDVI. O processamento das imagens ocorreu no software SPRING 5.1.5. Onde se criou categorias referentes às imagens, ao cálculo numérico do NDVI e a categoria temática. Após as devidas correções nas imagens foi iniciado, então, o processo de cálculo dos NDVIs através de duas rotinas de programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), ferramenta do software SPRING 5.1.5 previamente criadas. A primeira rotina foi responsável pela geração de imagens em tons de cinza com grades de

valores numéricos que se apresentam em uma escala de medida linear entre -1 e +1. A segunda rotina foi criada com o objetivo de realizar um processo de fatiamento onde os valores numéricos de cada pixel foram relacionados a cores previamente definidas para cada faixa dos valores de NDVI. As faixas compreendiam os pixels com valores entre -1 e -0.3 que receberam a cor azul representando corpos d'água; entre -0.3 e 0 receberam a cor branca representando nuvens. De 0 e +0.11 receberam tonalidades decrescentes de marrom, variando do mais escuro para o mais claro, representando solos descobertos e/ou rochas, entre +0.11 e +0.16 adotou-se uma tonalidade de verde claro representando áreas inférteis (vegetação verde muito esparsa), e/ou cobertura não sadia (sobre algum déficit hídrico) e vegetação modesta. Finalmente, os pixels com valores variando entre +0.16 e +1 receberam diferentes tons de verde dos mais claros para os mais escuros, representando valores crescentes de vegetação. Como resultados da pesquisa encontram-se imagens em composição colorida e com correções radiométricas e dados do NDVI, onde a escala do produto final foi de 1:30000, com os mesmos avaliou-se o comportamento da vegetação ao longo do período para o qual se propôs a realização dos cálculos. Pôde-se observar que no ano de 1989 o rio Ipojuca possuía uma excelente extensão de mata ciliar em seu curso. O ano de 1998 apresentou-se com uma maior incidência de vegetação modesta, que corresponde as plantações de cana-de-açúcar. Já no ano de 2007, ocorreu uma resposta de vegetação muito sadia e valores altamente crescentes de resposta da vegetação. Porém, tal resultado deve-se ao fato de que na época em que a imagem foi adquirida pelo satélite foi um período de chuvas. Diante dos resultados, conclui-se que a vegetação regional está sendo ocupada pelo plantio de cana-de-açúcar. E a região de Suape apresentou um crescimento urbano muito considerável ao longo desses quase 20 anos, começando a ocupar áreas de manguezais.

DETECÇÃO E RESTAURAÇÃO DE ÁREAS SOMBREADAS EM IMAGENS DIGITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

SAMARA CALÇADO DE AZEVEDO (1)
ERIVALDO ANTÔNIO DA SILVA (2)

Universidade Estadual Paulista - UNESP
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
(1) Curso de Engenharia Cartográfica
silva.erivaldo@gmail.com
samara_calcado@hotmail.com

O uso de produtos de Sensoriamento Remoto tem recebido grande destaque na sociedade nos últimos anos. O interesse em conhecer e entender os fenômenos acerca da Terra, por outro ponto de vista, está cada vez mais em evidência. Para acompanhar esse interesse imediato é que estão sendo desenvolvidos e lançados novos sistemas sensores orbitais capazes de adquirirem dados de alta resolução geométrica, abrindo um leque de aplicações para os quais façam uso dessas imagens. Entretanto, essa nova realidade vem proporcionando desafios aos pesquisadores onde, devido ao aumento da resolução espacial, a ocorrência de sombras em cenas urbanas é maior em função do bloqueio da luz solar por objetos mais elevados presentes nessa superfície, o que demonstra maiores efeitos. Apesar de sombras serem úteis à interpretação de imagens, pois fornecem uma idéia do perfil, realça a topografia do terreno e alturas relativas das feições em uma cena, elas podem reduzir ou inviabilizar a identificação de alvos, já que estes se tornam quase ou totalmente indiscerníveis de sua vizinhança. Além desses efeitos, as sombras podem causar a degradação da resposta espectral dos alvos afetados; a conexão de diferentes alvos, que na cena estão espacialmente separados; distorção na forma geométrica dos elementos e a perda total de um elemento, conforme conclusões de artigos na literatura. Ainda, de acordo com a literatura, essa oclusão pode produzir sombras próprias ou projetadas. As sombras próprias são as correspondentes ao(s) lado(s) do próprio objeto que promove a oclusão da luz incidente e que não são iluminados. As sombras projetadas são correspondentes a projeção do próprio objeto que promove a oclusão da luz incidente sobre a superfície na qual ele está elevado. Embora a percepção cognitiva do ser humano consiga identificar e distinguir facilmente as sombras presentes em uma imagem, isto não acontece com a linguagem computacional, ou seja, fazer com que o computador possa reconhecer os elementos sombras dos não-sombras exige muitos estudos e pesquisas. Desta forma, este trabalho teve por objetivo testar métodos alternativos, consistentes e eficazes na detecção e restauração de áreas sombreadas nas imagens digitais de alta resolução espacial, através de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), visando reduzir e eliminar esses efeitos. Neste sentido, foram utilizados operadores morfológicos de fechamento de áreas e transformações do tipo Tophat em áreas testes com quantidades bem identificáveis de sombras, verificando se todas as sombras contidas foram corretamente identificadas. Foi realizada a etapa de binarização das áreas detectadas através de técnicas automáticas, com o intuito de melhor definir o valor do limiar mais adequado para ser utilizado. Nesta etapa o método de Otsu foi utilizado. As áreas detectadas serão melhoradas com base nos fatores radiométricos das suas áreas adjacentes, bem como com a utilização de fatores como o ângulo de elevação solar e informações adquiridas dos metadados da imagem. Para o processo de restauração, técnicas como a combinação de histogramas (Histogram Matching) foram exploradas, a fim de solucionar um dos maiores problemas causados pela presença de sombras nas imagens que é a redução ou perda total de informação acerca dos alvos, onde os resultados obtidos podem contribuir para as demais aplicações que necessitem dessas informações recuperadas tais como a interpretação de imagens, processos de classificação automática de imagens através da geração de mapas temáticos, detecção de bordas e atualização de produtos cartográficos.

DETECÇÃO REMOTA DE MORFOLOGIA SUBMERSA EM ÁGUAS RASAS A PARTIR DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS

CAIO CÉSAR DE ARAÚJO BARBOSA (1)
JOSÉ LUIZ PORTUGAL (1)
MÁRIO BARLETTA (2)
LUCILENE ANTUNES CORREIA MARQUES DE SÁ (1)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife- PE
caio.barbosa@ufpe.br - portugal@rce.neoline.com.br - lacms@ufpe.br

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Oceanografia, Recife- PE
barletta@ufpe.br

Medições de profundidade próximo a costa são de grande importância para estudos da morfologia e comportamento do fundo marinho, pesquisa e gestão dos recursos das zonas costeiras. Estas medições são dificultadas, muitas vezes, por limites impostos às embarcações de sondagem, devido à dificuldade de navegação e pelas elevadas taxas de amostragem espacial necessárias à validação dos levantamentos, alem de demandar muito trabalho, tempo e recursos financeiros (LIU et al., 2003). Desta maneira, o desenvolvimento de técnicas de detecção remota de dados batimétricos torna-se fundamental, tendo em vista os problemas associados aos levantamentos executados atualmente, bem como, a emergência na coleta e atualização do quantitativo de informações já disponíveis(DENG et al. 2008). A capacidade de penetração da luz na coluna d'água irá proporcionar a base física para a estimativa da profundidade a partir de imagens de satélite. Modelos específicos, empregados para esta estimativa, no entanto, podem ser diferentes em suas estruturas. Um grupo de modelos se baseia na equação de transmissão de radiação eletromagnética (Radiância). Neste modelo, ao se medir os parâmetros ópticos dentro da coluna d'água, a profundidade pode ser calculada através de um modelo teórico. Outros autores, no entanto, dirigiram esforços para simplificar a equação clássica de irradiação ao negligenciar o efeito de atenuação do corpo de água, e obtiveram a relação entre a energia radiante dispersa pelo corpo aquático e a profundidade. Estes modelos exigem uma avaliação complexa de uma série de parâmetros da coluna de água e sua capacidade de reflexão, alguns desses parâmetros podem ser difíceis de obter, portanto, tais modelos não são amplamente utilizados na prática de mapeamento da profundidade da água e, por conseqüência, do relevo submerso. (ROMAN et al., 2009). São apresentados como objetivos gerais do trabalho, a estimativa da morfologia submersa através de modelos empíricos baseados na relação estatística entre os valores amostrados nos pixels e sua respectiva profundidade amostrada em campo, a fim de verificar sua aplicação no mapeamento de águas rasas em área teste localizada no litoral do estado de Pernambuco**,** Brasil. Dentre os objetivos específicos está a aplicação de modelos empíricos para medição de profundidade relativa; Verificar estatisticamente a validade dos resultados obtidos a partir dos dados das imagens multiespectrais e comparar os resultados de estimativas por satélite e levantamento de campo, para uma mesma região de interesse. Para determinação da profundidade na região de interesse, foi utilizado o método proposto por Lyzenga (1981), onde são empregados modelos que assumem a existência de uma relação linear entre a profundidade da água e a intensidade da radiância. com o uso destes modelos poderá ser obtida uma boa estimativa da profundidade, que é resultado de uma nova variável resultante de uma análise de componentes principais (LAFON et al. 2002, ANDREFOUET, et al., 2003). Estes modelos, empregados durante a pesquisa, apresentaram resultados satisfatórios, com diferenças, em relação aos levantamentos por sondagem, da ordem de 1m. Quando comparado com modelos empregados por outros autores, que obtiveram resultados semelhantes, com vários graus de confiabilidade e precisão, as amostragens da morfologia submersa a partir de imagens de satélite se mostram efetivas, para mapeamentos de áreas que ainda não tenham sido devidamente sondadas em escala de grande resolução.

CALIBRAÇÃO RADIOMÉTRICA DE CÂMARAS FOTOGRAMÉTRICAS DIGITAIS

REYNALDO FARIA ANTUNES BARBOSA (1)
NILTON NOBUHIRO IMAI (1)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
reynaldo_barbosa@hotmail.com, nnimai@fct.unesp.br

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as etapas preliminares necessárias para que câmaras digitais convencionais possam ser adotadas como sensores multiespectrais úteis em análise quantitativa do meio físico, bem como os resultados obtidos com duas câmaras digitais. Presenciamos hoje o uso das câmaras digitais tomando o lugar das antigas câmaras convencionais com filmes, tanto no uso pessoal como em outras aplicações. Na fotogrametria câmaras analógicas convencionais não possuem um sistema óptico adequado para uma restituição fotogramétrica baseada em tecnologia analógica de melhor qualidade. No entanto, essa limitação foi superada com a adoção das câmaras digitais e processos de restituição digital, a qual permite modelar e resolver analiticamente os problemas relacionados com as distorções que limitavam o uso de imagens obtidas desses sensores cujos sistemas ópticos são de qualidade inferior. Esses sistemas sensores digitais adaptados para levantamentos aéreos podem ser configurados para tomar dados em bandas espectrais específicas. Desta forma, sistemas sensores destinados à realização de levantamentos aéreos tem sido configurados para tomar dados multiespectrais, como no caso do sensoriamento remoto orbital. Entretanto, o uso dessas imagens aéreas requer a realização de um pré-processamento que permita transformar os valores de ND (Nível Digital) registrados nessas imagens em valores de radiância ou mesmo em valores de fator de reflectância, ou seja, em valores de grandezas radiométricas que sejam mais adequadas para processamento e análise do meio físico. Câmaras digitais convencionais não são oferecidas com uma curva de transformação dos valores de ND em radiância e nem mesmo com a curva de sensibilidade espectral que caracterize o conjunto de deterores nela instalada. Para obter uma curva que permita transformar os valores digitais registrados é, portanto, necessário que esses dispositivos sensores sejam radiometricamente calibrados. O uso de dados multiespectrais com abordagens qualitativas remonta o período inicial do desenvolvimento do processo de análise de imagens de sensoriamento remoto. Com a evolução desse conhecimento, análises quantitativas tornaram-se comumente adotadas por oferecerem a possibilidade de realizar inferências sobre o meio físico que a análise qualitativa não permite. Entretanto, a análise quantitativa da resposta espectral de alvos não é viável em imagens tomadas de sensores que não ofereçam uma função de transformação dos valores de ND em medida de grandeza radiométrica. Isso ocorre, pois um mesmo alvo pode ser representado com valor de ND diferente em diferentes cenas devido a diversos fatores, dentre eles pode-se citar a variação da Excitância do alvo superficial devido às variações de disponibilidade de radiação solar em cada cena, associado com variações na abertura, variações no ângulo de visada de cada elemento imageado no terreno, variações na espessura da atmosfera entre outros fatores. Sendo assim, uma transformação que produza imagens com registro de radiância deve contribuir para minimizar esse problema, pois, uma vez conhecida a radiancia emitida pelo alvo e a radiancia incidente, é possível, após aplicação de correções que minimizem os efeitos atmosféricos, estimar o valor do fator de reflectância de cada elemento do terreno. Num processo de obtenção de curvas de transformação dos valores de ND em valores radiométricos é necessário realizar algumas caracterizações preliminares básicas, são elas a avaliação da estabilidade dos valores registrados pela câmara digital e a estimativa da sensibilidade espectral do sistema em cada banda espectral disponível na câmara. Assim sendo, neste trabalho são apresentados os procedimentos adotados bem como os resultados e sua análise para o caso de duas câmaras digitais: DSC R1 e DSC F828 ambas da sony. Para realizar uma amostragem que permitisse avaliar a estabilidade dessas câmaras foi utilizada uma fonte de energia luminosa estabilizada em 1000W e um alvo usado como referência para superfície perfeitamente difusa com fator de reflectância igual a 1, conhecida como *spectralon*, num laboratório no qual toda luminosidade externa foi eliminada para evitar a introdução de ruído nas amostragens de cada câmara. As câmaras são fixadas, bem como o tempo de exposição e abertura e, assim, realizada a tomada de um conjunto amostral de cerca de 180 tomadas para a DSC R1 e de 196 para a DSC F 828. Essas diferenças decorrem da capacidade de armazenamento dos chips de memória de cada uma das câmaras utilizadas. Essas imagens foram tomadas num laboratório equipado adequadamente no FGI (*Finnish Geodetic Institute*), Finlândia As imagens foram registradas sem compressão para evitar qualquer transformação ou interpolação dos valores de ND das imagens tomadas. Utilizando o software *dcraw*, um programa *open source*, foi

possível transformar as imagens raw disponíveis, em imagens do tipo PGM e TIFF. A configuração usada foi para imagem sem processamentos para aquelas tomadas pela DSC R1, e sem processamentos em 16 bits para imagens da câmara DSC F828. Cada cena de cada amostra foi amostrada numa região delimitada que evitasse a introdução de elementos de resolução que não fossem provenientes do alvo de referência e calculado um valor médio. Esses valores médios foram plotados num gráfico para permitir uma visualização da variação de resposta da câmara numa amostra. Além disso, o valor do desvio padrão entre os valores médios também foi calculado. Numa segunda etapa da análise preliminar, foram realizadas tomadas da resposta espectral de cada uma das câmaras com uma fonte estável de energia luminosa de cor branca, em 100W a qual foi filtrada através de um dispositivo monocromador que permite filtrar a energia radiante desde o violeta, em 300nm, até o infra-vermelho próximo em 1200nm. A energia transmitida é projetada sobre uma superfície difusora usada para realizar as tomadas por cada uma das câmaras. As imagens foram registradas sem compressão e depois transformadas em um formato tiff para análise. A região onde os pixels da imagem devem ser excitados pela energia radiante foi amostrada e um valor médio calculado para cada comprimento de onda. Desta forma obteve-se as curvas de sensibilidade espectral de cada uma das câmaras, as quais são fundamentais no processo de obtenção da curva de transformação desejado.

APLICAÇÃO DE DADOS LIDAR E IMAGEM QUIKBIRD PARA GERAÇÃO DE CENÁRIOS VIRTUAIS

MARCOS AURÉLIO BASSO (1)
HIDEO ARAKI (1)
JORGE DA SILVA CENTENO (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
marcosbasso@ufpr.br;haraki@ufpr.br,centeno@ufpr.br

As imagens de satélites de alta resolução espacial, em conjunto com os dados LiDAR *(light detection and ranging),* também conhecido por laser-scanner, trouxeram a possibilidade de aquisição de informações mais detalhadas da superfície física da Terra. A combinação dos dados LIDAR e imagens de alta resolução torna possível a geração de cenários virtuais que representem porções do mundo real. A realidade virtual (RV) é uma sintetização do mundo real gerado por meio computacional. E os dados LIDAR é um meio rápido e econômico de um grande volume de dados e detalhamento para criação de cenários virtuais. A textura do cenário do MV pode ser fornecido através das cores da imagem de alta resolução espacial. Mas para a combinação destas informações a geração de ortoimagens e de Modelos Digitais de Superfície (MDS) são procedimento imprescindível. O MDS é também necessário na correção geométrica da imagem de modo a eliminar os efeitos perspectivos, ocorridos no momento do imageamento. Desta forma a imagem é gerada em projeção ortogonal e com suas coordenadas referenciadas a um sistema geodésico ou cartográfico. Este trabalho consiste em apresentar uma metodologia para o desenvolvimento de um aplicativo para a geração de ortoimagem a partir da fusão com dados LiDAR. A imagem utilizada foi uma Quickbird multi-espectral com resolução geométrica 0.70 m da região do centro Politécnico da UFPR e dados LiDAR do sensor ALS ALTM 2050 da Optech referente a mesma área da imagem. O software foi desenvolvido em ambiente de programação Delphi 7 e utilizando a API gráfica GLScene (OpenGL para ambiente Delphi). O aplicativo implementado faz a leitura do arquivo ASCII no qual estão armazenados as coordenadas tridimensionais dos pontos pelo LIDAR, primeiro e ultimo pulso, e intensidade do retorno. Estes dados são armazenados em uma estrutura de dados matricial e mostrados numa grade regular com espaçamento de 0.7 metros, compatível com a resolução geométrica da imagem. O algoritmo implementado elimina os pontos redundantes na grade, e através de morfologia matemática, tais como dilatação e erosão, são preenchidos os espaços vazios,ou seja, que não tiveram medida do LIDAR gerando assim o MDS que servirá de referência para a transformação geométrica. A modelagem geométrica implementada foi transformação projetiva, sendo as coordenadas e terreno (MDS) introduzidas na forma de coordenadas homogêneas. O aplicativo permite que o usuário faça a coleta manual dos pontos homólogos na imagem (coordenadas em coluna e linha) e no MDS (coordenadas UTM), e sendo assim determinados os parâmetros de transformação que fazem a ligação entre os dois espaços, do terreno e da imagem. Para geração da Ortoimagem, os valores para linha e coluna na imagem são calculados e como esses valores não são inteiros (reais) será utilizado interpolador vizinho mais próximo ou bilinear para definição do valor do pixel a ser transferido para a ortoimagem. Através da câmera virtual da biblioteca gráfica a ortoimagem poderá ser vista em perspectiva 3D. O aplicativo permite ao usuário interagir dentro do ambiente virtual georeferenciado, sendo que ele poderá se orientar dentro do ambiente através de um rastreador inercial, e para se deslocar utilizando os comando do teclado.

FILTRAGEM DE PONTOS OUTLIERS EM DADOS LIDAR A PARTIR DA ANALISE DA REPRESENTAÇÃO HIPSOMÉTRICA

MARCOS AURÉLIO BASSO (1)
HIDEO ARAKI (1)
JULIANO WALTER (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
marcosbasso@ufpr.br;haraki@ufpr.br

(2) Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências Agroveterinárias
Departamento de Engenharia Florestal, Lages-SC

O uso da tecnologia LIDAR (em inglês, *Light Detection And Ranging*) oferece alta resolução e captura rápida de dados de superfície de elevação, adequados para o uso nas mais diversas aplicações inclusive para criação de cenários virtuais aplicado a Realidade Virtual e Aumentada. Porém sem um prévio processamento da imagem, o modelo pode apresentar erros muito grosseiros em relação ao valor real, esses erros são chamados de "Outlier". Desta forma, detectar erros na nuvem de pontos do Laser Scanner é um processo fundamental antes da etapa de modelagem. Esses erros ocorrem de forma aleatória e acidental devido a causas diversas e incoerentes, bem como a causas temporais que variam durante observações sucessivas e que escapam a uma análise em função de sua imprevisibilidade bem como erros sistemáticos ocorridos na integração dos sistemas GPS (em inglês, *Global Position System*), INS (em inglês, *Inertial Navigation System*) e sensor LASER. A detecção e correção dos erros a fim de produzir Modelos Digitais de Elevação (MDE), representam os maiores desafios aos usuários, consumindo cerca de 60-80% do tempo de processamento afim de extrair dados de um MDE mais próximos possível da realidade. No entanto, o número de pontos gerados pela varredura Laser é dada na ordem de milhões, contendo entre eles vários valores discrepantes que devem ser eliminados de forma a manter a alta resolução nominal do sistema que é de 0.15m na altimetria até 0.7 na planimetria, então é necessário que estudos sejam feitos de modo a sofisticar o levantamento de uma forma automática, mantendo o controle da qualidade. Portanto este trabalho apresenta uma metodologia para filtragem de pontos Outlier a partir da analise da representação hipsométrica das elevações. A hipsometria é uma técnica de representação da elevação do terreno através do uso de cores. As cores utilizadas possuem uma correspondência com a elevação do terreno sendo geralmente utilizado um sistema de graduação de cores. Como os pontos Outlier têm um valor de cota discrepante com os demais, provocando uma desarmonização da representação do terreno, mas que faz tornar estes pontos detectáveis visualmente. A partir desta premissa foi desenvolvido um aplicativo em ambiente Delphi, que faz leitura do arquivo ASCII das coordenadas dos dados LIDAR e armazena em uma estrutura de dados matricial, apresentado para o usuário o Modelo Digital de Superfície (MDS) em representação hipsométrica. Este Modelo é construído a partir da definição do espaçamento da grade regular e da inserção nesta dos pontos medidos pelo LIDAR, tomando o cuidado de evitar tanto quanto possível interpolar valores de altitude durante o seu preenchimento. Gerada a superfície, pode-se detectar visualmente os pontos Outliers. O usuário posiciona o mouse sobre tais pontos, e o aplicativo informa as coordenadas tridimensionais correspondentes. O novo valor de altitude de ponto identificado pode ser determinado a partir do valor dos pixels vizinhos, ou manualmente pelo usuário, ou eliminando os pontos da estrutura de dados. Realizado estes procedimentos uma nova imagem *(MDS)* é gerada com estes pontos corrigidos ou eliminados. O método tem como principal vantagem de permitir do usuário analisar se os pontos são *Outlier* ou se realmente fazem parte da superfície. Para testar o método foram utilizados dados LIDAR da região do Centro Politécnico da UFPR obtidos pelo sensor ALS ALTM 2050 da Optech, sendo que o MDS foi gerado com células de 0.70m por 0.70m; para efeitos de simulação foram inseridos 10 pontos Outlier com grande variação na altitude. Os resultados obtidos foram satisfatórios em razão de todos os pontos Outliers inseridos serem detectados na representação hipsométrica..

ANÁLISE DA CORRESPONDENCIA ENTRE OS PARÂMETROS DE ORIENTAÇÃO INTERIOR DA CAMERA "REAL" E CAMERA "VIRTUAL" APLICADO A REALIDADE AUMENTADA

MARCOS AURÉLIO BASSO (1)
JORGE CENTENO (1)
DANIEL RODRIGUES DOS SANTOS (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
marcosbasso@ufpr.br;centeno@ufpr.br;danielsantos@ufpr.br

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que está em evidência nos dias atuais. Basicamente a RA consiste na sobreposição de objetos de um mundo virtual (MV) gerados através de recursos computacionais, com uma cena do mundo real (MR) adquirida através de câmeras de vídeos ou óculos translúcidos em tempo real, resultando assim em uma imagem híbrida. A principal vantagem oferecida pela RA é o incremento da percepção visual humana, logo que este incremento pode auxiliar as pessoas em diversas tarefas do cotidiano. Para atingir a compatibilidade espacial entre os objetos do MV e MR é necessário conhecer os parâmetros de Orientação Interior (OI) e os parâmetros de Orientação Exterior (OE) da câmera real. Os parâmetros OI consiste na distancia focal, deslocamento do ponto principal e distorção de lentes. Enquanto os parâmetros de OE é a determinação da posição e atitude da câmera no momento do registro da imagem. A definição dos parâmetros OI é feita através da calibração da câmera, e é um problema básico e de razoável complexidade da Fotogrametria. Estes parâmetros de OI da câmera real, devem ser transferidos para câmera virtual para que os objetos virtuais estejam projetados na mesma perspectiva e escala dos objetos do MR. Neste contexto, entende-se por câmera real o sensor que captura a imagem da cena do MR. Como geralmente são usadas câmaras digitais, a captura da imagem segue os princípios físicos que interagem no sistema de lentes e o CCD, enquanto a câmera virtual tem seu principio de funcionamento a partir de modelos matemáticos disponíveis em uma biblioteca gráfica 3D. Intuitivamente pensa-se que os parâmetros OI da câmera virtual serão os mesmos da câmera real, mas isto não é correto, visto que as bibliotecas gráficas mais populares como OpenGL e DirectX não utilizam os mesmos parâmetros em suas matizes de transformação, sendo assim os parâmetros de OI da câmera real não podem ser aplicados diretamente a câmera virtual. Portanto, este trabalho vem abordar a correspondência entre os parâmetros OI da câmera real em relação a câmera virtual. O método de calibração a ser utilizado é o de Zhang, através da biblioteca CalibTool's para ambiente de programação Matlab. Este método de calibração consiste em utilizar um gabarito semelhante a um tabuleiro de xadrez, como a dimensão de cada quadrado do tabuleiro é conhecido, definindo-se um referencial as coordenadas de cada vértice dos quadrados no espaço-objeto são determinados automaticamente, através algoritmos da Visão Computacional. É realizado o registro de 20 imagens em diferentes posições e orientações do tabuleiro. Este programa além de fornecer os parâmetros de OI da câmera real como também os parâmetros de OE de cada imagem. Através dos parâmetros de OI fornecidos pelo CalibTool's é determinado os parâmetros da câmera virtual, através da distancia focal e distorção de lentes é calculado o seu ângulo de abertura (FOV), com o deslocamento do ponto principal é ajustado o tamanho e posição da janela do MV. Para verificar a qualidade da correspondência entre a câmera virtual e a câmera real é criado um cenário virtual 3D, e como plano de fundo do MV uma imagem do tabuleiro. Com os parâmetros de OE é orientado e posicionado a câmera virtual. Pontos com a mesma coordenada dos vértices do tabuleiro no espaço-objeto são reprojetados na imagem. A diferença em pixels dos pontos projetados com os vértices do tabuleiro no espaço imagem determinara a qualidade da correspondência. Para a criação do cenário do mundo virtual foi utilizado o ambiente de programação Delphi e a biblioteca gráfica GLScene (OpenGL para ambiente Delphi). Para o registro das imagens foi utilizado uma webcam da marca Creative de baixo custo, com quadro focal de 640x480 pixels, tamanho do pixel de 5.6 micras. Os resultados apresentam que alguns pontos não coincidiram com os vértices dos quadrados registrados na imagem do tabuleiro, principalmente os quadrados situados no centro do tabuleiro, isso se deve em razão da distorção das lentes da webcam, pois esses são de baixa qualidade.

CLASSIFICAÇÃO DE VERTENTES EM MODELO DIGITAL DE TERRENO COM THIN-PLATE SPLINE E DIAGRAMA DE VORONOI

ADILSON BERVEGLIERI (1)
MESSIAS MENEGUETTE JUNIOR (2)
MARCO ANTÔNIO PITERI (3)

(1) Universidade Estadual Paulista
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
aberveg@yahoo.com.br

(2)(3) Universidade Estadual Paulista
Departamento de Matemática, Estatística e Computação, Presidente Prudente - SP
{messias, piteri}@fct.unesp.br

As vertentes, como superfícies inclinadas, consistem em expressões da Geomorfologia moldadas por fatores naturais (endógenos e exógenos) e pelo próprio homem. Suas formas determinam o fluxo ou o acúmulo de água e representam características fundamentais para a prevenção e resolução de problemas associados ao relevo, tais como utilização do solo, construção civil entre outros. A classificação da vertente em côncava, convexa ou retilínea permite a identificação de áreas conforme sua declividade. Assim, por meio de um modelo digital de terreno cujos dados proveem de curvas de nível, gera-se um malha interpolada pela função *Thin-Plate Spline* (TPS), que é formada por combinações lineares de funções radiais e tem comportamento quase linear à medida que a distância aumenta em relação aos pontos de carga, diminuindo os efeitos de deformação e, por isso, refletindo a característica de suavização. Sobre esta malha é feita a classificação de acordo com a inclinação e o espaçamento de suas linhas. Usando-se técnicas de morfologia matemática no tratamento da imagem e o diagrama de Voronoi, o qual permite dividir induzidamente um plano e estabelece regiões de abrangência, reclassifica-se a área de forma que, partes anteriormente classificadas, possam ser ajustadas. O método proposto baseia-se na ideia de que uma vertente pode apresentar pequenas ondulações e ser, por exemplo, classificada, como côncava ou convexa para determinado tamanho da malha interpolada. Porém, quando analisada em um espaçamento maior, essas ondulações passariam a ser vistas como retilíneas, como um efeito de resolução. O fato é que a classificação depende do espaçamento da malha, e pequenas áreas pouco significantes acabam se formando, e devem ser eliminadas. Nesse sentido, para se realizar ajustes locais, utiliza-se a o diagrama de Voronoi. Este diagrama é gerado e associado a toda malha, e, por um procedimento de varredura, analisa-se cada região quanto ao seu tamanho, curvatura de terreno e tipo de classificação interna em relação à vizinhança. Se satisfeitos os critérios, a região agrega-se com sua adjacência. Consequentemente, o artifício é realizado como um reclassificador de regiões, permitindo adequá-las quando comparadas a mapas geomorfológicos correspondentes. De modo mais específico, para realizar a reclassificação, fazem-se os seguintes procedimentos: primeiro, deve-se ter a malha originalmente classificada em níveis de cinza. No intuito de tornar essa malha mais densa, é feita uma interpolação para preenchimento dos espaços. Entretanto, nesse processamento, alguns valores pouco relevantes ou ruídos podem ocorrer, sendo necessário eliminá-los. Assim, aplicam-se as operações da morfologia matemática: abertura e fechamento. Pela abertura, eliminam-se algumas saliências finas, e, pelo fechamento, tem-se o preenchimento de alguns buracos e definição dos contornos. Todavia, a imagem contém vários níveis de cinza, os quais representam as classes de vertentes, sendo necessário convertê-la em binária para processar a esqueletização das regiões classificadas, uma vez que informações internas de cada área são necessárias. Então, executa-se a decomposição da imagem de acordo com tais níveis de cinza. A seguir, aplica-se a técnica morfológica de esqueletização até que a estrutura atinja a largura de um pixel. No resultado, há ocorrências de bifurcações ao longo do esqueleto. O interesse é localizar essas bifurcações e torná-las como pontos geradores para o diagrama de Voronoi. Após, mediante um processo de varredura, as bifurcações são identificadas. O processo é repetido igualmente para os outros níveis de cinza. Em decorrência, depois de conhecidos todos os geradores, é construído o diagrama de Voronoi para a malha previamente classificada, cujo resultado associa as classes de vertentes com as regiões de Voronoi que são interpoladas, segundo a informação armazenada no gerador de cada área. Evidentemente a associação entre as áreas classificadas e o diagrama de Voronoi não é ponto a ponto, é com base em aproximação por áreas, ou seja, trata-se de uma proximidade entre o conjunto classificado quanto à curvatura,

cujas áreas são naturalmente irregulares, com o diagrama, que embora também seja irregular, é formado por polígonos. Logo, por intermédio das propriedades de decomposição planar, realizada conforme a métrica Euclidiana, a qual estabelece os limites de abrangência de cada ponto gerador, a subdivisão induzida do plano é feita de modo a manter as características principais de distribuição das formas do relevo e ter suas influências locais propagadas. Nesse momento, é factível uma nova análise de cada área em relação as suas imediações. De acordo com as diferentes classificações das regiões adjacentes, a proximidade e a curvatura da vertente no local, verifica-se a necessidade de agregar ou não as regiões. Com isso, aquelas áreas pouco expressivas podem ser eliminadas e possibilitam ajustar o resultado da classificação do MDT com o mapa geomorfológico respectivo. O procedimento consiste em percorrer todas as regiões por meio dos geradores, uma vez que cada área é composta por um ponto semente, verificando as adjacências conforme os critérios determinados. A partir de um gerador de referência, são procurados seus dois vizinhos mais próximos que tenham classificações iguais entre si e diferente do atual cujas proximidades devem estar dentro de um limiar, pois se a distância for grande, significa que a área é expressiva, devendo ser mantida. Além disso, a curvatura do terreno no local, armazenada em MDT, também é verificada, sendo calculada não apenas por um ponto, mas por um conjunto de pontos envolventes, o qual indica a flexão do lugar. Se satisfeitos os critérios, faz-se a junção das áreas. Por fim, tanto a interpolação TPS quanto o processo pelo diagrama de Voronoi, usado na associação com áreas e que, por causa de suas características de relações de proximidade, permite analisar localmente regiões e atuar como agregador. Ambos constituem recursos de trabalho em conjunto com MDT e mapa geomorfológico para a representação do relevo. De modo geral, este tipo de representação semi-automática da superfície, em uma etapa inicial, permite conhecer determinada região sem haver a necessidade de se deslocar até o lugar, o que agiliza o processo de localização de áreas de interesse e diminui custos operacionais.

ANALISE DA VIABILIDADE DE CALIBRAÇÃO DE UMA CÂMARA *FISH-EYE* UTILIZANDO OS MODELOS DE COLINEARIDADE E CONRADY-BROWN

MARIANA BATISTA CAMPOS (1)
MARCUS V. A. DE MORAES (2)
RAQUEL ALVES DE OLIVEIRA (3)
JOSÉ MARCATO JUNIOR (4)
ANTONIO M. G. TOMMASELLI (5)

(1)Universidade Estadual Paulista – Unesp
Bolsista IC – PIBIC/CNPq
Marianaa.bcampos@gmail.com

(2) Bolsista IC – PIBIC/CNPq
antunesdemoraes@gmail.com

(3) Bolsista FAPESP - Mestrado
Raquel88@gmail.com

(4) Bolsista FAPESP - Doutorado
jrmarcato@gmail.com

(5)Universidade Estadual Paulista - Unesp
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
tomaseli@fct.unesp.br

O processo de calibração de câmaras é fundamental em Fotogrametria e visão de máquina, pois a determinação dos parâmetros de orientação interior possibilita a correção dos erros sistemáticos que afetam a precisão dos processos fotogramétricos. O modelo de distorção das lentes de Conrady – Brown tem sido utilizado como padrão para câmaras com perspectiva central, normalmente em forma de funções polinomiais acrescidas às equações de colinearidade. As trajetórias dos raios de luz em câmaras com lentes do tipo "olho de peixe" (*fish-eye*), a rigor, não podem ser modeladas pela geometria de perspectiva central, sendo necessário desenvolver equações que considerem o desvio dos raios. Estas equações consideram que um raio perpendicular ao eixo óptico será desviado de modo a atingir os limites externos do elemento sensor, para que seja possível um ângulo de cobertura de 180 °. Isto requer o desenvolvimento de um modelo de sensor específico e, consequentemente, os programas de calibração existentes, que se baseiam nas equações regulares de colinearidade, não poderiam ser usados. Entretanto, pode-se considerar hipoteticamente, que o modelo de Conrady-Brown absorveria estes substanciais desvios, mesmo sem utilizar as equações rigorosas para lentes olho de peixe. A hipótese básica do trabalho, portanto, é a verificação de viabilidade de uso do processo de calibração pelo método de ajuste de feixes de raios, com o modelo de distorção de Conrady-Brown para câmaras olho de peixe. Para isto, foi realizada a calibração de uma câmara digital Fuji Finepix S3 Pro, com uma lente do tipo "olho de peixe" (*fish-eye lens*) e foram estudadas distintas combinações dos parâmetros do modelo de Conrady – Brown. O documento gerado em função da calibração é o certificado ou relatório de calibração, que contém os parâmetros da câmara determinados no processo e o método utilizado, bem como os parâmetros estatísticos definidores do grau de confiança associados a cada parâmetro. Os métodos de calibração de campo permitem que todos os parâmetros possam ser recuperados no processo de calibração, além do fato de que permitem que haja uma superabundância de observações, o que torna possível um controle estatístico rigoroso no processo. A aquisição das imagens foi feita no campo de calibração terrestre situado na FCT/UNESP de Presidente Prudente. Foram coletadas 16 imagens (com formato de 4256x2848 pixels) de alvos pré-sinalizados, variando-se a rotação da câmara para diminuir problemas de dependência linear entre os parâmetros e sistemas mal condicionados. As coordenadas dos alvos em todas as imagens, foram medidas utilizando as ferramentas sub-pixel e centro de massa do programa MID (Monocomparador de Imagens Digitais). As imagens apresentaram elevada aberração cromática, sendo convertidas para tons de cinza, para facilitar a medição dos alvos. Com as coordenadas no sistema imagem e as coordenadas no sistema de referência do campo de

calibração disponibilizadas, iniciou-se a etapa de processamento dos dados no programa CMC (calibração multi-câmara). Como as imagens apresentaram distorção radial simétrica significativa, foi necessário encontrar uma aproximação inicial para estes parâmetros. Para isso, foram fixados os demais parâmetros de orientação e estimados apenas k_1, k_2 e k_3. A partir disso, foram estabilizados os parâmetros de orientação exterior, sendo feita a verificação dos resíduos e eliminação ou nova medição de pontos com grandes discrepâncias. Foram realizados testes com várias combinações de parâmetros, incluindo-se também parâmetros de afinidade. A configuração que apresentou melhores resultados para a orientação interior no caso em estudo. é composta por distância focal (f), coordenadas do ponto principal (x_0, y_0), parâmetros distorção radial simétrica (k_1, k_2, k_3), sem incluir os parâmetros de distorção descentrada (p_1, p_2) e parâmetros de afinidade (A, B). A distância focal da câmara, que nominalmente é de 5,8mm, sofreu um aumento para um valor de 11,44 mm. Entretanto, os resíduos em pontos no extremo da imagem foram da ordem de 7 pixels; o desvio padrão estimado da distância focal foi de 6 pixels e das coordenadas do ponto principal em torno de 1,5 pixel. Embora os resultados sejam inferiores aos da calibração de uma câmara de perspectiva central convencional, para aplicações de baixa e média precisão, este modelo pode ser usado sem alterações. Serão apresentados os resultados detalhados dos testes realizados, bem como uma discussão em relação às possíveis soluções para a calibração rigorosa deste tipo de lentes.

ANÁLISE DA QUALIDADE DE PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE FEIÇÕES CARTOGRÁFICAS UTILIZANDO MÉTODOS SEMIAUTOMÁTICOS

GUILHERME PINA CARDIM (1)
ERIVALDO ANTÔNIO DA SILVA (2)

(1) Unesp – Faculdade de Ciência e Tecnologia
Departamento de Matemática, Estatísticas e Computação, Presidente Prudente – SP
gpcardim@gmail.com

(2) Unesp – Faculdade de Ciência e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
silva.erivaldo@gmail.com

O presente artigo faz parte de um projeto mais amplo que ainda está em fase de desenvolvimento e pretende apresentar os resultados parciais do *software* que quantifica a qualidade do processo de extração das feições a partir de imagens digitais. Para indicar a qualidade, o software utiliza uma comparação entre uma imagem de referência da área e a imagem contendo as feições extraídas por qualquer processo de extração. Para realizar os cálculos estatísticos para verificar a qualidade da feição cartográfica extraída, o usuário deve inserir no sistema duas imagens. A primeira será considerada como referência, a qual o sistema considera como correta para analisar a segunda imagem. Esta, por sua vez, deve conter a feição cartográfica obtida por meio de um processo de extração qualquer, a qual será analisada pelo algoritmo. A comparação entre as imagens foi executada por dois algoritmos com metodologias diferentes com o intuito de validar ambos os métodos. Dessa forma, ao executar ambos os métodos de análise da feição extraída com as mesmas imagens de referência e imagem final da extração de uma feição, tanto o primeiro método desenvolvido, o qual utiliza de comparações de *pixels*, quanto o segundo método, o qual utiliza de subtração de imagens, resultaram em uma mesma imagem final, assim como os cálculos estatísticos também possuíram valores iguais. O valor encontrado nos cálculos estatísticos para definir a qualidade da extração foi denominado de correspondência. Contudo a imagem de referência era inicialmente obtida por um processo manual, o que garantia uma qualidade indiscutível. Entretanto, o processo de obtenção da imagem de referência manualmente demanda muito tempo. Na expectativa de reduzir o tempo automatizando o método de obtenção da imagem de referência, foi desenvolvido um algoritmo semiautomático que obtém essa imagem. Primeiramente a ideia foi implementada por um algoritmo recursivo, o qual resolvia o problema somente em imagens de baixa resolução, uma vez que o algoritmo necessitava de muita memória para realizar as operações. Pensando em resolver essa limitação do algoritmo, este foi remodelado de tal forma que o método passou a utilizar como memória o disco rígido (*Hard Disk*) do computador. Essa solução foi suficiente para que o sistema obtivesse a imagem de referência, contudo pelo fato do disco rígido possuir uma velocidade lenta em comparação a memória principal, o algoritmo necessitava ainda de muito tempo de processamento para obter o resultado desejado. Com o objetivo de reduzir o tempo de processamento, um novo algoritmo com o mesmo objetivo foi implementado, entretanto, dessa vez foi desenvolvido um algoritmo iterativo. Esse novo método foi testado e possuiu os mesmo resultados do algoritmo recursivo. No entanto, essa nova implementação possuiu o tempo reduzido em cerca de 98% do tempo total utilizado pelo método recursivo que fazia uso do disco rígido para o processamento, o qual é o principal fato da grande diferença de tempo de processamento entre os diferentes métodos. Tais Algoritmos foram considerados como semiautomáticos, pelo fato de necessitarem da interação com o usuário para realizarem os cálculos de maneira correta. O usuário deve selecionar amostras e o tipo de busca de *pixels* que será realizado pelo sistema. Até o momento foram desenvolvidos dois métodos de buscas, um busca os *pixels* entre o mínimo e o máximo valor existente nas amostras cedidas, enquanto que o outro busca os *pixels* que possuem valores de brilho entre a média subtraída por um fator multiplicado pelo desvio padrão de todos os pontos das amostras, e a média somada pelo mesmo fator multiplicado pelo desvio padrão. Esse algoritmo semiautomático de obtenção da imagem de referência substitui a necessidade de efetuar um método manual com o mesmo objetivo. Dessa forma o usuário pode obter a imagem de referência de uma forma mais rápida, possibilitando ao mesmo a realização dos cálculos estatísticos da correspondência para que esse valor possa ser utilizado como qualidade da feição

cartográfica extraída. Todos os testes realizados confirmaram o potencial de uso do *software* desenvolvido para uso na análise quantitativa da qualidade do processo de extração das feições. O *software* desenvolvido tem grande importância e aplicabilidade na área de Cartografia.

ANÁLISE MULTIPEMPORAL DE OCUPAÇÃO DO ESPAÇO ATRAVÉS DE ÍNDICES ESPECTRAIS

ROBERTA DAL BOSCO CARLETTO
HIDEO ARAKI

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
roberta.dbc@ufpr.br; haraki@ufpr.br

Mudanças no meio ambiente são percebidas em longo prazo no clima, na movimentação dos continentes e na mudança dos biomas em grande escala. Em curto prazo é possível perceber mudanças em espaços menores, e as interferências antrópicas são as principais, entre elas as ocupações para moradia, agricultura, queimadas, represamento de rios, criação de animais, entre outros. O sensoriamento remoto é uma ferramenta útil na aquisição de informações espaciais e de controle ambiental e detecção de mudanças. Através de imagens multiespectrais adquiridas em instantes de tempo diferentes é possível visualizar quais as principais alterações em termos de vegetação, corpos d'água e áreas urbanizadas. Em grandes centros urbanos é possível perceber ao longo do tempo a expansão horizontal e a densificação das ocupações. A análise visual da alteração de mudanças nem sempre é interessante, pois exige do responsável técnico o esforço de reconhecer as áreas de mudança e experiência para identificá-las adequadamente. Os processos de automação do processamento de imagens visam à diminuição do esforço por parte dos operadores para que se tenha mais atenção em outras análises que exijam efetivamente um conhecimento técnico. O índice espectral é resultado numérico de operações algébricas entre bandas. Esses índices são ideais para serem utilizados em imagens de sensores multiespectrais, já que permitem a geração de valores que representam mais de uma banda, especificam e diminuem a correlação entre os dados. Nesse trabalho é proposta uma metodologia para análise multitemporal de ocupação o espaço em dois tempos, 1 e 2, baseada em índices espectrais derivados do Tasseled Cap, que entre as vantagens do seu uso está em que a transformação é específica para cada sensor, o que permite uma análise menos tendenciosa que outros índices tais como o de componentes principais que a compatibilização temporal entre as imagens deve ser levada em conta. O Tasseled Cap resulta em três componentes: Brightness, Greeness e Wideness, respectivamente: Brilho, Verdor e Umidade; e a partir dessas três componentes são derivados dois índices: um que evidencia as áreas urbanizadas e outro que destaca os corpos d'água. É necessário realizar uma classificação supervisionada com três classes: área urbanizada, área não urbanizada e corpos d'água; que utiliza os dois índices derivados e o Greeness. Para cada imagem em um tempo diferente é realizada uma classificação, e a visualização da modificação é através do carregamento dos canhões RGB da seguinte maneira: R- área urbanizada no tempo 2; G: área não urbanizada no tempo 2; e B: área urbanizada no tempo 1. Essa configuração gera todas as cores primárias e secundárias da síntese aditiva, com exceção do amarelo, soma R e G, que seria a intersecção das classes urbanizada e não urbanizada no tempo 2 que de acordo com a classificação proposta é um conjunto vazio. De acordo com essa composição cada cor terá um significado, onde: Magenta é a área urbanizada mantida; ciano é a área urbanizada que deixou de ser ocupada; vermelho é a área antes desocupada passou a ser urbanizada; verde a área não urbanizada mantida; e azul a área urbanizada alagada. Experimentos estão sendo realizados com imagens Landsat TM da cidade de Curitiba e mostram grande potencialidade do método aqui proposto. Também estão sendo procedidas análises com a mesma metodologia com sensores e localidades diferentes e deve-se seguir com análises visuais e com índices diversos já consagrados para que seja verificada com veracidade a potencialidade do método aqui proposto.

AUGMENTED REALITY IN SUPPORT OF POPULATION RESEARCH

FABIANA SILVA PIRES DE CASTRO (1)
JORGE ANTONIO CENTENO (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
fabiana.piresc@gmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
centeno@upr.br

Augmented Reality is a new form of human-machine interaction which includes additional information into a real scene. Basically, a video camera provides scenes in real time and a computer system computes the position and orientation of the user. The scenes are enhanced by adding virtual information that is merged with the real scene and can be viewed on the screen of an output device. This merge enables the user visualize the scene together with relevant information, that otherwise are not visible or evident in the real world. Thus, the augmented reality can enhance human perception of the real world. The purpose of this work is based on the development of an Augmented Reality application for Smartphone which display statistical data of Brazil, extracted from the population research called Census, as well as display the data from the municipal mapping used in the same research, both held by the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE. The 2010 Census was the first survey, that covers the whole country, completely computerized with the interviews on handheld computers (PDA) equipped with GPS receivers and digital municipal maps. In a Census there is a basic questionnaire with 16 questions that all Brazilian households have to answer. The Census's results describe life situation of the population at the municipal level and can be used to aid in the definition of public's politics and in decisions or planning at the public or private sector. The municipal maps are generated before each Census and help locate and guide the staff in the field and they are used for planning the next Census too. These maps provide information about the Census units; municipal, state and international boundaries; the names of streets, lakes, schools, churches, and other relevant data that helps the location in terrain during the survey. The Augmented Reality program aims to help the staff involved in surveys, enhancing and improving the perception of the region through the display of relevant information. It simplifies the interpretation of the area, eliminating or reducing the user's mental effort needed to interpret digital maps, considering that maps users do not always have prior knowledge of the region, as well as experience about cartographic interpretation. The development of this project is accomplished through Android 2.1 and the output device is a Samsung Smartphone with camera, GPS and accelerometer. The application consists of three view modes: an augmented view, a list view and a map view. In the augmented mode, points of interest are displayed as floating circles in the air, which size varies according to the distance from the user to the point. Nearby points of interest are shown bigger than further ones. Together with the point, there is its name and a small description. Alternatively points of interest can be also displayed as arrows at the bottom of the augmented view, which indicate the direction of every of these points. A touch on the points calls a pre defined internet page with information about the point that is displayed using the native Android browser. The other two modes are self explainable. The list mode shows the points of interest as a name list, ordered by distance from the current position while the map mode displays a general view of all points of interest using Google Maps. Each mode has a single class implementation and uses locally stored geo data points in JSON format. The pre defined internet page can be displayed for each point and will be in the future developed specifically for each group of points of interest, for example, information about sanitation of that region with graphics, the population with the number of men and women, schools and number of children that studies. A new type of interface for positioning and visualization of population research and municipal maps data is developed. The points of interest should facilitate the localization of technicians within the Census unit and can help many others researches that use the same information. Helping in this way not only the planning of the next Census, but also all other researchers to learn more about the several regions of Brazil.

DETECÇÃO DE SUPERFÍCIES PARA COLETA DE ÁGUA DE CHUVA USANDO IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO E LASER SCANNER

GABRIEL PEREIRA[1]
TATIANE ALVES SANTANA[2]
JORGE ANTONIO SILVA CENTENO [3]

Universidade Federal do Paraná
(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental
(2) Engenharia Cartográfica
(3) Departamento de Geomática,
Curitiba – PR
Centeno @ UFPR.br

A distribuição de água no planeta, tanto temporal com espacial, é irregular. Isto motivou o desenvolvimento de redes de abastecimento para consumo que alimentam cidades inteiras. Porém, recentemente, a conscientização quanto à necessidade de aproveitar outras fontes alternativas de suprimento aumentou devido à crescente demanda. Uma das alternativas é o suo de água de chuva para usos menos nobres. A solução para a determinação da distribuição espacial e intensidade da pavimentação em áreas urbanas passa pelo uso de técnicas de sensoriamento remoto, sendo necessário desenvolver alternativas para a coleta de dados e sua interpretação. Com os avanços em sensoriamento remoto, a possibilidade de identificar objetos menores e caracterizar sua superfície abre novas possibilidades para o mapeamento de coberturas do solo na bacia. O objetivo deste projeto é fazer o uso integrado de dados altimétricos de laser scanner e imagens fotográficas na região do visível e infravermelho próximo para localizar áreas potenciais para a coleta de água de chuva. Para isto, técnicas de classificação orientada a objeto serão utilizadas como ferramenta de fusão destes dados. O estudo aqui apresentado se baseia no uso de imagens obtidas por uma câmara digital e dados do sistema de varredura a laser aerotransportado. O conjunto de dados, altimetria e dados espectrais, são representados sob forma de imagens ou grades. Para a segmentação dos dados é utilizado o algoritmo FNEA, implementado no software eCognition. Neste programa, o usuário pode representar o conhecimento utilizando relações derivadas experimentalmente e modificar tais relações de maneira a satisfazer os fins da análise da imagem. Neste programa, os objetos resultantes da segmentação representam a informação da imagem de uma forma abstrata. Além das informações espectrais outras informações ou atributos adicionais, como forma, textura relacionamento entre objetos e sua vizinhança, podem ser usados para a classificação. A segmentação da imagem pode ser executada em diferentes níveis de abstração, variando as escalas para cada nível: A escala é definida em termos de uniformidade espacial e uniformidade espectral. Duas alternativas serão consideradas e comparadas na fase de classificação dos segmentos obtidos. Em ambos os casos, cada região será descrita em termos de descritores espectrais e espaciais. Da imagem espectral podem ser obtidas informações como cor, variância da cor e proporção de cor de cada segmento. Da grade altimétrica pode ser obtida a altura média do objeto e sua variação dentro do objeto. Além disso, como o segmento é uma unidade espacial, ele também pode ser descrito em termos de perímetro, área, compacidade, orientação e outras variáveis espaciais. Assim, para cada segmento um número grande de descritores se encontra disponível. A classificação dos dados envolve o uso da classificação fuzzy. Neste caso, um conjunto de regras será proposto considerando a variação de cada variável dentro da cena. As regras são do tipo AND/OR e compõem um sistema de inferência que pode ser utilizado para decidir a classe mais plausível para cada segmento em função de suas características espaciais e espectrais. Pretende-se com isso atender as demandas dos profissionais do meio ambiente e dos recursos hídricos providenciando alternativas para a obtenção de informações espaciais atualizadas e de qualidade. O produto esperado é um mapa do uso e cobertura do solo onde o tipo de material de cada elemento seja caracterizado e a distribuição espacial de diferentes materiais seja visível.

DETERMINAÇÃO DO ALBEDO E NDVI ATRAVÉS DE DADOS DOS SENSORES MODIS E TM NO COMPLEXO LAGUNAR MUNDAÚ/MANGUABA (AL)

MICHELLE ADELINO CERQUEIRA (1)
ADMILSON DA PENHA PACHÊCO (2)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Pernambuco - PE
ac_mi@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Pernambuco - PE
admilpp@ufpe.br

Os produtos do Sensoriamento Remoto orbital vêm se tornando uma importante ferramenta para as mais variadas aplicações, particularmente aquelas relacionadas com a avaliação, manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais, como água, solo e vegetação. Devido a escassez de dados, tornou-se indispensável à utilização de técnicas alternativas para auxiliar na complementação de informações meteorológicas sobre uma determinada localidade. E essas técnicas de sensoriamento remoto têm sido bastante utilizadas para obter informações de parâmetros de superfície e da atmosfera, que são importantes para o monitoramento de fluxos ou de parâmetros associados a escala regional e global, cujo nível de detalhamento é determinado pela resolução espacial dos sensores multiespectrais utilizados. A área de estudo está localizada no Estado de Alagoas, denominada Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba, a escolha da área se deve ao fato de abranger um dos sistemas estuarinos mais importantes do país que vem sofrendo um processo acelerado de degradação ambiental ao longo de suas bacias hidrográficas. Diante deste aspecto, foi desenvolvido um estudo, com o objetivo de estimar o albedo e o NDVI do Complexo Lagunar Mundaú/Manguaba, usando os MODIS E TM, onde será possível encontrar uma relação funcional entre o albedo e o NDVI desses sensores. O albedo é obtido pela razão entre a irradiância refletida e a irradiância incidente, e pode ser determinado para cada faixa espectral. O albedo varia com o tipo de alvo sobre o qual a radiação incide, com as condições das superfícies e do solo (textura arenosa, textura argilosa, seco, úmido, exposto ou com cobertura vegetativa), e nas áreas vegetadas, com a fase de desenvolvimento e o porte da vegetação. O NDVI é uma importante ferramenta para análise do albedo, pois as duas propriedades estão intimamente relacionadas, ou seja, a região urbana caracteriza-se pelo albedo alto e NDVI baixo; região com vegetação, albedo baixo e NDVI alto; espelhos d'água e solos úmidos, albedos baixos e NDVI negativo. Para a realização desse estudo serão utilizados: (1) uma cena de cada sensor da área do complexo, (2) mosaicos ortorretificados, gerados a partir das imagens do sensor ETM+ do LANDSAT-7. No pré-processamento a imagem LANDSAT foi georreferenciada através de mosaicos, onde farão aplicados 30 pontos de controle e empregada a transformação polinomial de 2 º grau. O processamento das cenas foi desenvolvido através da ferramenta Model Maker do software Erdas Image 8.7 utilizando o algoritmo SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Land, que foi desenvolvido por Bastiaanssen (2000), na Holanda. O método faz uso apenas das radiâncias espectrais registrados em sensores de satélites e de um conjunto mínimo de dados meteorológicos de superfície que incluem a velocidade do vento e a temperatura do ar para resolver o balanço de energia à superfície da terra (COURAULT *et al*., 2003). Da seguinte forma: (a) calibração radiométrica, que converterá os números digitais de cada pixel em radiâncias espectrais de cada banda, sua aplicação é importante, pois consiste na correção de erros ou distorções e das imagens digitais para melhorar a fidelidade dos valores de brilho, (b) reflectância espectral, dada pela radiação solar refletida e o fluxo de radiação solar incidente, (d) Albedo no Topo da Atmosfera, (c) Albedo da Superfície, (d) cálculo do índice de vegetação através da equação: NDVI = (banda 4 – banda 3)/(banda 4 + banda 3). Finalizados todas as etapas foram gerados mapas temáticos que representaram o albedo e o NDVI para os diferentes sensores, posteriormente será também empregada uma análise estatística dos dados para encontrar relações existentes entre o albedo e o NDVI estimados para os diferentes sensores.

EXPERIMENTOS NA GERAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE SUPERFÍCIE COM DADOS ORIUNDOS DO SISTEMA LIDAR

MEIRE RAQUEL SCHMIDT CORDEIRO

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
meire.schmidt@ufpr.br

A rápida geração de Modelos Digitais do Terreno (MDT), especificamente Modelos Digitais de Superfície (MDS), desperta um interesse especial no meio cartográfico, dado ao fato de ser precisamente a informação relativa à altimetria, que requer a maior carga de trabalho na execução do mapeamento topográfico. Reconstruir a informação altimétrica de uma determinada superfície, por metodologias diferentes das tradicionais e empregando menor tempo de trabalho, pode ser o maior potencial de aplicação da tecnologia LIDAR – Light Detection and Range, cuja maior vantagem oferecida pelo sistema é a possibilidade de dispor de uma massa considerável de dados altamente representativos da superfície de interesse, os quais podem ser facilmente processados para obter modelos digitais. Como esses dados são irregularmente espaçados há a necessidade de uma modelagem adequada que represente a superfície de maneira contínua e para tanto envolve a criação de estruturas de dados e a definição de superfícies de ajuste. Existem vários algoritmos eficientes para a geração automática de MDTs, porém no que tange a geração automática de MDSs, ainda existe problema na obtenção de produtos confiáveis, em se tratando de áreas urbanizadas. Obviamente, a qualidade não pode ser determinada apenas visualmente, se faz necessária a quantificação das discrepâncias entre os métodos escolhidos. Este trabalho apresenta os resultados do experimento na geração de Modelos Digitais de Superfície, identificando as diferenças entre os modelos gerados, partindo de diferentes algoritmos de interpolação implementados em softwares comerciais e de espaçamentos de grade também diferentes. Para tanto foram testadas quatro diferentes técnicas de interpolação: 1) Triangular Irregular Network – TIN; 2) Mínima Curvatura; 3) Ajuste Linear; 4) Ajuste Quíntico. A TIN é um interpolador exato e utiliza malha irregular com triangulação de Delaunay. Esta funcionou melhor quando os dados estavam distribuídos de forma regular ao longo do domínio. Dados que continham áreas dispersas ou espaçadas tenderam a apresentar feições triangulares no modelo. A TIN foi boa para rápida visualização, porém com grande volume de dados o processamento se tornou lento. O plano das edificações foi definido, bem como as bordas dos elementos contidos na cena. No algoritmo de interpolação de Mínima Curvatura, um valor inicial de Z_i é calculado para cada nó da grade a partir dos pontos próximos. São efetuados cálculos de derivação repetidamente até que seja alcançada uma diferença (convergência ou tolerância) entre os valores amostrados e os estimados, especificada pelo usuário, ou até que um número máximo de interações seja alcançado. Este método gerou curvas mais suaves ao mesmo tempo tentando honrar ao máximo os dados, entretanto não é um interpolador exato. Este método apresentou boa convergência, aproximações precisas das derivações, e boa estabilidade na presença de erros de aproximação. O interpolador de Mínima Curvatura gerou a superfície mais suave entre as geradas por outros algoritmos que ajustam superfícies aos dados amostrados. A superfície foi absolutamente fiel aos dados originais quando havia apenas um valor amostrado por célula. Com o Ajuste Linear três pontos dos vértices de cada triângulo definem um plano no espaço tridimensional. Dessa forma, para qualquer ponto a ser estimado deve-se buscar o triângulo que o contém e, através de uma álgebra simples de solução de sistemas lineares, obtém-se facilmente o valor de cota desse ponto. Este algoritmo garantiu continuidade entre as superfícies de triângulos vizinhos, mas não garantiu uma suavidade na transição entre as superfícies. O esforço computacional, neste caso, foi mínimo. O algoritmo de interpolação que faz uso de ajuste linear de superfícies gerou uma superfície descontínua e com pouca definição nas bordas. As edificações mais altas tiveram o topo deslocado. O Ajuste Quíntico por sua vez, sugere o ajuste de uma superfície polinomial de quinta ordem incompleta para cada triângulo da malha triangular. Ou seja, a função interpoladora é contínua e a derivada de primeira ordem também é contínua, o que garantiu a suavidade da superfície, entretanto as superfícies geradas tiveram muita descontinuidade, a definição de bordas foi péssima, ocorreu perda de pixels e a demanda no processamento foi muito alta. Sendo assim, esse interpolador não se mostrou apropriado para esse tipo de dados. Devido ao Sistema LIDAR utilizar a faixa do espectro eletromagnético pertencente ao Infra Vermelho Próximo – IVP, toda a energia eletromagnética foi absorvida pelos corpos d'água e dessa forma apenas os pontos pertencentes às bordas desses elementos foram utilizados na triangulação, criando assim artefatos e formas triangulares inexistentes na cena. Um espaçamento de grade ótimo, para qualquer método de interpolação, seria aquele

que mais se aproximasse do espaçamento original dos pontos, pois quanto mais afastados dos dados amostrais, menos confiável foi o modelo gerado. Algoritmos de interpolação satisfatórios têm que adaptar-se ao caráter de elementos de dados (tipo, precisão, importância, etc.) como também o contexto (i.e. distribuição de elementos de dados). Outros critérios que podem influenciar a seleção de um método particular são o grau de precisão desejado e o esforço computacional envolvido. Não há 'melhor' algoritmo de interpolação que seja claramente superior aos outros e que se destine para todas as aplicações, visto que a qualidade do MDS resultante é determinada pela distribuição e precisão dos dados originais, e a suficiência do modelo de interpolação subjacente.

MEDIÇÃO AUTOMÁTICA DE PONTOS SOBRE O CORPO HUMANO

ADAUTO PEREIRA RAMOS COSTA
DANIEL CARNEIRO DA SILVA

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife - PE
{adauto.costa, danielcs}@ufpe.br

A fotogrametria tem desenvolvido ferramentas eficientes de medições para aplicações médicas. Além disso tem a capacidade de produzir, processar e explorar em 3D grande quantidade de dados em alta resolução, geometricamente coerente e precisa; é um meio não-invasivo e sem dor, que favorece práticas médicas, com medidas espaciais relacionadas ao corpo humano. É usada como uma ferramenta no diagnóstico de doenças, no tratamento de pacientes, na análise de movimentos, e em diversas pesquisas médicas como instrumentação para engenheiros e cientistas. Vários fatores influem na aplicabilidade, confiabilidade e precisão da fotogrametria em aplicações médicas. O primeiro fator se refere ao uso de técnicas fotogramétricas adequadamente adaptadas para uso por não-fotogrametristas e os dois últimos à otimização da aquisição e cálculos necessários, sendo que a geometria da rede é um dos mais importantes. O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema fotogramétrico completo para medição do tronco humano, para aplicações em pesquisas e tratamentos, de fácil uso por fisioterapeutas. Nesta etapa o objetivo é a medição automática de pontos presentes nas imagens do modelo estereoscópico. O desenvolvimento do sistema de aquisição destas imagens para testes está funcionando adequadamente e o software que está sendo desenvolvido utiliza a linguagem de programação *MATLAB®* e *C++*, através da biblioteca *OpenCV 2.2.0*, para processamento e medição das imagens. As imagens são adquiridas por câmeras digitais calibradas de um manequim plástico, sobre o qual é projetada uma malha de pontos, de modo que também fiquem visíveis os pontos de controle dispostos por trás do manequim e que a iluminação e contrastes sejam compatíveis com o processamento. O processo de medição automática dos pontos inicialmente utiliza o método de correlação de imagens para obter as coordenadas aproximadas que posteriormente são melhoradas com o MMQ e com isto são obtidas todas os pontos da malha de cada imagem. Em seguida são identificados os pontos homólogos entre as imagens adjacentes, é processada a fototriangulação para obtenção das coordenadas 3D e gerada a superfície do tronco fotografado. A avaliação da precisão na definição da superfície do tronco está sendo obtida com medições efetuadas com o deslocamento do manequim entre a posição inicial e uma posição deslocada de poucos centímetros para frente e para trás. Os resultados iniciais de precisão deste deslocamento são promissores e os problemas devido à instabilidade dos parâmetros internos da câmera e otimização da projeção e contraste estão sendo resolvidos. Por meio desta metodologia, após testes com humanos, será possível medir a expansibilidade pulmonar e auxiliar no monitoramento de tratamentos de recuperação com procedimentos da fisioterapia.

CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA UTILIZANDO IMAGENS DOS SENSORES TM/LANDAT-5 E HYPERION/EO-1

TÁSSIA ALVES COSTA [1]
ANA CRISTINA DE SOUZA MARIA [1]
JOSE MARINALDO GLERIANI [1]
VICENTE PAULO SOARES [1]

[1] Universidade Federal de Viçosa - UFV
36570-000 – Viçosa - MG, Brasil
{tassia.costa, ana.c.maria, gleriani, vicente}@ufv.br

O programa Landsat é um programa de observação Terrestre, consolidado, que tem atendido expectativas científicas e atividades manejo e monitoramento dos recursos naturais. Com dados temporais, espectrais e temporais de baixo custo, o programa completou mais de 35 anos, dos quais, 28 anos de era - *Thematic Mapper* - o qual totalizou, aproximadamente, 1,4 milhões de cenas (30m) TM e ETM+. O sensor Hyperion a bordo do EO-1 (Earth Observation), lançado em 21 de novembro de 2001, é um sensor do tipo "*pushbroom*" que provê 220 bandas, com largura de 10 nm nominal entre a faixa espectral de 356-2577 nm, com quantização de 12 bits. Os sensores hiperespectrais oferecem um novo potencial científico (como a análise da absorção da clorofila em comprimento de ondas específico, p.e.), mas também apresentam informações redundantes como os sensores multiespectrais. O objetivo deste trabalho foi comparar a classificação supervisionada MaxVer utilizando dados do sensor multiespectral do TM/Landsat-5 e do sensor hiperespectral Hyperion/EO-1.2. A área de estudo tem a maior porção pertencente ao município de Lucas do Rio Verde, localizada entre as coordenadas de 56°0'13'' e 55°49'16'' de longitude Oeste e 12°54''46''e 13°40''23''de latitude Sul, no estado do Mato Grosso. A imagem TM/Landsat-5 (UTM/WGS-84) ortorretificada foi obtida no portal "*Land Cover Facility*" em 20 de maio de 2004 e a imagem Hyperion, obtida do portal da USGS ("*United States Geological Survey*") http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/, data do dia 14 de maio de 2004. Gerou-se as principais componentes e, utilizou-se somente as três primeiras, com maior volume de informação. Para a seleção de três bandas do sensor TM/Landsat-5 utilizou-se a transformação Divergência Transformada, obtendo-se a melhor separabilidade com as bandas 3, 4 e 5. Após as classificações com o classificador supervisionado de máxima veroçimilhança, utilizando-se as mesmas areas de treinamento, gerou-se os valores de Kappa e a respectiva variancia e executou-se a estatistica Z testes de hipóteses H_0, ou seja, ambas classificações produzem a mesma exatidão, contra a hipótese alternativa (H_1), existe diferença significativa nos dados utilizados para execução de classificação. O valor de kappa e a respectiva variância foi de 0,8968 e 0,0000397, com as tres bandas do sensor TM. Da classificação com as três primeiras componentes derivadas do sensor Hyperion, o valor de kappa obtido foi de 0,9450 e a variância de 0,0000327. O valor da estatística Z encontrado foi de 2,76 ($p<0,001$) mostrou que as três principais componentes do Hyperion produziram resultados superiores ao do sensor TM/Landsat- 5. O sensor hiperespectral Hyperion, o qual faz parte do New Millennium Program da (NASA), é fonte promissora de dados com resolução espacial de 30m. A compressão de seus dados mediante a técnica das componentes apresenta potencial para o aumento da exatidão da classificação do uso/cobertura do solo, surgindo como uma opção de dados aos tradicionais sensores multiespectrais disponíveis no mercado.

O USO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL COMO CRITÉRIO DE DECISÃO NA CLASSIFICAÇÃO SUCESSIONAL DA MATA REMANESCENTE DO CAMPUS DA UTFPR – DOIS VIZINHOS

ALINE BERNARDA DEBASTIANI (1)
RICARDO DAL'AGNOL DA SILVA (1)
FLAMARION DRESCH PEREIRA (2)
MAURÍCIO DE SOUZA (3)
MOSAR FARIA BOTELHO (4)

(1) Bolsista PIBIC de Iniciação Científica / Acadêmico(a) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso de Engenharia Florestal, Dois Vizinhos - PR, Brasil
aline_ck@hotmail.com

(2) Bolsista PROEXT de Extensão / Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso de Engenharia Florestal, Dois Vizinhos - PR, Brasil

(3) Bolsista PIBITI de Desenvolvimento Tecnológico / Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso de Engenharia Florestal, Dois Vizinhos - PR, Brasil

(4) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Dois Vizinhos
CEP – 85660-000 – Dois Vizinhos - PR, Brasil
mosar@utfpr.edu.br

A vegetação nativa do Estado do Paraná, assim como a dos demais estados das regiões Sul e Sudeste do Brasil, sofreu e vem sofrendo enormes desmatamentos, devido principalmente aos avanços da agropecuária. Levando em conta a necessidade legal de restauração de áreas de preservação permanente e reserva legal, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/65), Lei Florestal do Paraná (Lei 11054/95) e o Sisleg (Decreto Estadual 3320/04), somando se a Reserva Legal e a Área de Preservação Permanente essa necessidade da vegetação natural estaria bem acima de 20%. Isso demonstra que existe a necessidade de se recuperar uma porcentagem significativa de áreas, as quais eram formadas anteriormente principalmente por florestas nativas. Dessa forma, o entendimento da dinâmica sucessional das florestas remanescentes se faz necessário a fim de servir como base para projetos de recuperação de áreas degradadas. A classificação sucessional pode ser realizada à campo através da análise fitossociológica, levantando dados da flora que servirão como base para a classificação. Contudo, essa classificação a campo é onerosa de tempo e mão-de-obra tornando-se inviável para grandes áreas, e como a legalização das propriedades rurais é eminente, necessita-se utilizar de dispositivos que tornem o processo mais rápido e automático, como o uso do sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto trouxe um grande avanço para a análise da superfície terrestre com a obtenção de imagens de satélites orbitais, e tem cada dia mais, se apresentado como uma ferramenta de grande importância e inovadora para esses estudos, como o estudo da dinâmica sucessional. A utilização de dados espaciais para análise de superfície também possui grande relevância e pode ser utilizada em consórcio com os dados espectrais provenientes das imagens orbitais, os quais podem ser utilizados para classificar os alvos da superfície em classes distintas. A partir desses dados espaciais como a altitude, pode-se gerar alguns sub-produtos como o modelo digital de terreno (MDT), mapa de declividade, aspecto, orientação, rampas homogêneas, os quais servem para auxiliar na análise da superfície. Assim, tendo em mãos diferentes fontes de dados pode-se realizar uma integração dos mesmos, o que propicia uma melhor análise. Uma Rede Neural pode ser definida como um arranjo de unidades (neurônios interconectados) que trabalham em paralelo para classificar e generalizar dados de entrada em classes de saída. São atribuídos pesos a interconexões e com os dados de entrada é determinado o nível de ativação da unidade na rede. A atividade desta unidade influencia no nível de ativação de outras unidades na rede, devido os pesos entre as unidades serem modificados até que a rede esteja apta a operar resultados desejados. Dessa forma, o aprendizado da rede é um processo repetitivo que tenta adequar os pesos a uma saída correta esperada para cada amostra. Pretende-se utilizar da integração desses dados de diferentes fontes para gerar uma classificação acurada. Para alcançar esse objetivo, será realizada a integração desses sub-produtos por meio da Rede Neural para a criação de um mapa com os estágios sucessionais de regeneração da mata remanescente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Dois Vizinhos. No intuito de verificar a eficácia da classificação da Rede Neural foi gerado um mapa com a classificação sucessional da mesma área de forma manual.

Para auxiliar na classificação sucessional foi realizada a fusão de imagem de diferentes sensores, SPOT-5 e CBERS-2, unindo a qualidade de cada uma para formar uma imagem híbrida com uma resolução espacial e espectral mais interessante. A imagem multiespectral utilizada foi derivada do satélite SPOT-5, sensor HRG (*High Resolution Geometric*), com resolução espacial de 5m proveniente de técnica de fusão entre a banda PAN com as multiespectrais. A imagem pancromática (PAN) foi obtida através do instrumento HRC do sensor CBERS-2B com órbita/ponto 160_B/129_1 e data de passagem em 13 de dezembro de 2008, cedida gratuitamente pelo catálogo do INPE, a qual possui uma resolução espacial de 2,5m. A partir desses dados foi realizada a classificação supervisionada Maxver, gerando um mapa de classes para a área. Através de levantamento em campo com equipamento GPS topográfico (na mata) e geodésico (serviu como base e levantamento do perímetro da área de estudo) pode-se obter dados altimétricos que submetidos à cálculos matemáticos foram utilizados para gerar um mapa de declividade do terreno e geração do modelo digital de terreno (MDT). Para a realização do levantamento dentro da floresta foi utilizada uma haste de fibra extensível com capacidade para 12 metros, a qual ofereceu suporte a antena de GPS de portadora L1, o que auxiliou na observação e captura dos dados. Sem a utilização da haste a captação de sinais dos satélites de GPS pela portadora L1, dentro da mata, apresentou-se muito baixa. A partir da geração dos sub-produtos citados anteriormente, com o intuito de realizar o treinamento da rede neural para a integração dessas informações, foi coletada pontos amostrais, considerando a mesma posição espacial em cada sub-produto, caracterizando assim cada classe a ser identificada pelo método de classificação proposto. As classes que foram consideradas para submissão ao classificador foram: solo, culturas anuais, vegetação primária, vegetação secundária. Com a rede treinada, generaliza-se a classificação para as outras áreas de estudo a fim de gerar um mapa com os estágios sucessionais da vegetação. Acredita-se que o modelo digital do terreno possui influencia direta quanto a classificação sucessional. Para imagens orbitais, nota-se que determinadas áreas de vegetação apresentam-se em estágios avançados quando aplica-se uma classificação sobre essa área. Realizando-se a verificação em campo, nota-se que essa aparente densidade não existe. Um dos fatores que leva a essa aparente densificação da vegetação é a inclinação local, onde o sombreamento da área interfere na reflectância do objeto.

Agradecimentos

Agradecimentos à Fundação Araucária que tem possibilitado a realização desse projeto através da concessão das bolsas de iniciação científica além do apoio para divulgação do mesmo neste estimado Colóquio.

USO DE IMAGENS ALOS PARA ESTIMAR PARÂMETROS BIOFÍSICOS EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTOS

DANIEL HENRIQUE FERREIRA FERNANDES (1)
VICENTE PAULO SOARES (2)
FERNANDO SOARES DE OLIVEIRA (2)

(1) Universidade Federal de Viçosa
Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica
Departamento de Engenharia Civil, Viçosa – MG
daniel.fernandes@ufv.br

(2) Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa - MG
{vicente, fernando.soares}@ufv.br

Parâmetros biofísicos são importantes descritores de florestas nativas ou plantadas – a exemplo do diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores, utilizado em equações alométricas para o cálculo do volume de madeira – e sua predição tem sido realizada com sucesso por meio de dados de sensoriamento remoto, sejam eles advindos de sensores radar e/ou ópticos. Diversas pesquisas vêm sendo conduzidas a fim de se estimar parâmetros biofísicos de florestas empregando dados SAR (*Synthetic Aperture Radar*), sobretudo, nas bandas X, C, L e P, que indicam relações lineares, diretas e mais fortes em frequências menores. Nos trabalhos realizados a partir de dados ópticos, comumente utilizam-se dados de cada banda do sensor aliados a razões entre elas, além de índices de vegetação. Apesar desses estudos, o entendimento da dinâmica de interação do sinal de radar e sensores ópticos com a estrutura complexa da vegetação ainda é incipiente, sendo necessárias pesquisas que busquem relacionar as informações registradas por esses sensores com a informação estrutural da vegetação. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver modelos de regressão multivariada que estimem parâmetros biofísicos em áreas de plantios de eucalipto a partir de imagens dos sensores AVNIR-2, PRISM e PALSAR, a bordo do satélite ALOS. As variáveis estimadas foram a idade, as alturas dominante e média, o DAP, a área basal, o número de fustes, o volume e a biomassa provenientes de 50 parcelas com área em torno de 300 m² cada e localizadas nos municípios de Belo Oriente e Ipaba, ambos em Minas Gerais, Brasil. Para a predição das variáveis dendrométricas empregou-se um uma série de parâmetros radar/ópticos. Os atributos PALSAR utilizados foram os baseados somente nas medidas de potência do radar (atributos incoerentes), sendo eles: coeficientes de retroespalhamento nas quatro polarizações; razões de polarização paralela e cruzada; potência total; e índices de biomassa, de estrutura do dossel e de espalhamento volumétrico. As variáveis AVNIR-2 utilizadas foram o valor numérico de cada banda do sensor aliado aos índices de vegetação R (Índice de Vegetação da Razão Simples), NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) e SAVI (Índice de Vegetação Ajustado para o Solo). Os parâmetros PRISM empregados foram os valores numéricos da visada nadir (70 km) + visada simultânea para trás (35 km) e da visada nadir (35x35 km). No ajuste dos modelos, foram utilizados os dados referentes aos parâmetros biofísicos, sendo o conjunto de variáveis explicativas os valores médios de cada atributo recuperado sobre cada observação. A extração dos valores numéricos (VN's) foi realizada com o auxílio de uma máscara desenvolvida no *software* ArcGIS 9.3, construída a partir das coordenadas geodésicas dos conglomerados. De posse dos VN's, estes foram relacionados com os dados inventariados em cada amostra, obtendo, assim, o coeficiente de correlação entre cada atributo e variável biofísica. No entanto, em face do elevado número de variáveis originadas do inventário florestal e do processamento das imagens, fez-se necessário o emprego da técnica Stepwise de estatística multivariada para definição das variáveis mais relevantes em relação aos dados do inventário de campo. A avaliação do potencial dos dados ópticos e de radar, bem como dos produtos que melhor estimam as variáveis biofísicas, foi realizada por meio de análise de regressão, ajustando-se modelos de primeira ordem para a predição dos parâmetros. Para comparar os resultados dos dados de campo com as informações estimadas pela regressão, foram utilizados os coeficientes de correlação e de determinação. De um modo geral, os atributos ópticos apresentaram valores de correlação com os parâmetros biofísicos superiores aos de radar, além de apresentarem menores dispersões, o que pode ter ocorrido devido à maior complexidade da interação do sinal do radar com a vegetação. Os coeficientes de correlação, após a seleção das melhores variáveis e ajuste dos modelos, oscilaram entre 50,93% (Fustes) e 85,73% (Área Basal). Os erros relativos mínimo e máximo obtidos na estimativa dos parâmetros dendrométricos das 50 amostras foram, respectivamente, de 0,05% e 29,13%, ambos ocorrendo para a variável Volume. Algumas amostras comprometeram o ajuste dos modelos apresentando resíduoselevados, e, caso fossem removidas, o ajuste dos modelos de regressão poderiam ser aprimorados. Os

resultados obtidos demonstraram que os atributos radar/ópticos são, de um modo geral, bem correlacionados com os parâmetros biofísicos estimados neste trabalho, corroborando a hipótese de que dados advindos dos sensores PALSAR, AVNIR-2 e PRISM podem ser empregados para quantificar variáveis biofísicas em plantações de eucaliptos.

LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADE DO EMPREGO DAS IMAGENS DISPONIBILIZADAS PELO GOOGLE EARTH

CAMILA STEPHANE GOMES (1)
JOÃO BATISTA TAVARES JÚNIOR (1,2)
HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA PINTO (1)
ÂNGELO MARCOS SANTOS OLIVEIRA (1)

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes
(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
qcamila80@yahoo.com.br
joaotavaresjunior@yahoo.com.br
rickribeiro1210@hotmail.com
angelo.mso@gmail.com

O Google Earth é uma ferramenta geográfica, lançada pela Google em junho de 2005, que disponibiliza informações geográficas de todo o globo terrestre. Nenhum dos recursos disponibilizados pelo Google Earth são inéditos, pois já existiam em outros softwares. O diferencial é que deixa de ser utilizado apenas por especialistas já que possui uma didática simples e é gratuito em uma de suas versões. Além da versão gratuita o Google Earth disponibiliza três versões pagas: Versão Plus, Versão Pro e Versão Enterprise, que são mais rápidas que a versão gratuita e ainda possuem uma série de ferramentas características de cada uma. O Google Earth possui um banco de dados constituídos com imagens obtidas com sensores acoplados em diferentes plataformas orbitais, como por exemplo, o Landsat 7 que leva a bordo o sensor ETM+, com resolução espacial de 15 x 15 metros, o Ikonos com sensores com resolução espacial de 1 x 1 metro no pancromático e 4 x 4 metros no multiespectral, o sistema Quickbird com resolução espacial de 61 x 61 centímetros no pancromático (PAN) e 2,44 x 2,44 metros no multiespectral (MS), o sensor HRG abordo do satélite Spot com resolução espacial de 5 x 5 metros no modo pancromático e 10 x 10 metros no modo multiespectral. As imagens disponibilizadas pelo Google Earth nem sempre são atuais e em algumas regiões pode haver desatualizações de até três anos. Para representar as imagens o Google Earth utiliza a projeção cilíndrica e o datum WGS84. Esta ferramenta também disponibiliza dados altimétricos os quais provem da missão SRTM da NASA, em *grids* com células de 90 metros, os erros altimétricos variam de região para região. Dada suas características, quando respeitadas as suas limitações, o Google Earth pode ser uma ferramenta muito eficaz para fins de planejamento, uma vez que há trabalhos que comprovam que imagens de alta resolução, quando submetidas a um tratamento geométrico rigoroso, podem ser utilizadas para se desenvolver Bases Cartográficas. No entanto, devido sua facilidade de manuseio, muitos usuários do Google Earth utilizam seus recursos para obter informações topográficas com diversas finalidades, por exemplo, para regularização fundiária. Para um especialista da área, suas limitações são claras, já que para esses é evidente que o Google Earth é uma ferramenta de informações geográficas de grande relevância, que pode ser utilizado para diversos fins, exceto, por exemplo, como base para extração de dados topográficos para regularização fundiária. Os produtos do Google Earth são utilizados indiscriminadamente por usuários sem conhecimento em Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica para a extração de dados topográficos para diversos fins. Entretanto, as imagens fornecidas pelo Google Earth, até mesmo as imagens com alta resolução espacial, possuem erros de posicionamento devido ao fato de não possuírem tratamento das distorções geométricas advindas da ondulação do terreno. Tais erros quando desconsiderados podem comprometer a qualidade dos trabalhos realizados com essa fonte de dados. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade do posicionamento e a qualidade geométrica das imagens disponibilizadas pelo Google Earth. Para sua execução é proposta a realização de análise em diversas posições geográficas, abrangendo áreas planas e com ondulação elevada. Para tal, propõe o uso de dados obtidos em cartas topográficas e em campo com o emprego do GNSS e por fim, a aplicação de testes estatísticos para avaliar os resultados. Espera-se demonstrar para seus usuários a potencialidade e limitações do emprego dos recursos do Google Earth, alertar e orientar quanto ao uso do aplicativo em questão utilizando um embasamento técnico científico, evitando o uso de forma inadequada desta ferramenta.

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS MORFOMÉTRICOS PARA ESTIMAÇÃO DO COMPRIMENTO DE RUGOSIDADE BASEADO EM IMAGENS LANDSAT-TM E ETM

LUCIMARY MOREIRA GOMES (1)
MAURO JOSE ALIXANDRINI JUNIOR (2)
VIVIAN DE OLIVEIRA FERNANDES (3)

(1) Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Discente do programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana
lucimary_moreira@yahoo.com.br

(2) Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Departamento de Transportes - Politécnica
Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana
Mauro.Alixandrini@ufba.br

(3) Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Departamento de Transportes - Politécnica
Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana
Vivian.Fernandes@ufba.br

A concentração de gases tóxicos em diferentes altitudes no meio urbano, principalmente derivados da queima de combustíveis fósseis e decomposição de resíduos orgânicos mostram a importância do planejamento urbano que deve contemplar o estudo da dinâmica dos ventos e monitorar suas modificações. Há risco de concentração de gases tóxicos mesmo na queima de biocombustíveis, que apesar da redução da emissão de diversos gases, ocorre o aumento das emissões de NOx associado ao biodiesel de soja em relação as do diesel de petróleo. O NOx é um dos principais precursores do ozônio troposférico, atualmente o mais grave problema de qualidade do ar em São Paulo. Além da dissipação dos gases, os ventos podem ser utilizados para regular a temperatura das cidades. Nas cidades brasileiras, mais sujeitas ao aquecimento excessivo, se bem aproveitado pode reduzir os gastos com de refrigeração predial. Este trabalho faz parte de uma pesquisa de mestrado em andamento, onde pretende-se identificar os padrões de vento para áreas representativas da fachada sudeste do município de Salvador-BA, influenciados pela urbanização e verticalização. Outro objetivo relaciona-se a estudar as inter-relações existentes entre os escoamentos de ventos e os padrões de ocupação do solo urbano. Esta relação é uma tarefa considerada de difícil mensuração, devido à heterogeneidade da ocupação urbana. Assim, este estudo busca estimar e comparar para áreas representativas da cidade de Salvador-BA, o comprimento de rugosidade - parâmetro importante na conformação dos fluxos de ar, que diz respeito as estruturas constrantes sobre a superfície terrestre bem como trata da sua densidade e disposição - comparando três métodos morfométricos: Regra Prática (Rt), Lettau (Le) e Macdonald et al (Ma). Primeiramente, será realizada uma classificação por meio do reconhecimento de classes de cobertura do solo, através do uso de imagens orbitais Landsat TM e ETM e posteriormente a determinação do comprimento de rugosidade (Z_0). Na fase da classificação das imagens de satélite são definidas as classes representativas de áreas urbanas, baseadas na descrição das formas da superfície urbana, adaptadas para a cidade de Salvador e relativas a elementos naturais, correspondentes aos parâmetros de rugosidade superfícial. Para a validação da classificação serão utilizadas areas obtidas de um imageamento quickbird da área de estudo. Para verificação dos resultados da estimativa de comprimento de rugosidade serão utilidados dados de três estações meteorologicas que monitoram a região. Os resultados deste estudo contribuirão com dados quantitativos e aplicabilidade dos métodos morfométricos na estimativa rugosidade da superfície utilizando imagens orbitais - parâmetro fundamental para estudos de avaliações das variações climáticas e simulação das condições de circulação de ar para a definição de orientações do planejamento urbano.

AVALIAÇÃO DE DUAS METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO DO POSICIONAMENTO RELATIVO ENTRE UMA CÂMERA DIGITAL DE BAIXO CUSTO E UM SENSOR LASER SCANNER AEROTRANSPORTADO VISANDO A APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DIRETO DA SUPERFÍCIE

FABIANO SCHEER HAINOSZ (1)
EDSON MITISHITA (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
fabiano.h@lactec.org.br

(2) Universidade do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
mitishita@upr.br

Com a utilização dos sistemas de posicionamento e orientação, GNSS e IMU, na aerofotogrametria, viabilizou-se a aplicação da metodologia de Mapeamento Direto da superfície. Porém, para a aplicação da mesma, é exigido, além dos Parâmetros de Orientação Interior da câmara (POI), o conhecimento das posições relativas entre o sistema de mensuração inercial, a antena GNSS e o Centro de Projeção (CP) da câmara. Ainda, tendo em vista a integração da câmara com um Sistema Laser Scanner Aerotransportado (SLSA), é necessário também o conhecimento dos elementos supracitados relativos ao centro do espelho de varredura do sensor laser. Supõe-se que a determinação da posição relativa do CP da câmara seja melhor determinada utilizando algum método de levantamento topográfico de precisão, se comparada a determinação da mesma utilizando o método de aerotriangulação por feixes de raios com pontos de apoio em campo. Com a aplicação do método de mapeamento indireto alguns desvios causados, como por exemplo, pelo efeito da refração fotogramétrica, podem ser compensados durante o ajustamento na determinação da posição do CP da câmara para o instante da tomada de cada aerofoto. É proposta a comparação entre as duas metodologias com o intuito de determinar o melhor posicionamento relativo (ΔXo, ΔYo, ΔZo) do CP de uma câmara digital de baixo custo ao centro do espelho de varredura do sensor laser para fins da aplicação do método de Mapeamento Direto. Pelo método topográfico foram realizadas medições com uma estação total obtendo coordenadas da posição da câmara, do sensor laser e da antena GNSS, todos devidamente instalados na plataforma aérea, num referencial local. Também foram observados pontos adicionais na câmara e no sensor com intuito da definição da orientação de ambos e a da direção de vôo. Internamente no sensor laser são conhecidas as posições relativas entre o espelho de varredura, o sistema de mensuração inercial e um ponto de referencia localizado na parte externa do sensor, tais posições são fornecidas pelo fabricante do equipamento. Após a determinação das coordenadas foi aplicada uma transformação de corpo rígido no espaço, tendo em vista transladar a origem do sistema de coordenadas para o centro do espelho de varredura e rotacionar os eixos cartesianos nivelando o sensor e alinhando conforme a direção de voo. Ainda, para a determinação do CP da câmara, foi traçado um vetor ortogonal ao plano definido pelos pontos obtidos na parte superior da mesma, passando pelo centro geométrico na borda da lente até percorrer uma distância equivalente a metade do comprimento da lente da câmara. O CP da câmara não é conhecido quanto a sua localização, porém, estima-se que a posição do mesmo seja aproximadamente no centro geométrico da lente. Para fins de verificação foram realizadas observações com um paquímetro em algumas arestas do sensor laser e comparadas aos resultados finais obtidos, as maiores diferenças não ultrapassaram alguns milímetros. Pelo outro método foi realizada a aerotriangulação por feixes de raios de um bloco fotogramétrico utilizando os mesmos equipamentos e plataforma aérea do método topográfico. Foram determinados os Parâmetros de Orientação Exterior (POE) de cada aerofoto e os mesmos foram comparados aos POE obtidos para o centro do espelho de varredura do sensor laser. Realizando a subtração de cada POE obtido para cada aerofoto aos POE obtidos do centro do espelho de varredura para cada instante equivalente, obtém-se a posição relativa do CP ao centro do espelho com uma determinada variância. Ainda, como critério de comparação, foram produzidas ortoimagens pelo método de Mapeamento Direto aplicando o posicionamento relativo do CP com os resultados obtidos pelas duas metodologias em uma determinada área com pontos de verificação levantados em campo. Observou-se que os desvios

obtidos pelo método de aerotriangulação foram superiores aos estimados pelo método topográfico e que tal determinação tem influência na geração de ortoimagens. As ortoimagens obtidas com aplicação do posicionamento relativo determinado pelo método topográfico apresentaram melhores resultados, comprovando a hipótese inicial. A orientação relativa ($\Delta\omega$, $\Delta\varphi$, $\Delta\kappa$) não foi objeto de pesquisa no presente trabalho e tais parâmetros foram determinados pelo método de aerotriangulação por feixes de raios.

CORRELAÇÃO DE IMAGENS – IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁRVORES COM BASE NOS DADOS DE UM SENSOR LSA

FABIANO SCHEER HAINOSZ (1)
MEIRE RAQUEL SCHMIDT CORDEIRO (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
fabiano.scheer@gmail.com

(2) Universidade do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
meire.schmidt@ufpr.br

O mapeamento digital a laser viabilizou diversos novos estudos nas mais variadas áreas de conhecimento. No âmbito florestal, algumas pesquisas visam à identificação automática de árvores com base em dados provenientes dessa tecnologia. A identificação automática das árvores é o ponto de partida para diversas outras aplicações, como por exemplo, a definição das copas, cálculo de altura, volume, biomassa, etc. Devido às técnicas tradicionais de inventário florestal demandarem tempo e em alguns casos serem inviáveis devido à dificuldade de acesso em campo, este trabalho pretendeu definir um processo automatizado, utilizando a metodologia de correlação de imagens, para realizar automaticamente a identificação de árvores em áreas de reflorestamento. Tendo em vista que a maior parte dos processos fotogramétricos digitais envolve a correspondência de imagens e que um dos métodos para sua determinação é a correlação de áreas, onde se delimita uma região alvo ou janela de referência em uma das imagens e comparam-se os tons de cinza dos pixels desta com os tons de cinza dos pixels da janela de busca ou de procura, delimitada numa outra imagem, verificando se há semelhanças, a idéia é medir a similaridade (dos níveis de cinza da imagem representados pelos valores dos pixels nas respectivas matrizes) entre a matriz de amostra e a matriz de busca através do cálculo do coeficiente de correlação. O princípio de correlação de imagens pode, dessa forma, ser aplicado no processamento digital de imagens para procurar padrões em uma imagem ou pontos homólogos em pares estereoscópicos, comparando uma matriz de amostra com as diferentes regiões da imagem. Os locais onde a matriz e a região da imagem forem similares serão caracterizados por um alto valor de correlação. O algoritmo então deve ser cíclico, uma vez que a janela de referência é combinada com todas as sub-matrizes da janela de pesquisa. Para cada combinação a função de correlação assume um valor e, dentre estes, a posição de melhor correlação é determinada, de acordo com o critério estabelecido para a função de correlação aplicada. Em linhas gerais, o problema da correspondência de imagens abrangeu as seguintes etapas: 1) Selecionar uma primitiva (níveis de cinza, feições ou descrições simbólicas) para correspondência em uma imagem; 2) Encontrar a primitiva conjugada na outra imagem; 3) Calcular a posição tridimensional da primitiva correspondida no espaço objeto; e 4) Avaliar a qualidade da correspondência. A última etapa, ou seja, a verificação da qualidade do processo foi de grande importância, pois vários fatores influenciam o processo de correlação levando a falsos resultados. Como exemplos têm-se as distorções geométricas e a ambigüidade, ou seja, o fato de ser possível a ocorrência de múltiplas correspondências. O processo de correlação de imagens se fez pela comparação de uma janela de referência com uma determinada janela de busca. Foi definida para a imagem de alturas utilizada no processamento, uma janela de referência e de busca de 11 X 11 pixels tendo em vista as dimensões de uma árvore na imagem. O pixel central da janela de busca indica o centro da árvore, e as coordenadas linha e coluna dessa posição foram indicadas pelo usuário do programa. O passo inicial, previamente à utilização do aplicativo, foi localizar na imagem uma árvore, preferencialmente que representasse bem as demais na imagem, e obter as coordenadas do pixel central da mesma. Tendo em vista que, devido à resolução da imagem, cada árvore possui diversos pixels semelhantes no centro da mesma, a tendência é que o aplicativo encontre, para cada árvore, grupos de pixels vizinhos com valor de correlação maior ao definido pelo usuário. Dessa forma o algoritmo em MatLab foi implementado de maneira que encontrasse o pixel com maior correlação em cada um desses agrupamentos de pixels. Para a área de estudo foram realizadas análises visuais das árvores localizadas pelo algoritmo. Foram utilizadas a imagem de referência (imagem de alturas) e as árvores encontradas pelo algoritmo para três configurações diferentes de valor de correlação (0.50, 0.35 e 0.2). O número de árvores obtido para cada uma dessas diferentes configurações teve como resultado 250, 301 e 324 respectivamente. Houve sobreposição dos três resultados

diferentes. Percebeu-se que entrando com um valor de correlação aceitável menor, obtivemos um número maior de árvores, porém algumas posições são classificadas erradas. Observamos que para fins de amostragem geral e identificação de árvores a metodologia é válida. Porém, para uma análise mais concisa, seriam necessários dados do inventário florestal para o confrontamento com os resultados obtidos. A área de estudo predefinida é relativamente bem apresentável, ou seja, possui árvores regularmente espaçadas, com a forma das copas bem semelhantes entre si e valores de altura bem parecidos. Analisando visualmente alguns outros trechos, não definidos para estudo, notamos que possivelmente a metodologia de correlação não obtenha resultados tão satisfatórios. Algumas árvores possuem maior inclinação que outras, de maneira que alteram sua forma quando vistas de cima e diminuem o valor de altura. Uma possível solução para o reconhecimento de árvores diferentes seria a implementação no algoritmo da aceitação de diferentes janelas de amostragem. Porém poderia acarretar num tempo maior de processamento e numa análise prévia muito mais cautelosa da área de interesse.

ECOBATIMETRIA APLICADA EM ESTIMAÇÃO DE MACRÓFITAS IMERSAS

NILTON NOBUHIRO IMAI
LUIZ HENRIQUE DA SILVA ROTTA

Universidade Estadual Paulista
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Presidente Prudente - SP
nnimai@fct.unesp.br; luizhrotta@yahoo.com.br

Macrófitas aquáticas são importantes produtoras primárias do ecossistema aquático, mas o desequilíbrio do ambiente aquático pode provocar a aceleração do crescimento dessa vegetação. Assim, levantamento de dados relacionados à macrófitas submersas é importante para que se consiga uma distribuição espacial dessa variável e contribuir na gestão de reservatórios. O levantamento da distribuição espacial e do volume dessas macrófitas submersas é uma tarefa de maior grau de dificuldade se comparado ao levantamento de macrófitas emersas por não ser possível obter dados com base em sensoriamento remoto baseado em sinais eletromagnéticos. Uma das alternativas mais adotadas em reservatórios no Brasil baseia-se em amostragens de campo. Essa amostragem é, na maioria dos casos, feita com algum instrumento mecânico destinado a remover plantas em diversas posições amostrais, as quais são pesadas, ou com mergulhadores para medir as características da vegetação submersa, o que demanda tempo e recursos financeiros. Uma outra técnica que permite aumentar a taxa de aquisição de elementos amostrais baseia-se na ecobatimetria. Nesse sentido o objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados de um levantamento ecobatimétrico feito para inferir a distribuição espacial da quantidade de macrófitas submersas e comparar a qualidade de interpoladores comumente disponíveis em aplicações SIG para inferir valores de altura dessas macrófitas em regiões não amostradas. Para isso, foi utilizado o ecobatímetro BioSonics DT-X equipado com dois transdutores os quais transmitem sinais sonoros em duas freqüências e com um sistema inercial. A fim de obter dados georreferenciados adequados para representar tanto a profundidade do corpo d'água como do dossel de macrófitas imersas, os dados do sistema inercial são processados juntamente com dados coletados por um receptor GPS. A obtenção de dados sobre as macrófitas imersas baseia-se nos diferentes comportamentos espectrais das bandas de frequência. O sinal na banda de menor frequência não interage com elementos de menor dimensão no interior do corpo d'água, mas somente com o substrato sólido do seu fundo. Por outro lado, o sinal na banda de maior frequência possui comportamento espectral distinto por interagir com plantas imersas nesse corpo d'água. Desta forma, é possível obter dados tanto do relevo submerso como da profundidade do dossel de macrófitas imersas. Essa alternativa de solução permite obter uma densidade elevada de elementos amostrais ao longo do percurso do instrumento e, assim, permite aumentar a acurácia das estimativas dessas macrófitas imersas. A área de estudo é um trecho do rio Uberaba com aproximadamente 300 mil m². O rio em estudo faz parte do reservatório de Porto Colômbia no Rio Grande. A amostragem foi feita por meio de transectos de uma margem à outra com o ecobatímetro Garmin eTrex Vista e um receptor GPS Garmin utilizando a abordagem de posicionamento por ponto, sendo que os dados foram transmitidos ao sistema de navegação do ecobatímetro no formato NMEA. Os dados foram adquiridos e armazenados por meio do aplicativo *Visual Acquisition* e processados no *EcoSAV* de modo que o arquivo de saída foi produzido na forma de uma tabela contendo as coordenadas dos elementos amostrais, com seus respectivos valores de profundidade, altura da vegetação submersa e posição geográfica de cada elemento amostral. Foram geradas grades regulares a partir dos interpoladores: Vizinho Mais Próximo; Média Simples; Média Ponderada e com a aplicação do interpolador linear na grade TIN. Com finalidade de comparar os resultados foram separados da interpolação dois transectos levantados os quais foram comparados com valores obtidos por cada um dos interpoladores aplicados. Além disso, foram calculados valores médios dos quadrados das diferenças entre os valores amostrados separados para essa avaliação e os valores interpolados obtidos de cada abordagem. O interpolador vizinho mais próximo apresentou o menor valor de desvio médio no transecto A. Porém, uma análise visual dos gráficos mostrou que esse interpolador, por não gerar valores intermediários entre os valores observados, apresentou variações muito discretas representadas graficamente como degraus, constituindo representação inadequada às variações que são, na realidade, suaves. O interpolador média simples foi o que apresentou piores resultados na avaliação dos desvios e nos transectos observam-se valores muito díspares aos da amostra observada em campo. O interpolador baseado na média ponderada apresentou um comportamento parecido com o da média simples, porém, os desvios apresentaram um valor total mais baixo, o que demonstra ser melhor que a média simples. Com

relação ao interpolador linear aplicado na rede de triângulos irregulares, observou-se o menor valor de desvio. Os gráficos, entretanto, mostram uma elevada discordância do comportamento desse interpolador comparado à amostra. Essa discordância com a realidade é observada principalmente em regiões com ausência de vegetação submersa. Esses resultados demonstraram que o processamento dos dados amostrados com ecobatímetro necessitam de um pré-processamento no qual os dados sejam segmentados em regiões cujo regime estatístico seja estacionário, essa exigência é similar as exigências da Geoestatística e em restauração de imagens na qual a invariância espacial constitui um fator a ser considerado no processo. Portanto, em trabalhos futuros recomenda-se desenvolver critérios de classificação que permitam distinguir e segmentar em regiões mais adequadas à aplicação de interpoladores.

Palavras chave: levantamento de macrófitas imersas, ecobatimetria, interpoladores, estacionariedade do regime estatístico no espaço.

SISTEMA SENSOR IMAGEADOR DIGITAL - CARACTERISTICA E PRINCÍPIO DO FUNCIONAMENTO

JOÃO BATISTA TAVARES JÚNIOR (1,3)
DANIEL RODRIGUES DOS SANTOS (1)
EVALDO RIBEIRO (1,2)

(1) Universidade Federal do Paraná
(1) Setor de Ciências da Terra
(1) Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
(2) Departamento de Física, Curitiba – PR

(3) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Inconfidentes – IFSULDEMINAS
joaotavaresjunior@yahoo.com.br; danielsantos@ufpr.br; evaldo@fisica.ufpr.br

O sistema sensor imageador é o principal instrumento empregado na coleta de dados da superfície capaz de fornecer informação métrica e espectral dos objetos nela contidos sem que haja contato direto do sensor com o objeto. Em sua essência, mesmo os sensores modernos tecnologicamente, seguem o princípio de funcionamento da câmara escura, sendo compostos basicamente por um sistema de lentes, um material fotosensível e um sistema de gravação final da imagem. Existem dois grupos de sistema sensor imageador – os analógicos e os digitais. A principal diferença entre o sistema sensor analógico e digital refere-se ao material fotosensível usado como transdutor para a obtenção da imagem. No processo analógico, o transdutor da energia eletromagnética em imagem é o filme fotográfico, isto é, uma película sobre a qual é depositada uma emulsão fotoquímica para formar a imagem. Já no sistema digital, a maioria dos sistemas emprega o CCD (*Charge Coupled Device* – Dispositivo de carga acoplada) o qual é um mecanismo constituído com material semicondutor fotoelétrico estruturado na forma de uma matriz de capacitores, ou seja, fotocélulas (pixel) a qual transforma o fluxo de radiação eletromagnética sobre ela incidido em energia elétrica; a carga gerada é acumulada na mesma. Ao final da exposição, o circuito transforma a carga acumulada em cada elemento em uma voltagem, a qual é transferida a um conversor analógico digital (A/D) que transforma a carga elétrica gerada em cada célula em um valor digital, sendo este transferido a uma unidade de processamento para montar a imagem, posteriormente armazenada em uma unidade de memória. Os CCD são constituídos por silício, material semicondutor, o qual possui curva de sensibilidade espectral compreendida entre 400 – 1100 nm, o que significa que somente os comprimentos de onda entre 400 a 1100 nm (faixa do visível e infravermelho próximo) sensibiliza o sensor. A amplitude espectral em que o sensor é sensível é definida pela diferença entre os níveis de energia – banda de valência e condução, do material empregado na sua confecção e pelo tipo de dopagem, processo o qual consiste em introduzir impurezas no material, alterando, conseqüentemente, a função trabalho do material. Assim como no filme fotográfico, devido às características espectrais do sensor CCD, também há necessidade de utilizar filtros para obter imagens coloridas. No entanto, devido às características físicas do sensor CCD, não é possível empregar filtros com camada contínua sobre o mesmo, como é efetuado em filmes fotográficos. Para contornar o problema, utiliza-se sobre o CCD, uma grade de filtro de radiação visível denominada filtro de Bayer. O filtro de Bayer em sua composição original é composto por um arranjo de filtro RGB (*Red* – vermelho; *Green* – verde; *Blue* – azul), o qual gera a cor baseado no processo aditivo das cores fundamentais. Atualmente há diversas derivações do filtro de Bayer, sendo empregadas para a obtenção da cor tanto pelo processo aditivo quanto pelo processo subtrativo das cores fundamentais. Dado o exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar as características física e estrutural do sensor CCD, assim como retratar sobre o processo de formação das cores das imagens digitais obtidas com sistema sensor digital. A elaboração deste se justifica diante à necessidade de esclarecer aos usuários de imagens o principio físico e químico do funcionamento do sensor CCD e dos procedimentos empregados para obter imagens coloridas, assim como, dos procedimentos para determinar a função de resposta dos filtros empregados.

IMPACTO DA REAMOSTRAGEM NA RESPOSTA ESPECTRAL DOS OBJETOS

JOÃO BATISTA TAVARES JÚNIOR (1,2)
HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA PINTO (1)
CAMILA STEPHANE GOMES (1)

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes

(2)Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
joaotavaresjunior@yahoo.com.br
rickribeiro1210@hotmail.com
qcamila80@yahoo.com.br

As imagens digitais de sensoriamento remoto apresentam incoerências geométricas em relação ao mundo real devido ao fato desta ser uma representação bidimensional da superfície. Assim, quando se deseja obter medidas métricas na imagem é necessário efetuar correções geométricas para corrigir as distorções existentes. Ao efetuar a correção geométrica a imagem sofre rotação, mudança de posição e de escala, fazendo com que as coordenadas calculadas para a imagem de saída não corresponda a números inteiros da imagem original, sendo assim, necessário empregar métodos de interpolação para calcular o novo valor digital a ser armazenado no pixel em sua nova posição. Dentre os interpoladores existentes, os mais conhecidos são: método do vizinho mais próximo, interpolação bilinear e a convolução cúbica. Dos métodos apresentados, o método do vizinho mais próximo é o que garante maior proximidade entre o valor escolhido para ser armazenado na nova posição do valor armazenado na sua posição original. Embora ocorra essa proximidade, não significa que o valor interpolado seja igual ao valor original, logo, para análise espectral o ato de efetuar a reamostragem pode causar erros que descaracteriza as propriedades espectrais do objeto, principalmente nas regiões de transição de um objeto para outro. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o grau de interferência na resposta espectral dos objetos causados pelo ato da escolha do valor a ser armazenado na imagem após correção geométrica. Para realizar o presente, propõe a implementação dos três métodos de reamostragem para efetuar as correções geométricas das imagens empregadas no estudo. Para verificar o impacto que a reamostragem causa na resposta espectral dos objetos armazenada na imagem, propõe o uso de imagens adquiridas com o sensor TM do satélite LandSat 5 devido ao fato da disponibilidade dos fatores de transformação do valor digital em valor de reflectância. Assim, espera-se verificar se os métodos de interpolação causam variações significativas que descaracterize a resposta espectral dos objetos o que pode vir a prejudicar os resultados dos trabalhos que envolva análise espectral dos objetos da superfície.

ESTIMATIVA DE QUEBRAS DE PRODUTIVIDADE EM TALHÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR ATRAVÉS DA ANÁLISE DA DISPERSÃO DO NDVI EM IMAGENS DE SATÉLITE.

LUIZ MALHEIROS (1)
ADMILSON DA PENHA PACHECO (1)
LÊNIO SOARES GALVÃO (2)
JORGE ANTÔNIO SILVA CENTENO (3)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
Departamento de Engenharia Cartográfica – Recife – PE
malheirosgeo@gmail.com

(2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Divisão de Sensoriamento Remoto – São José dos Campos - SP
lenio@itid.inpe.br

(3) Universidade do Paraná
Departamento de Fotogrametria, Curitiba - PR
centeno@ufpr.br

O Sensoriamento Remoto Orbital tem sido aplicado como ferramenta de apoio à gestão agrícola de várias culturas, inclusive a cana-de-açúcar, com sucesso. No entanto a abrangência da análise tem se limitado a grandes áreas, fornecendo aos interessados informações sobre a produtividade média e auxiliando na estimativa do volume das safras. Estas informações são relevantes para uma gestão estratégica e para políticas governamentais, mas a demanda por informações operacionais e táticas, para o setor sucroalcooleiro, não são atendidas por este tipo de informação, demasiadamente macroscópica. A informação sobre a variação na quantidade de cana colhida ao longo da safra é importante dentro de um sistema de estimativa de safra, pois está diretamente ligada à disponibilidade de matéria prima para a produção de açúcar e de álcool. As unidades agroindustriais planejam a sua operação de colheita e industrialização dos seus produtos com base em estimativas da produção, sendo esta informação estratégica para o sucesso do ciclo de produção. Diferenças significativas entre a produtividade estimada e a atingida, tanto para mais como para menos, podem ocasionar transtornos operacionais em praticamente todas as etapas da operação, seja no corte e colheita, transporte ou no processamento industrial dos produtos. Assim sendo, informações que auxiliem o conhecimento destas diferenças, chamadas de "quebras de produtividade" são muito importantes para que as usinas planejem a logística envolvida na operação de corte/carregamento e transporte, bem como toda a operação industrial necessária. .Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial da análise da dispersão dos valores do índice de vegetação NDVI (Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada) na estimativa da quebra de produtividade dentro de talhões de cana-de-açúcar. Para tanto foram usadas imagens do satélite CBERS-2B, da safra 2008/2009, obtidas no início da colheita, cujos valores de NDVI foram calculados para cada talhão de uma amostra, composta por 102 talhões, distribuídos em uma área de 36 mil hectares, situada no leste do Estado de São Paulo. A pesquisa empregou como conceitos e ferramentas básicas: Estatística, Índice de Vegetação, Geodésia e GIS, todos consolidados e integrados através de um sistema informatizado desenvolvido especialmente para o estudo. A dispersão dos valores do NDVI em cada talhão foi avaliada empregando-se o Coeficiente de Variação (CV) da média, da moda e da mediana, cuja correlação com a quebra de produtividade informada pela usina foi analisada através do Coeficiente de Correlação. Dentre os CVs estudados, o CV da média apresentou o melhor resultado, com um Coeficiente de Correlação de 0,7855, avaliando assim positivamente o potencial do método estudado como instrumento de melhoria das informações utilizadas no planejamento agroindustrial das usinas. Desta forma as unidades agroindustriais poderão aplicar o CV da média do NDVI por talhão para estimar, de forma mais precisa, a quebra na produtividade estimada, minimizando os riscos de transtornos operacionais causados pela escassez de cana-de-açúcar na esteira da moenda. O método testado pode também ser empregado para a identificação de anormalidades dentro dos talhões, principalmente em regiões de difícil acesso e em talhões onde a inspeção visual não consegue obter informações do interior do talhão por conta do desenvolvimento das plantas. No futuro o método testado pode ser sistematizado através de um software, facilitando o seu emprego de forma prática e rotineira entre as usinas de cana-de-açúcar.

EXTRAÇÃO DE CONTORNOS E CUMEEIRAS DE EDIFÍCIOS EM IMAGENS AÉREAS DE ALTA-RESOLUÇÃO

VANESSA JORDÃO MARCATO (1)
ALUIR PORFÍRIO DAL POZ (2)

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciência e Tecnologia
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
(1) Mestranda em Ciências Cartográficas
vanessamarcato@yahoo.com.br
aluir@fct.unesp.br

Desde a década de 1960, o uso de imagens digitais para extração de feições tem sido alvo de pesquisa nas mais variadas comunidades científicas. As pesquisas na área de extração de edificações iniciaram-se na primeira parte da década de 1980, com base em dados de imagem de alta resolução, com o objetivo de reconstruir detalhadamente edifícios. Durante as décadas de 1980 e 1990 foram utilizadas quase que exclusivamente imagens aéreas. No final da década de 1990, com o surgimento dos satélites de imageamento de alta-resolução e dos sistemas de varredura a laser essa situação mudou. As pesquisas com extração de feições cartográficas e reconstrução de superfícies a partir de dados de varredura a laser, se intensificaram nos últimos anos, procurando a solução de problemas específicos envolvendo, por exemplo, a segmentação e a filtragem de objetos (edifícios, vegetação etc.) para a geração de DTM (*Digital Terrain Model*) e DEM (*Digital Elevation Model*). Outra forma de pesquisa empregada é a combinação de dados laser com dados de outros sensores (imagens aéreas e de satélite) que possibilita a extração automática ou semi-automática, de forma acurada e confiável, de objetos tais como edifícios (contornos e cumeeiras) e vias. Tendo como base tais pressupostos e as dificuldades encontradas na extração automática de contornos e cumeeiras de telhados a partir de dados laser ou de imagens aéreas de alta-resolução, foi desenvolvida uma metodologia que visa resolver esse problema através de uma combinação de dados laser com imagens aéreas. Essa metodologia consiste em utilizar a projeção das estruturas 3D de edifícios na imagem aérea para facilitar a identificação de feições retas que correspondam a contornos e cumeeiras de telhados de edifícios nessa imagem. Para tanto, inicialmente, os contornos e cumeeiras de telhados são extraídos dos dados laser, dando origem a estruturas 3D (poliedros). Em seguida, os vértices 3D dos contornos de telhados são transformados no sistema de coordenadas de imagem (LC) através de técnicas fotogramétricas. O próximo passo consiste em gerar janelas retangulares contendo as feições retas projetadas, de tal forma que: 1) cada feição reta projetada é coincidente com o eixo de simetria da janela que a contém; 2) as dimensões das janelas são calculadas em função dos comprimentos e erros de registro das respectivas feições retas projetadas; e 3) o erro de registro pode ser estimado através da lei de propagação de erros aplicada às equações de transformação dos vértices 3D para o espaço-imagem ou através da observação visual do erro de registro na imagem. O problema de análise de imagem em questão é relativamente complexo, demandando cuidados com a escolha de operadores de bordas ou linhas para eficientemente extrair os contornos e cumeeiras de telhado. Esses cuidados decorrem do fato de que, geralmente, os contornos de telhados se manifestam geralmente como os perfis mais comuns encontrados em imagens, isto é, as descontinuidades do tipo degrau. Já as cumeeiras manifestam-se geralmente como linhas, assemelhando-se a duas bordas degraus bem próximas. Portanto, a aplicação de um detector de bordas como o de Canny, desenvolvido especificamente para detectar bordas degrau, apresentaria bom desempenho para os contornos de telhados, mas detectaria duas bordas paralelas e bem próximas para cada cumeeira. Já a aplicação de um detector de linhas, como o de Steger, que se baseia na detecção de pontos onde a segunda derivada é máximo local, permitiria extrair a cumeeira com alta precisão, mas geralmente não encontra as bordas correspondentes aos contornos de telhados. Diante dessa situação basta identificar onde se deve reter o resultado do detector de bordas de Canny e onde se deve reter o resultado do detector de linhas de Steger. Adicionalmente, são aplicadas técnicas para a eliminação de retas pertencentes ao terreno e para a redução da fragmentação dos segmentos de lados de contornos e cumeeiras. Para a eliminação de retas pertencentes ao terreno é necessário detectar quais as retas que pertencem ao terreno, associando a essas retas dois parâmetros: a altura média e o erro de registro médio. Para tanto, torna-se necessário determinar para cada pixel da imagem um valor de altura e erro de registro. Esses valores são obtidos através de uma nuvem de pontos laser pertencente à área de estudo, as precisões dos pontos laser e a respectiva MVC dos parâmetros de orientação da imagem, adquirida no processo de resseção espacial e a partir das variâncias dos pontos laser. Para a redução da fragmentação de retas basta detectar e conectar as retas próximas e colineares, possibilitando a redução da fragmentação das retas remanescentes. As retas pertencentes ao

terreno devem ser eliminadas primeiro, uma vez que este procedimento possibilita reduzir o espaço de fusão e as possíveis falhas. Para a redução de fragmentação, o método a ser utilizado é a fusão de retas colineares baseada em regras perceptuais, como as de colinearidade e proximidade. Para tanto, é necessário que os valores de distâncias e ângulos entre as retas em questão sejam próximos de 0 (zero). Uma vez que as retas atendam as condições impostas, essas são fundidas. Dessa forma, os lados de contornos e cumeeiras que possuam lacunas nas quais o processo de extração falhou, são reconstruídos. Novos segmentos de lados de contorno e cumeeiras são gerados, preenchendo as lacunas remanescentes. A metodologia apresentada foi aplicada em diferentes edifícios e os resultados obtidos na avaliação experimental mostraram que a metodologia funciona adequadamente na tarefa de eliminar duplicidades na resposta do detector de Canny, via retenção, nesses casos, das respostas do detector de Steger. Essa metodologia possibilitou, também, a eliminação de retas pertencentes ao terreno, antes presentes nos resultados, e, também, a fusão de retas colineares usando regras perceptivas básicas (colinearidade e proximidade). A presente metodologia apresentou uma melhor eficiência com os lados de contorno, devido à presença, nesses casos, de interferências externas ao edifício.

COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÕES SUPERVISIONADAS DE IMAGENS ORBITAIS MEDIANTE ALGORITMOS PARAMÉTRICOS E NÃO-PARAMÉTRICOS.

RODRIGO MARENDA (1)
SELMA REGINA ARANHA RIBEIRO (2)

(1) Universidade Estadual de Ponta Grossa- Paraná
Setor de Ciências Exatas e da Terra
Departamento de Geociências, Ponta Grossa - PR
romaregeo89@gmail.com

(2) Universidade Estadual de Ponta Grossa- Paraná
Setor de Ciências Exatas e da Terra
Departamento de Geociências, Ponta Grossa - PR
selmar.aranha@gmail.com

A classificação do uso da terra é imprescindível para a gestão e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, possibilitando monitorar o desmatamento, o crescimento agropecuário, industrial e urbano sobre áreas de vegetação natural. As imagens orbitais são amplamente utilizadas desde o início da década de 70, entre suas aplicações está à classificação do uso da terra. Sua utilização como salienta Liu (2007), diminui os custos, permitindo um monitoramento contínuo da evolução da dinâmica espacial e temporal da superfície terrestre; além de minimizar as morosas idas a campo. A área escolhida para o presente estudo localiza–se na região de Piraí da Serra no Paraná, ela possui características peculiares que motivaram sua escolha: como seu relevo de topos aplainados e rios encaixados em *canyons* paralelos, presença de um conjunto de vegetações de Mata Ombrófila Mista, Campos do tipo Estepe gramíneo-lenhosa e fragmentos de Cerrado de relevancia ambiental; além do forte risco de degradação, representado pela agricultura e pecuária (MELO et al, 2004). Sua grande extensão (150 Km^2) e seu relevo acidentado dificultam as idas a campo e por isso as imagens orbitais e técnicas de classificação digital são adequadas para tal estudo. A classificação de imagens orbitais não é um processo simples, pois as imagens podem apresentar características que dificultam este processo; dentre elas podemos citar: a mistura de alvos distintos em um mesmo *pixel*, devido à resolução espacial da imagem; a semelhança da resposta espectral de classes distintas; e a possibilidade de *pixels* pertencentes a uma mesma classe apresentar-se de maneira distinta na mesma imagem. Por não existir uma solução geral para a classificação de imagens orbitais, vários algoritmos computacionais foram desenvolvidos, estes podem ser utilizados de acordo com as especificidades de cada imagem e da área de estudo. Entretanto, todos os algoritmos possuem limitações e consequentemente a classificação carece de verificação. Desta forma ao final do processo de classificação é necessitando a avaliação dos resultados, comparando-os a uma base cartográfica ou a pontos coletados em campo (CENTENO, 2004 e LIU, 2007). Visto a dificuldade de se estabelecer um algoritmo adequado para todas as imagens orbitais, e a importância de se conhecer e monitorar o uso da terra para gerir os recursos naturais de uma região qualquer esforço para melhorar os resultados deste processo é plenamente justificável. E nesta temática existem vários estudos que utilizam e buscam aperfeiçoar a classificação do uso da terra mediante imagens orbitais, como exemplo: Vieira et al, (2005) que analisaram em seu trabalho a evolução temporal do uso do solo no município de Vitória, Espírito Santo, entre os anos de 1994 e 2002, possibilitando à verificação do aumento da área urbana, em detrimento a área de vegetação neste período. Já Duarte et al, (2009) analisaram o uso e ocupação do solo do município de Pedras Altas, Rio Grande do Sul, entre outros nas últimas décadas, afim de melhor a gestão e o planejamento da utilização dos recursos naturais. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo classificar uma imagem orbital Landsat TM 5, resolução espacial 30 metros, referente à região de Piraí da Serra, no Paraná. Mediante três algoritmos distintos: Máxima Verossimilhança (Paramétrico, Não-Linear), Mínima Distância (Paramétrico, Linear) e Árvore de Decisão (Não Paramétrico e Não Linear) (COSTA NETO, 2002), associada a dados auxiliares. Os dados auxiliares utilizados neste trabalho são: o MDT referente a intervalos de altitude, o *Slope* referente a intervalos de declividade e o NDVI Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; estes dados foram utilizados para melhorar a separabilidade entre determinadas classes de acordo com suas características. Os resultados destes processos foram avaliados mediante Matriz de Confusão e Tabulação Cruzada, buscando identificar qual destes algoritmos é adequado para a classificação da imagem em questão (todos os processamentos foram efetuados nos programas ENVI 4.7 e IDRISI 3.2). Como

resultado todos os algoritmo mostraram-se satisfatórios. Entretanto, o algoritmo Máxima Verossimilhança apresentou o melhor resultado quando avaliado mediante Matriz de Confusão (94,10%), seguido da Árvore de Decisão (80,50%), Árvore de Decisão mais *Slope* (77,70%), Mínima Distancia (77,60%), Árvore de Decisão mais NDVI(77,30%) e Árvore de Decisão mais MDT (76,30% de acerto). Além do bom resultado do algoritmo Máxima Verossimilhança mediante Matriz de Confusão, seu índice de acerto em relação a pontos coletados em campo foi de 75%, tornando este algoritmo mais adequado para classificar de maneira supervisionada imagens orbitais.

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE BANDAS ADICIONAIS NA DISCRIMINAÇÃO ESPECTRAL DE ALVOS

GEORGE DEROCO MARTINS
MARIA DE LOURDES BUENO TRINDADE GALO

Universidade Estadual Paulista
Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente
{deroco87@hotmail.com, mlourdes@fct.unesp.br}

Imagens orbitais de alta resolução espacial, tomadas por sensores instalados em satélites, como IKONOS e QuikBird tem sido amplamente utilizadas no mapeamento de padrões de cobertura e uso da terra em escalas grandes. A característica multiespectral dessas imagens associada ao seu maior detalhamento permite uma melhor identificação dos alvos e, assim, na classificação e representação da informação temática, promovendo um aumento na acurácia do mapeamento. Os recentes avanços na tecnologia do imageamento orbital têm buscado o aprimoramento não apenas da resolução espacial, mas também configuração espectral dos sistemas sensores, incorporando novas bandas em regiões espectrais adequadas para discriminação de alvos específicos. Com o objetivo de avaliar a contribuição de bandas adicionais na discriminação espectral de feições da superfície terrestre, foi realizado um experimento utilizando uma multiespectral obtida pelo satélite, WordView2, tomada em uma faixa de 16,4km, que inclui uma pequena porção da área urbana e suburbana da cidade de Marília-SP. Para essa área, na qual vem sendo desenvolvidos projetos específicos do Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas que precisam ser subsidiados por uma análise prévia do potencial de discriminação espectral dessa imagem, dispõe-se de informações resultantes de uma verificação "in situ" dos tipos de cobertura da terra presentes, o que permitiu caracterizar alvos tanto da paisagem urbana quanto rural, tais como: áreas construídas e pavimentadas, pastagens, represas, culturas agrícolas, áreas degradadas. A imagem multiespectral usada tem resolução espacial de 1,8 metros e oito bandas espectrais Além das tradicionais quatro bandas espectrais dos sensores multiespectrais de alta resolução espacial (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo), esse sensor tem quatro bandas adicionais, incluindo uma no início do espectro do azul (no intervalo entre 400 a 450nm), apropriada para estudos das águas oceânicas; uma banda no amarelo (585-625nm); uma no vermelho limítrofe (705-745nm), na região do espectro eletromagnético na qual tem início a alta refletividade na resposta de vegetação e uma banda posicionada no final do infravermelho próximo (860-1040nm), sensível ao vapor d'água atmosférico. . Inicialmente, a variabilidade de padrões, intrínseca a cada banda espectral foi avaliada, a partir de uma análise de componentes principais e verificou-se que as bandas 3, 4 e 5 tem correlação maior que 0,90; que a banda no red-edge tem correlação com as bandas do infravermelho próximo e que estas últimas (7 e 8) têm correlação maior que 0,95. A porcentagem da variabilidade de todo conjunto espectral retida na primeira componente principal (CP-1) foi de 62% e na segunda CP foi 34%, ambas CPs respondendo por mais de 90% da variância total. Em seguida, foram definidos subconjuntos de bandas espectrais originais e derivadas da transformação em componentes principais, combinando aqueles que incorporavam informação discriminante sobre os tipos de cobertura da terra identificados na verificação de campo. Nesse contexto, os subconjuntos definidos foram: (1) bandas espectrais 4, 5, 6 e 7; (2) bandas 6, 7 e CP-1; (3) bandas 4, 5 e CP – 2. Esses subconjuntos de dados foram submetidos a uma segmentação multiespectral por crescimento de regiões e posterior classificação não supervisionada, a partir das respectivas imagens segmentadas. Como resultado dos experimentos, verificou-se que as classificações resultantes da combinação de dados de entrada constituída pelas quatro bandas espectrais originais discriminaram classes espectrais melhor definidas, considerando sua similaridade com os tipos de cobertura identificados na verificação de campo. Ao realizar a associação das classes espectrais com classes de informação (tipos de cobertura) e aplicar testes de acurácia da classificação, corroborou-se o resultado anterior. Efetivamente, confirmou-se que a inclusão da banda do amarelo e, para classes representativas da vegetação, da banda do vermelho limítrofe, foram efetivas na discriminação dos tipos de cobertura da área de estudos.

O USO DE LASER SCANNER TERRESTE NA GERAÇÃO DO MODELO TRIDIMENSIONAL, PLANTAS E SEÇÕES DE UMA IGREJA ROMANA

ALEX SORIA MEDINA (1)
ALZIR FELIPPE BUFFARA ANTUNES (1)
JOAQUIN MARTINEZ SANCHEZ (2)
PEDRO ARIAS SANCHEZ (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
asmedina@ufpr.br
felipe@ufpr.br

(2) Universidade de Vigo Espanha
Departamento de Recursos Naturais, Escola de Minas, Vigo – Espanha
Joaquin.martinez@gmail.com
parias@uvigo.es

Ao longo da história da representação arquitetônica, com finalidade de preservação do patrimônio, tem sido constante a aplicação de novas tecnologias para a captura e "tradução" gráfica dos dados de exemplares arquitetônicos considerados de interesse histórico. A premissa de partida de todo levantamento, é que a documentação obtida deva facilitar o acesso à informação permitindo sua utilização por todos os agentes que intervenham na conservação e na gestão do edifício em questão; ao mesmo tempo deverá ser compreendida por diferentes usuários finais, não necessariamente profissionais dedicados às atividades relacionadas com a Arquitetura ou com o patrimônio. Neste sentido, pesquisas vêm sendo realizadas para a extração das feições de fachadas utilizando diversas técnicas como, por exemplo, a Fotogrametria, através de restituição, tanto mono como estereoscópica, o uso de imagens multi-espectrais e as técnicas de varredura laser. Embora, a maior parte dos esforços esteja sendo dedicada aos procedimentos de extração de feições, poucos trabalhos têm sido realizados no que diz respeito à descrição estrutural e à geração de plantas e seções destes objetos. Com este objetivo, apresentamos neste artigo, os resultados obtidos no levantamento tridimensional da igreja de Santa Maria de Castrelos, realizado através de Laser Scanner Terrestre. Utilizou-se o equipamento laser Riegl LMS – 390i, cujo funcionamento se baseia no princípio de tempo de vôo e tem uma fonte de laser que emite pulsos com um comprimento de onda de 1500 nm, num intervalo em distância de 1,5 e 400 m, com precisão nominal de 6 mm a uma distância de 50 m, em condições normais de iluminação e de refletividade. A taxa de coleta é 11.000 pontos por segundo e o sinal intensidade recebido pelo sistema sensor é registrado em 8 bits [0,255]. A Igreja de Santa Maria de Castrelos, construída no início do século XIII, está localizada na região da Galícia, noroeste da Espanha, na cidade de Vigo. A igreja de Santa Maria de Castrelos é uma igreja de estilo românico, com uma nave e uma abside semicircular, com três portas decoradas com rosetas, figuras geométricas tipicamente romanas. O levantamento foi realizado pelo laboratório de Fotogrametria Terrestre e de Recursos Naturais do Departamento de Engenharia de Minas, da Universidade de Vigo - Espanha, em conjunto com o Departamento de Geomática da Universidade Federal do Paraná - Brasil. Para a geração do modelo tridimensional da Igreja foram utilizadas diferentes resoluções, que variam conforme a necessidade e as características das feições presentes no monumento: para as nuvens de pontos utilizadas na geração do modelo tridimensional geral da Igreja, tanto da parte externa, como da interna, foi usada uma malha regular com espaçamento de aproximadamente 10 centímetros; para os detalhes, ou seja, para as nuvens de pontos utilizadas na representação das figuras geométricas e das rosetas se utilizou uma malha regular de 5 centímetros. O levantamento total da Igreja contou com 14 estações e para o registro das de nuvens pontos, realizado manualmente, foram utilizadas, como controle, algumas feições "naturais" da fachada da Igreja, sem a necessidade do uso de alvos pré-sinalizados. Os resultados, tanto do modelo tridimensional, como dos planos e das seções, estão em conformidade com as especificações e com as escalas de representação, normalmente utilizados em levantamento convencionais, fotogramétricos e topográficos de monumentos históricos, recomendados na literatura especializada na área.

DETECÇÃO DE REGIÕES DE VIAS COMBINANDO DADOS RADIOMÉTRICOS E GEOMÉTRICOS DE VARREDURA A LASER

TATIANA SUSSEL GONÇALVES MENDES (1)
ALUIR PORFÍRIO DAL POZ (2)

Universidade Estadual Paulista - Unesp
Faculdade de Ciências e Tecnologias – FCT
(2) Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
(1) Doutoranda em Ciências Cartográficas (Bolsista do CNPq)
tatisussel@gmail.com; aluir@fct.unesp.br

A extração automática da malha viária urbana a partir de imagens digitais é uma tarefa extremamente complexa, uma vez que as cenas urbanas envolvem uma grande quantidade de objetos que se relacionam com as vias. O problema pode ser simplificado a partir de uma detecção prévia de regiões que correspondem às vias, tendo como consequência a diminuição da área de busca e do esforço computacional para o algoritmo de extração. Para tal, o uso somente de imagens aéreas ou orbitais possuem algumas limitações, principalmente em relação à semelhança das respostas espectrais das vias com outros objetos, como por exemplo, edificações com telhado cinza. Para contornar esse problema, outras fontes de dados podem fornecer informações complementares para apoiar o processo de extração e melhorar os resultados obtidos. Um exemplo são os dados provenientes do sistema de varredura a LASER, o qual tem se tornado foco de pesquisas nos últimos anos. Uma das principais motivações para o seu uso está na sua capacidade de obter de forma rápida e eficiente uma grande quantidade de pontos 3D (dados geométricos) com melhor precisão e acurácia e, além disso, informações relacionadas com a capacidade de reflectância dos objetos presentes na cena, que resulta em uma imagem de intensidade do pulso laser (dados radiométricos). As vias, nos dados de varredura a LASER, possuem características peculiares. Na imagem de intensidade do pulso LASER, devido o asfalto apresentar baixa reflectividade em relação ao pulso LASER, as vias possuem resposta espectral homogênea e aparecem em tonalidade escura. No MDSn (Modelo Digital de Superfície normalizado), gerado a partir da nuvem de pontos 3D e da diferença entre o Modelo Digital de Superfície (MDS) e o Modelo Digital de Terreno (MDT), as vias possuem valores homogêneos de altura e são livres de obstruções provocadas por sombra dos objetos. No entanto, em ambos os dados, as copas das árvores ao longo das vias ocasionam obstruções nas mesmas, o que impede de detectar as regiões de vias de forma contínua e homogênea. Com o objetivo de detectar regiões de vias a partir dos dados LASER, este trabalho apresenta uma sequência de técnicas de processamento de imagens em ambos os dados de varredura a LASER, cujos resultados combinados permitem diminuir a influência das copas das árvores ao longo das vias. Na imagem que representa o MDSn, os objetos elevados (árvores e edificações) podem ser identificados e detectados a partir de uma limiarização do histograma. A distinção entre as edificações e as árvores pode ser realizada a partir da informação de textura, uma vez que esses objetos possuem características texturais diferentes. Baseando-se nestas características, as regiões correspondentes às árvores são detectadas usando um filtro de textura que calcula o desvio-padrão dos níveis de cinza da imagem, realçando as regiões mais heterogêneas, seguido de uma limiarização do histograma. As regiões resultantes são subtraídas dos objetos elevados, restando apenas edificações. Dessa forma, tem-se uma imagem que representa o MDSn, sem a presença de árvores. Aproveitando das características das vias na imagem de intensidade, é possível detectar, de forma aproximada, as regiões de vias aplicando uma limiarização do histograma. As árvores ao longo das vias causam obstruções e descontinuidades na região detectada. Para complementar essas regiões obstruídas, é usado o resultado do MDSn, o qual indica, após a subtração de árvores, que aquela região trata-se de uma suposta região de vias, uma vez que possui altura no nível da superfície. Para os experimentos, foram usados recortes de dados de varredura a LASER de uma região urbana de Curitiba-PR, caracterizada por edificações, vias asfaltadas e árvores de diferentes tamanhos. Os resultados experimentais mostraram que a maioria das árvores foram detectadas e eliminadas com êxito no MDSn e na imagem de intensidade, as vias foram detectadas com sucesso. Na complementação das regiões obstruídas pela presença de árvores, a maioria das obstruções puderam ser preenchidas a partir da informação proveniente do MDSn após a detecção e eliminação das árvores.

FILTRAGEM E CLASSIFICAÇÃO DE NUVEM DE PONTOS PARA A GERAÇÃO DE MODELO DIGITAL DE TERRENO

RODRIGO DE CASTRO MORO (1)
JORGE ANTÔNIO SILVA CENTENO (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Sensoriamento Remoto
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
zedi@pop.com.br
(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
centeno@ufpr.br

Desde o surgimento de sistemas de varredura a laser aerotransportados, a possibilidade de obter uma grande quantidade de pontos com coordenadas tridimensionais da superfície da Terra abriu novos horizontes no campo da fotogrametria. Os dados adquiridos de um levantamento realizado por um laser scanner são conhecidos como nuvem de pontos. Essa nuvem de pontos relata inicialmente um (MDS), modelo digital de superfície, que é um conjunto de coordenadas que representa além do terreno todas as obstruções que a compõem, como vegetação e edificações. Uma das aplicações é a derivação de um modelo digital do terreno (MDT) a partir desta nuvem de pontos (MDS). Para isto é necessário, a partir do modelo digital de superfície, retirar toda e qualquer obstrução que não pertença ao terreno. Atualmente, constata-se a procura pela automação desta extração, através de filtragens dos dados, interpretações, manipulações e comparações. O problema consiste em separar, na nuvem de pontos, os pontos que pertencem ao terreno e os pontos que pertencem às edificações, árvores e obstruções do solo em geral, baseado unicamente nos dados altimétricos. O artigo mostra os resultados de um estudo que tem por finalidade gerar um MDT a partir de uma nuvem de pontos oriundos dos dados do levantamento obtido por um laser scanner. O processo se inicia transformando os dados brutos XYZ da varredura a laser em um sistema matricial, uma grade com coordenadas horizontais e pra cada coordenada horizontal um ponto altimétrico, com intuito de simplificar a análise sem perder significadamente a qualidade espacial do levantamento, obtendo um novo e menor conjunto de dados, mais simples, facilitando assim os processamentos computacionais da nuvem de pontos. A resolução da grade é definida em função da densidade de pontos da nuvem, e o valor armazenado em cada célula (definido como pixel do campo matricial) será a menor cota de todos os pontos que definem a área que é resumida a essa única célula. Num processo iterativo, cada célula é analisada junto com sua vizinhança. A declividade entre a célula central e seus vizinhos é calculada. Assumindo que a variação do terreno é suave e que elevações causam altas declividades entre as células vizinhas na grade, é suposto então que essas altas declividades descrevam uma obstrução e que o ponto mais alto não pertença ao terreno. Os pontos vizinhos são avaliados em função de sua altitude (declividade) em relação ao pixel central e pontos que superem um limiar pré-estabelecido pelo usuário são excluídos. O valor da altitude destes pixels é substituido pelo menor valor da vizinhança, assumindo que este menor valor pertença ao terreno. Assim, exclue-se os pontos que supostamente não pertencem ao MDT. A iteração é repetida até que não haja mais nenhum ponto que ultrapasse o critério da declividade fixado. O limiar de declividade máxima entre pontos vizinhos é estipulado em virtude da resolução da grade, pois ela influencia a distância entre os pontos e conseqüentemente o processo avaliativo da declividade. A concatenização dos dados é feita pela relação entre vários métodos e linguagens de programação diferentes, a obtenção e reorganização dos dados por linguagem c++, as análises e processos matemáticos matriciais pelo matlab e a demonstração e exportação final dos dados por meio vetorial através de plataformas CAD por meio de auto-lisp. Os algoritmos foram avaliados usando uma nuvem de pontos real obtidas de um levantamento da área do centro politécnico da Universidade Federal do Paraná, tendo sido verificado experimentalmente que ele é capaz de reduzir a presença de árvores ou construções no modelo.

IMAGENS SAR R99-B APLICADAS NO MAPEAMENTO DO DESMATAMENTO

BÁRBARA KARINA BARBOSA DO NASCIMENTO (1)
MARCELO PARISE (2)
EDUARDO DA SILVA PINHEIRO (3)

(1) Sistema de Proteção da Amazônia
Divisão de Proteção Ambiental, Porto Velho - RO
barbara.nascimento@sipam.gov.br

(2) Sistema de Proteção da Amazônia
Divisão de Análise Ambiental, Manaus - AM
marcelo.parise@sipam.gov.br

(3) Universidade Federal do Amazonas
Professor Pesquisador Adjunto, Manaus – AM
pinheiro_rs@yahoo.com.br

Atualmente, há uma preocupação cada vez maior com a problemática do desmatamento na Amazônia, o que promoveu avanços com investimentos em instrumentos cada vez mais sofisticados nas áreas do sensoriamento remoto e geoprocessamento. O objetivo deste trabalho foi analisar e comparar diferentes técnicas de processamento digital de imagens do sensor SAR/SIPAM para o monitoramento de desmatamento em uma área no município de Iranduba, AM. Em função das limitações existentes no processo de classificação de imagens SAR/SIPAM este estudo visa desenvolver procedimentos que acelerem e aperfeiçoem a classificação dessas imagens. As imagens utilizadas no estudo são do imageador SAR-SIPAM (R99-B da Força Aérea Brasileira do Sistema de Vigilância da Amazônia - SIVAM) de capacidade de imageamentos simultâneo com a banda L, nas polarizações HH, VV, VH e HV, e banda X (HH), com resoluções espaciais de 3m, 6m e 18 m. As imagens são do ano de 2005 da missão Manaus e Adjacências com 6 metros de resolução espacial. As técnicas de processamento de imagens aplicadas neste estudo foram: elaboração de composição colorida falsa-cor, classificação de imagens, segmentação, filtragem e avaliação dos algoritmos de classificação, para tanto foi utilizado o software ENVI 4.5. A composição colorida foi obtida a partir das polarizações HH, HV, VV, da banda L. A partir deste procedimento selecionou-se então, uma área menor (recorte) dentro desta faixa, para ser utilizada no decorrer de todo o estudo. Foram definidas três classes de interesse: vegetação de floresta, desmatamento e solo exposto e áreas de vegetação rasteira (agricultura e pastagens). Para avaliação dos resultados obtidos com os testes nos diferentes algoritmos, utilizou-se a Matriz de confusão e o coeficiente *Kappa* e como verdade terrestre as amostras obtidas na imagem por meio da interpretação visual. Como resultados têm-se nas primeiras rotinas testadas a aplicação dos classificadores foram realizados para avaliar o desempenho dos mesmos na imagem, tais resultados obtidos mostraram-se insatisfatórios com os coeficientes *Kappa* de exatidão péssima a razoável, os mesmos serviram para comparação dos resultados de outras rotinas testadas no decorrer da pesquisa, com aplicação das técnicas de filtragem e segmentação de imagens. A expectativa era de melhorar o índice de acerto dos diferentes classificadores digitais para o mapeamento do desmatamento na área de estudo, o que foi alcançado. Dos testes feitos com os diferentes filtros testados, o que mostrou melhor desempenho foram os filtros de Textura de Ocorrência e Co-ocorrência para a imagem SAR R99-B em áreas desmatadas, com destaque para a Variância e as correlações de Média/Variância e Média/Contraste. Contudo, no aspecto visual o filtro não apresentou resultado satisfatório, pois a visualização das regiões de interesse ficou distorcida, mesmo depois da execução da classificação supervisionada do algoritmo Máxima Verossimilhança. Os melhores resultados obtidos de classificação de imagens com exatidão classificada como muito boa de coeficientes *Kappa* foram com a aplicação da técnica de segmentação de imagens. A utilização da extensão do aplicativo denominado ENVI FX desempenhou com eficiência o processo de segmentação para os ótimos resultados adquirido. A pesquisa conseguiu contribuir para a minimização das limitações existentes no processo de classificação de imagens de radar, pois apresentou através das rotinas testadas que o processo de segmentação de imagem facilita a classificação automática reduzindo os ruídos existentes na imagem, desenvolvido com melhor desempenho pela extensão ENVI FX, podendo ser retirado de maneira mais rápida por outro aplicativo. Recomenda-se que esta metodologia de segmentação de imagens SAR R99-B seja colocada em prática com faixas de imagens inteiras para maiores detalhes quanto às estimativas do tempo do processo.

AJUSTE DE SUPERFÍCIES APLICADO NA MODELAGEM DE TELHADOS A PARTIR DE PONTOS LASER E IMAGEM HIPSOMÉTRICA

GILMAR RENAN KISAKI OLIVEIRA [(1)]
MAURICIO GALO [(2)]

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT
[(2)] Departamento de Cartografia, Presidente Prudente / SP
[(1)] Bolsista de IC, PIBIT/CNPq
renan.kisaki@gmail.com, galo@fct.unesp.br

A utilização de novas tecnologias nos campos de fotogrametria, sensoriamento remoto e mapeamento em geral, que possibilitam maior eficácia, devido à rapidez e uma maior precisão na obtenção dos resultados, tem crescido no mercado, sendo também objeto de inúmeras pesquisas. Os sistemas de perfilamento a LASER ou ALS - *Airborne LASER Scanning*, baseados na tecnologia LIDAR (*Light Detection and Ranging*) são exemplos destas tecnologias que têm provocado uma revolução no que diz respeito à obtenção de modelos digitais de superfície (MDS), por exemplo. Por meio de métodos clássicos, como procedimentos fotogramétricos e levantamentos com GPS (*Global Positioning System*), dentre outros, também é possível obter modelos de superfície. No entanto, a disponibilidade destes sistemas de perfilamento a LASER possibilita uma grande velocidade de aquisição, permitindo gerar malhas de pontos extremamente densas (quando comparada aos métodos clássicos), reduzindo substancialmente o tempo em algumas etapas posteriores do processo fotogramétrico. Uma vez disponível a nuvem de pontos LASER, alguns processamentos devem ser realizados visando a geração do MDS, bem como do modelo digital do terreno (MDT), que são modelos úteis na geração de ortoimagens e curvas de nível, por exemplo. Um tipo de processamento usualmente realizado a partir do MDS é a detecção e extração de edificações, tendo inclusive algumas abordagens automáticas. Em algumas abordagens é inicialmente feita a extração do contorno dos telhados para a posterior modelagem da superfície que compõe cada telhado, normalmente formada por planos ou por superfícies mais complexas. Dentro do escopo deste problema, este trabalho aborda a determinação de porções não-planas com base nas seguintes superfícies: cilindros parabólico, de seções elíptica e circular. A partir das equações destes modelos pode-se fazer um ajuste de todos os pontos do telhado de uma edificação, extraídos a partir da nuvem de pontos LASER e do conhecimento do contorno da edificação, podendo-se avaliar, pela análise dos resíduos do ajustamento qual o modelo que melhor se ajusta. Antes da realização dos experimentos com dados reais, pontos de coordenadas tridimensionais foram simulados para cada um dos modelos de superfície, permitindo tanto a validação das implementações quanto a verificação da influência do uso de coordenadas UTM na inversão das matrizes normais do ajustamento, para cada superfície. Após os testes iniciais, com dados simulados, são realizados experimentos para os ajustes de superfícies com os dados reais oriundos da varredura LASER. As feições utilizadas para tais experimentos consistem em telhados, aparentemente formados por superfícies cilíndricas (por uma análise da visualização 3D dos pontos do telhado), escolhidas sobre a imagem hipsométrica da área de trabalho para o qual os dados LASER são disponíveis. A partir dos processamentos realizados com os dados simulados e os reais pôde-se perceber o efeito da magnitude das coordenadas UTM no ajuste das superfícies bem como na determinação dos coeficientes de cada uma das superfícies, efeito este que pode ser quantificado pelo número de condição da matriz normal a ser invertida, em cada caso. Na metodologia apresentada são usados dados LASER, bem como uma imagem hipsométrica, sendo esta imagem utilizada apenas com o propósito de definir o contorno de cada telhado, sendo esta delimitação feita de modo manual, uma vez que o foco deste trabalho é a modelagem dos telhados. Em trabalhos futuros, as implementações mencionadas relativas ao ajustes das superfícies serão incorporadas em um procedimento no qual serão avaliados tanto o ajuste dos pontos a estas superfícies quanto a análise de situações nas quais os telhados possuem dois ou mais planos, onde pode ser aplicado o método de Otsu para a determinação de um ou mais limiares - dependendo do número de classes ou faces planas – que formam os telhados em análise.

Agradecimento: Os autores agradecem ao programa PIBIT/CNPq e à Unesp/Reitoria pelo apoio, ao LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento por fornecer os dados do perfilamento a LASER da região de Curitiba – PR bem como ao Prof. Dr. Edson Aparecido Mitishita, da UFPR, por ceder imagens ópticas da mesma região.

GERAÇÃO DE ORTOIMAGENS E MÉTODOS DE DETECÇÃO DE OCLUSÃO

HENRIQUE CÂNDIDO DE OLIVEIRA [(1)]
MAURICIO GALO [(1, 2)]

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT / Presidente Prudente - SP
[(2)] Departamento de Cartografia
[(1, 2)] PPGCC - Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
henrique.cartografia@gmail.com, galo@fct.unesp.br

A utilização de produtos cartográficos, como ortoimagens, tem-se tornado cada vez mais frequente em diversas aplicações, como cadastro urbano, atualização cartográfica, projeto de oleodutos, entre outros. Um fator importante no uso deste tipo de produto se refere às propriedades que ele possui, uma vez que conceitualmente as ortoimagens apresentam as feições projetadas de modo ortogonal, como nos mapas de linha, mantendo como consequência uma escala uniforme. Diferente destes mapas, nos quais são usados símbolos na representação da superfície, as ortoimagens além de possuírem correções devido à inclinação da câmara e à influência do relevo mostram as entidades presentes no espaço objeto, que facilita a interpretação da imagem, sendo possível a vetorização de feições de interesse. Outro aspecto que pode ser considerado pelos usuários refere-se a sua produção, que pode ser feita em um tempo menor e consequentemente com um custo reduzido, quando comparado com a restituição fotogramétrica. Para a criação de ortoimagens normalmente são utilizados um conjunto de imagens, um DTM (*Digital Terrain Model*) da área correspondente à região que se deseja gerar a ortoimagem e informações de orientação interior e exterior do sensor utilizado. Partindo desta premissa, em que se utiliza o DTM, não é considerada a variação da componente altura para os objetos acima da superfície, como edificações, por exemplo. Isso faz com que alguns destes objetos não sejam projetados ortogonalmente no produto gerado, apresentando ainda um deslocamento na direção radial. Este problema é solucionado com a geração de ortoimagem verdadeira, produto este que utiliza o DSM (*Digital Surface Model*), ao invés do DTM, e que incorpora a informação da elevação dos objetos sobre a superfície. Este tipo de modelo pode ser criado de diversas maneiras, como por exemplo por técnicas fotogramétricas quanto por sistemas de varredura a LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) aerotransportado, dentre outras. Dentro deste contexto, neste trabalho são analisados alguns aspectos ligados ao problema de geração de ortoimagens verdadeiras, sendo discutidos os principais métodos disponíveis na literatura. Para a criação deste produto é necessária a detecção das áreas não visíveis a partir do ponto de vista do sensor de imageamento, devido à presença de edificações que podem obstruir o registro de algumas feições do espaço objeto, sendo estas áreas denominadas áreas de oclusão. Atualmente existem diferentes maneiras de identificar estas regiões nas imagens. Os principais métodos utilizados para este fim são: método Z-buffer e método baseado em ângulos. O primeiro, Z-buffer, utiliza como critério de detecção a distância entre CP e o ponto em estudo, sendo feita uma avaliação de todas as células presentes no DSM. Neste método faz-se uma varredura de todo o modelo e a princípio define-se a célula investigada como sendo visível. Ao analisar outra célula e se deparar com uma já definida como visível é aplicado o critério de detecção, por meio da distância CP – célula, no qual o ponto com a maior distância é definido como ocluso. O segundo método, baseado em ângulos, utiliza o ângulo formado entre a vertical do CP e a direção CP - célula na avaliação da visibilidade dos pontos. Este ângulo, partindo do centro da imagem para a periferia apresenta-se naturalmente como crescente. Esta característica é utilizada para detecção das áreas oclusas. Ao analisar as células do DSM, na direção radial como mencionado, elas são consideradas como visíveis se mantiverem uma sequência crescente do ângulo, e a partir do instante que para uma determinada célula for observada uma violação desta ordem (um ângulo menor que o obtido no ponto anterior), esta célula passa a ser considerada como parte da área de oclusão. Outro fator importante na implementação destes métodos é a maneira como é feita a varredura das células do DSM, que pode ser efetuada de diversas maneiras, como por exemplo, em forma de espiral e radial. Como destacado em alguns trabalhos da literatura, diferentes formas de varredura podem conduzir a diferentes tempos de processamento e também resultados. Finalizando, embora neste trabalho seja apresentado apenas alguns aspectos conceituais relativos a este problema, o entendimento dos diversos métodos é importante para futuras implementações visando a geração de ortoimagens verdadeiras. Destaca-se também que embora o conceito de ortoimagem seja amplamente conhecido pela comunidade ligada à Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, observa-se que nem todos os

modernos sistemas fotogramétricos digitais disponíveis no mercado possuem ferramentas que permitem a geração automática de ortoimagens verdadeiras, sendo, portanto relevante o seu estudo e desenvolvimento.

CALIBRAÇÃO DO SISTEMA LIDAR A PARTIR DE FAIXAS SOBREPOSTAS

ELIZABETE BUGALSKI DE ANDRADE PEIXOTO[1,2]
QUINTINO DALMOLIN[1]
JORGE ANTÔNIO DA SILVA CENTENO[1]

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
elizabete@esteio.com.br;
[qdalmolin , centeno]@ufpr.br
(2) Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A
Curitiba-PR

O sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) é um dos desenvolvimentos tecnológicos mais importantes do final do século passado para a aquisição de dados tridimensionais. Baseia-se no cálculo da distância entre o sensor e a superfície física e o intervalo de tempo entre a emissão e o retorno do pulso laser (BALTSAVIAS, 1999). O equipamento é composto pelo LIDAR, um Sistema de Medição Inercial e um GPS que combinados fornecem a posição de pontos com precisão centimétrica. Apesar da crescente utilização deste sistema em áreas diversas, alguns itens ainda de estudos e investigações, como é o caso da calibração. Independente do método de captura dos dados, a calibração é uma tarefa difícil e definitiva para o posicionamento direto. A maioria das técnicas de calibração LIDAR é baseada em procedimentos empíricos de propriedade exclusiva do fabricante. Portanto, o usuário final não tendo acesso ao procedimento, se limita a seguir as instruções contidas no "menu" do sistema. Como resultado disso, erros sistemáticos podem ser visualizados nas sobreposições de faixas LIDAR. Alguns autores introduziram a integração do laser com imagens tanto para a calibração como para a investigação do potencial dessa junção. O grande precursor nesta pesquisa foi Ackmann (1999). Desde então, outros como, por exemplo, Postolov et.al. (1999), Ganna (2006) em trabalhos de co-registro de LIDAR e dados fotogramétricos, Bretar (2004) com a comparação do ajuste de faixas laser com um MDS gerado a partir de dados fotogramétricos e Habib et al (2007) que usou marcas fotogramétricas para calibração de dados LIDAR. Todas as técnicas apresentadas incorporam os dados brutos e a melhor trajetória suavizada para estimar a tendência dos parâmetros da equação fundamental do LiDAR, ou seja, considerando o posicionamento inicial dado pelo GPS/IMU. O acesso aos dados brutos, ou como é chamado, raw, é apenas permitido aos fabricantes do Sistema LIDAR, portanto a tentativa de implantar um algoritmo que acomode as faixas sobrepostas é apenas possível a partir do momento onde os dados já estão processados. Esse tema, conforme informações da Leica Users 2010, é alvo de discussões entre os usuários do sistema.,. O objetivo principal deste trabalho é minimizar os erros sistemáticos do sistema LiDAR pelo método de calibração a partir de faixas sobrepostas. Para isso, os experimentos da aplicação do modelo matemático foram realizados num perfilamento de 2010 no Aeroporto de Bacacheri, localizado na cidade de Curitiba, executado pela empresa Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A. O planejamento compreendeu quatro faixas, duas longitudinais em sentidos opostos e duas ortogonais, também em sentidos opostos, ângulo de abertura de 45 graus, altitude de 1.300 metros e numa área de calibração que atendesse aos requisitos mínimos para os cálculos necessários de correlação entre as faixas. O levantamento terrestre correspondeu aproximadamente 900 pontos coletados com estação total, cujas altitudes foram determinadas por nivelamento geométrico. Após o perfilamento, os dados foram processados a partir da melhor trajetória obtida através do processamento GPS/IMU e offset do sensor em relação ao IMU. Inicialmente os parâmetros de roll, pitch e heading foram zerados para a geração das faixas brutas e a cada iteração, novo processamento foi realizado. O resultado dos processamentos foi gravado em arquivos no formato LAS, apresentando aproximadamente 7 milhões de pontos por faixa e a partir destes foi selecionado uma amostra de 10 pontos homólogos nas quatro faixas. Então, o cálculo matemático foi realizado através do modelo matemático e após determinado número de iterações, os parâmetros determinados. Este trabalho tem como objetivo apresentar o método simplificado de calibração LIDAR, bem como, as etapas e parâmetros envolvidos na aferição do desalinhamento LIDAR pós-processamento, seus resultados, vantagens e desvantagens.

AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO A PARTIR DE DADOS DO SISTEMA LIDAR NA REGIÃO DE PINHAIS-PR.

ELIZABETE BUGALSKI DE ANDRADE PEIXOTO[1,2]
HENRY MONTECINO[1]
QUINTINO DALMOLIN[1]

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
henrymontecino@gmail.com
qdalmolin@ufpr.br

(2) Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A
Curitiba-PR
elizabete@esteio.com.br

No Brasil, se está vivenciando um grande número de desastres naturais, como inundações e desmoronamentos de terra, cujas ocorrências não se restringem a uma região específica. Estes desastres têm origens diversas, sejam pela ação da natureza ou pela ação e degradação do homem. Nota-se que um dos principais fatores desses acontecimentos é o forte crescimento urbano de forma desordenada e sem planejamento que avançam sobre áreas de preservação e de riscos, inclusive em áreas costeiras. Esses fatores fragilizam os ecossistemas ambientais com a degradação de mananciais, matas ciliares, redes de drenagem naturais, entre outros que contribuem decisivamente para as ocorrências de tais acidentes. A cada desastre que ocorre, medidas corretivas são tomadas, tardiamente, em função dos prejuízos, calamidades e fatalidades ocorridas. Desta forma, são de extrema importância o planejamento e a aplicação de medidas preventivas, com base em projetos e estudos que estabelecem um horizonte de ações efetivas na prevenção de tais acidentes. A expansão da urbanização para a região metropolitana de Curitiba aponta que este crescimento é um dos principais causadores das mudanças climáticas, e conseqüentemente das inundações sistemáticas que vem ocorrendo. Este estudo tem como objetivo apresentar as principais áreas prováveis de risco para projetos de prevenção. Os mapas de inundação são ferramentas de custo/benefício importantes para o desenvolvimento de projetos de prevenção. Na busca de mapas cada vez mais precisos, o LiDAR é uma das tecnologias indicada para a obtenção do modelos digitais do terreno. O LiDAR está sendo utilizado no Brasil desde 2001. O sistema faz o registro contínuo de coordenadas espaciais de pontos sobre a superfície do terreno, permitindo a modelagem tridimensional e a geração de mapa topográfico derivado destas informações. As aplicações são inúmeras e podem ser combinadas com outros produtos derivados da fotogrametria. Órgãos internacionais como O FEMA1 e a NOAA2 concluíram estudos econômicos e sociais sobre os benefícios que um mapeamento preciso fornece a sociedade. A partir dessas conclusões e comparações com estudos anteriores, o FEMA continua investindo na elaboração desses mapas utilizando o sistema LiDAR para consolidar sua aplicabilidade em análises topográficas. O perfilamento LiDAR foi realizado na Região Metropolitana de Curitiba, no limite entre o município de Pinhais e Piraquara. O vôo compreendeu 18 faixas com largura aproximada 400 metros e densidade de 3,8 pontos por metro quadrado. Os dados foram processados, classificados e a partir do Modelo Digital do Terreno, as drenagens foram obtidas. Para a análise, os dados do SRTM da área de estudo foram coletados e compatibilizados para a obtenção da drenagem. Após o tratamento dos dados LiDAR e SRTM, o Modelo Digital do Terreno em conjunto com as drenagens possibilitaram que fossem realizadas várias simulações de cheias do Rio Iraí, apresentando as prováveis áreas atingidas, bem como, o volume de chuva necessário para que ocorra uma inundação. Este trabalho exemplifica a aplicação em áreas de risco à inundação na região metropolitana de Curitiba, bem como, quando se compara aos resultados obtidos pelo SRTM, demonstra a importância de mapas precisos para estudos ambientais e de prevenção de acidentes, reforçando a necessidade de investimento em bases de dados geográficos atualizados e precisos.

[1] Federal Emergency Management Agency (FEMA) órgão responsável pelos serviços de emergência em casos de desastres naturais ou provocadas pelo homem.
[2] Nacional Oceânica Atmospheric

SOLUÇÕES DE MONORRESTITUIÇÃO PARA IMAGENS DE QUADRO E DE VARREDURA LINEAR

ALUIR PORFÍRIO DAL POZ

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
aluir@fct.unesp.br

Este resumo descreve soluções matemáticas para o problema de transformação de pontos e outras entidades do espaço-imagem para o espaço-objeto, tendo por base uma única imagem e uma forma de representação da superfície. Este tema é geralmente associado ao conhecido algoritmo de Makarovic e, em decorrência, é visto de forma bastante restrita, já que se trata apenas de uma simples técnica. Entretanto, mostra-se neste resumo que é possível estender consideravelmente o conceito original de Makarovic, a ponto do tema merecer um *status* de maior detaque em Fotogrametria. O tema pode também ser valorizado em função de suas potencialidades no contexto da automação dos processos fotogramétricos ligados a extração de feição. Por exemplo, as feições de interesse podem ser extraídas sobre a imagem toda e depois projetadas no espaço-objeto sem a necessidade de resolver a difícil e mal-posta tarefa de correspondência entre entidades num estereopar de imagens. A transformação de entidades numa imagem para o espaço-objeto, sem nenhuma restrição no espaço-objeto, não admite solução única. Uma forma necessária e geralmente suficiente de restrição no espaço-objeto é obtida através de modelos matemáticos ou digitais da superfície física da terra ou de modelos matemáticos de objetos de interesse. Em outras palavras, força-se se que as entidades presentes na imagem sejam projetadas sobre uma superfície matemática ou digital do terreno ou sobre a superfície de um objeto (como um edifício em representação poliédrica). Uma superfície digital pode ser dada na forma de uma malha regular de pontos (MDT – Modelo Digital do Terreno ou MDS – Modelo Digital de Superfície) ou na forma de uma estrutura de triangulação TIN (*Triangulated Irregular Network*). Já uma superfície matemática do terreno pode ser obtida a partir de uma representação digital do terreno. Por exemplo: 1) uma representação poliédrica do relevo pode ser obtida com base num MDT ou MDS, caso em que cada célula dá origem a duas faces triangulares, ou com base num TIN, caso em que cada domínio triangular dá origem a uma face triangular do poliedro; 2) uma representação bilinear do relevo pode ser obtida modelando cada segmento de superfície, delimitado por uma célula do MDT ou MDS, através de uma superfície bilinear; 3) uma representação plana pode ser indicada desde que a movimentação do relevo na região de interesse possa ser desconsiderada; 4) uma representação elipsóidica pode ser indicada se a região de interesse for bastante extensa e topograficamente comportada. As duas primeiras opções fornecem potencialmente soluções gerais para a modelagem de superfície, destacando-se o fato de que um poliedro gerado a partir de um TIN tem a vantagem de usar os pontos originalmente amostrados. As duas últimas opções fornecem soluções para casos específicos envolvendo relevos 'lisos', que é um conceito dependente, também, da configuração de captura da imagem. A modelagem elipsóidica (por exemplo, via elipsoide com mesmo achatamento do elipsoide de referência e com um dos semieixos obtido pela adição da altitude geométrica média da região ao correspondente semieixo do elipsoide de referência) é mais plausível para situações envolvendo imagens nadirais tomadas a grande altitude a bordo de plataforma orbitais. Além das modelagens matemática ou digital de superfície discutidas acima, outra opção de modelagem surge no contexto de integração de dados de varredura a laser e fotogramétrico para a extração de edifícios na forma poliédrica. Os métodos para a extração poliédrica de edifícios usando apenas dados laser são eficazes na extração das faces de telhados e cumeeiras, mas não possibilitam um bom delineamento do contorno de telhado. Um poliedro representando aproximadamente um edifício, gerado a partir de dados laser, é um exemplo de um modelo matemático de objeto passível de ser melhorado fotogramétricamente. Pode-se agrupar os métodos de projeção de entidades presentes numa imagem sobre uma representação de superfície ou objeto em duas classes principais: 1) métodos que se prestam somente para a transformação de pontos ou outras entidades geométricas (como segmentos de retas) do espaço-imagem para o espaço-objeto; e 2) métodos que integram, num único processo, a transformação entre espaços com técnicas de análise de imagem. Vários métodos podem ser classificados como da classe 1. Conceitualmente o algoritmo de Makarovic realiza a intersecção da reta de colinearidade com um MDT da região imageada, levando a um processo iterativo baseado na conhecida equação de colinearidade 'inversa'. Uma forma alternativa para resolver o problema, com a vantagem de não necessitar de iterações, é através da intersecção da reta de colinearidade com a superfície terrestre representada numa forma matemática (poliedrica, bilinear, plana ou elipsóidica). A forma adequada de representação matemática da condição de colinearidade para possibilitar soluções analíticas para o problema é a

representação paramétrica da equação da reta no espaço. Quando a superfície imageada não é suave, o que ocorre, por exemplo, com edifícios num MDS, as soluções acima podem implicar em grandes erros. Uma forma de contornar este problema é através da modelagem do objeto no espaço-objeto, mas que em algum aspecto seja necessário refiná-lo ou complementá-lo utilizando-se uma imagem. Nesse contexto estão as metodologias para refinamento fotogramétrico de contornos de telhados extraídos de dados laser, cuja solução pode ser encontrada através da intersecção de dois planos: 1) plano que contém o centro de perspectiva e o segmento de reta de contorno de telhado na imagem; e 2) o plano de telhado que contém o lado do contorno a ser refinado. A classe 2 se refere aos métodos de extração de feições diretamente no espaço-objeto, mas que dependem da formulação de uma função de energia que descreve a feição de interesse (como rodovias e contornos de telhado) no espaço-objeto e que também liga ambos os espaços envolvidos via equações de colinearidade. Uma característica marcante destes métodos é que o processo tradicional de extração e projeção de feições é realizado simultaneamente. Todos os métodos mencionados são formulados tanto para imagens de quadro como de varredura linear e vários deles foram implementados computacionalmente e avaliados experimentalmente.

IDENTIFICAÇÃO DE ASSENTAMENTOS SUBNORMAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA ATRAVÉS DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ENTRE OS ANOS DE 2005 E 2008

ALEX GARCIA XIMENES QUINTANS (1)
ADMILSON DA PENHA PACHÊCO (1)
RODRIGO MIKOSZ GONÇALVES (1)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
alexgeo1403@gmail.com, admilpp@ufpe.br, rodrigo.mikosz@gmail.com

O crescimento urbano é resultante de um processo intensivo e continuo ao longo do século XX no qual provoca mudanças socioeconômicas, ambientais e espaciais. Os assentamentos subnormais são produtos deste processo, que são caracterizados por: um conjunto de moradias não planejadas, população de baixa renda, posse ilegal da terra e falta de infra-estrutura básica e urbanística. Normalmente estão inseridos em área de risco ambientais (inundações, desmoronamentos, área de solo instável) ou riscos operacionais urbanos (linhas de alta tensão, gasodutos, linha ferroviárias). Este trabalho tem por objetivo identificar as área de assentamento subnormais e suas modificações temporais entre o período de 2005 e 2008 na cidade de João Pessoa através da utilização de imagens de alta resolução atrelada à classificação baseada em objetos. A expansão deste tipo de moradia fora do esquadro do planejamento urbano é crescente e decorrente das ações políticas ineficazes e a incorporação de novas áreas por meio de parcelamento clandestino. As características passíveis de serem identificadas através de imagens de sensoriamento orbital de alta resolução são referente ás propriedades urbanísticas e ambientais. Neste trabalho foram utilizadas as seguintes características espaciais: irregularidades de ruas, lotes não inseridos em quadras, proximidades ou invasão de áreas em locais de proteção ambiental e leitos de rios e irregularidades no tamanho e forma das edificações. Para execução da classificação utilizou imagens do sensor QuickBird NATURAL COLOR (3 bandas multi-espectrais fusionadas com a PANCROMÁTICA) e o método de análise de imagem baseado a objeto (OBIA - *Object-Based Image Analysis*) por permitir inserir descritores de forma, textura, relação entre classes, informações temáticas existes além das informações espectrais na classificação e a criação de uma rede semântica e hierárquica. Para tal feito estruturou-se um nível superior, denominado de estrutural, com as informações de quadras e eixo de estradas proveniente de dados vetoriais e elementos ambientais (rios e vegetação). Decorrente deste processo ocorreu uma nova segmentação com a criação de objetos menores que herdaram características do nível superior chamados de nível de cobertura do solo. Neste nível foram criadas classes como telhados de cerâmica, telhados de concretos, telhados brancos, vegetação arbórea, vegetação arbustiva, piscinas, ruas pavimentadas e caminhos. Um terceiro nível foi criado para a identificação dos assentamentos subnormais que utilizou os descritores referentes às relações entre classes e entre níveis hierárquicos. O produto final da classificação foi um mapa temático mostrando os assentamentos subnormais nos dois períodos. Para avaliação da acurácia da classificação utilizou o método Kappa. O método foi aplicado em três diferentes bairros do município que apresentaram características distintas com base no índice de desenvolvimento humano (IDH) cujo valor varia de 0 a 1, sendo eles: Manaíra (0,970), Ipês (0,724) e Alto do Céu (0,473). O resultado da utilização de uma mesma árvore de processo para cenas de períodos diferentes mostrou-se satisfatório. Um dos fatores que tornou possível manter a mesma árvore de decisão para diferentes bairros ocorreu devido ao fato que assentamentos subnormais apresentaram características similares. Vale salientar que a imagem de 2008 por ter uma visada inclinada em relação à vertical maior que a de 2005 proporcionou confusões entre classes e também redução no numero de elementos de uma mesma classe. A utilização de informações temáticas foi um ponto com resultados positivos, pois foram úteis para separar conflitos entre classes com características espectrais parecidas como por exemplo: solo exposto e telhados de cerâmica e as classes nomeadas como estradas cujas características do asfalto se conflitavam com algumas edificações. Este estudo por fim demonstra a importância da classificação de imagens de alta resolução para contextos complexos como é o caso de assentamentos subnormais.

CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS LIDAR AEROTRANSPORTADO DO MAPEAMENTO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

MÁRIO LUIZ LOPES REISS [(1)]
ROOSEVELT DE LARA SANTOS JÚNIOR [(2)]
RITA DE CÁSSIA BARRILES [(3)]
ANDREA LOPES IESCHECK ([4])
RONALDO DOS SANTOS DA ROCHA [(5)]

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Instituto de Geociências - IGEO
[(1)(2)(4)(5)]Departamento de Geodésia, Porto Alegre - RS
[(3)]Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica
[(1)]mario.reiss@ufrgs.br
[(2)]roosevelt.santos@ufrgs.br
[(3)] rita.barriles@ufrgs.br
[(4)]andrea.iescheck@ufrgs.br
[(5)]ronaldo.rocha@ufrgs.br

Uma das tecnologias que vem revolucionando a forma de obtenção de modelos digitais de terreno, para fins de mapeamento, são os sistemas de varredura LIDAR aerotransportado. Apesar de alguns autores teorizarem e explicarem os conceitos envolvidos em seu funcionamento, o controle de qualidade dos dados obtidos com os sistemas LIDAR ainda é um procedimento não totalmente sedimentado, propiciando um amplo campo de pesquisa a ser explorado. Muitos autores se baseiam em realizar o controle de qualidade externo (CQE) dos dados LIDAR, uma vez que fazer o controle de qualidade interno (CQI) pode ser oneroso, dada a quantidade de variáveis fornecidas pelos vários sensores que integram o equipamento de varredura: atitudes e posições do equipamento LIDAR, medidas pela IMU (Inertial Measurement Unit); posições medidas pelo GNSS (Global Navigation Satellite System); ângulo de varredura de cada pulso LASER emitido; as várias respostas de tempo e intensidade de sinal de cada pulso LASER medido, dentre outras. Outro fator que causa a preferência pelo CQE é que os fabricantes de sistemas LIDAR não detalhadam as suas técnicas de processamento, sendo eles procedimentos denominados de "caixa prega" (Black Box). No CQE de uma nuvem de pontos devem ser avaliadas a qualidade planimétrica e altimétrica e a densidade de pontos especificada e contratada. Uma das metodologias encontradas na literatura propõe o CQE planimétrico por meio de pontos de controle pré-sinalizados, especialmente construído para serem identificáveis na nuvem de pontos, por meio da intensidade de cinza do pulso; e o controle altimétrico por meio de feições planas niveladas e bem definidas. Outras metodologias propõem o uso de planos, retas e outras feições geométricas possíveis de serem medidas no terreno e suas homólogas determinadas na nuvem de pontos. Contudo, não há ainda uma normatização que especifique como o CQE de dados LIDAR deve ser feito de modo prático e que possa ser realizado por empresas produtoras ou entidades contratantes deste produto. A proposta deste trabalho não é especificar uma norma de avaliação dos dados LIDAR, mas apontar uma possibilidade metodológica para esta avaliação do seu controle de qualidade (CQ). Atualmente, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA) tem em desenvolvimento o mapeamento de seu Município, em uma área total que envolve toda a área municipal, com cerca 545 km². Os produtos que serão desenvolvidos são: implantação de uma rede geodésica com 50 marcos principais de centragem forçada, padrão rede estadual do IBGE, e 44 marcos azimutais; levantamento aerofotogramétrico com imagens ADS 40, com resolução média dos píxeis de 12,5 cm no terreno; perfilamento LIDAR aerotransportado com 25 cm de precisão altimétrica e 0,78 cm de precisão planimétrica, numa densidade mínima de 2,2 pontos/m²; além de outros subprodutos. Em um convênio de cooperação técnica firmado entre a PMPA e a UFRGS, a Universidade está auxiliando a PMPA no CQ dos produtos entregues, em contrapartida, terá acesso a todo o montante de dados gerados. Um dos objetivos desse CQ é avaliar os produtos LIDAR de acordo com as especificações contratadas. Dada esta necessidade prática, o presente trabalho visa estudar, desenvolver e aplicar uma metodologia de CQE planialtimétrica dos dados LIDAR, em uma área teste, avaliando várias metodologias de determinação de pontos

homólogos na nuvem de pontos de no terreno, considerando que não houve nenhum tipo de pré-sinalização de pontos controle. Uma vez determinada uma amostragem de pontos homólogos, serão executados os testes de tendência e exatidão das discrepâncias nuvem de pontos com o terreno. No desenvolvimento deste trabalho, também será possível comparar a nuvem de pontos LIDAR com o levantamento fotogramétrico, sendo mais uma possibilidade de avaliações de qualidade. Todo desenvolvimento metodológico como os resultados obtidos serão apresentados no trabalho.

CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA E MÉTRICAS DE PAISAGEM PARA IDENTIFICAR E ANALISAR PADRÕES ESPACIAIS EM AMBIENTES DE CAATINGA

JANCERLAN GOMES ROCHA (1)
RODRIGO MIKOSZ GONÇALVES (1)
ADMILSON DA PENHA PACHÊCO (1)
ALEX GARCIA XIMENES QUINTANS (1)

(1) Universidade Federal de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
Departamento de Cartografia - DECART -, Recife - PE
{jancerlanrocha@yahoo.com.br;
rodrigo.mikosz@gmail.com; admilpp@ufpe.br; alexgeo1403@gmail.com}

Nas últimas décadas as inovações tecnológicas no processamento digital de imagens orbitais unidos com as mudanças ocasionadas nos paradigmas de sustentabilidade mundial dos ecossistemas se beneficiaram dos estudos de processos utilizando a modelagem ambiental que visa caracterizar e quantificar a paisagem de um determinado ambiente. Esses importantes instrumentos de análise espacial estão oferecendo uma melhoria na extração de feições cartográficas, através do reconhecimento e delineamento de elementos contidos em uma cena. Sendo assim, pesquisas relativas ao meio ambiente vêm evoluindo e sendo aplicadas para uma variedade de estudos específicos no Brasil. Neste trabalho, a área de estudo é o bioma caatinga cuja vegetação é típica da região nordeste do país, considerada como um dos ecossistemas mais ameaçados, devido ao uso inadequado e insustentável dos recursos naturais. O estudo de caso foi desenvolvido no município de São João do Tigre-PB, entre as latitudes -8°11’06” e -8°04’13” e as longitudes -36°48’22” e -36°37’29”, na microrregião geográfica do cariri paraibano em uma micro-bacia hidrográfica inserida em um ambiente semi-árido dentro de uma Unidade de Proteção Ambiental (APA das Onças). O presente trabalho tem como objetivo identificar a estrutura da paisagem e os padrões espaciais da cobertura vegetal em ambiente de caatinga através da integração de técnicas de processamento digital de imagem – aplicada sobre imagem de alta resolução do sensor HRC do satélite CBERS-2B – com o uso da modelagem de conhecimento baseada na classificação hierárquica e *fuzzy* com parâmetros indicadores ou métricas de paisagem. Na pesquisa foram utilizados os *softwares* de sistemas de informações geográficas SPRING 5.0.3 e ArcGIS 9.2, para a classificação das imagens o e-cognition e um software específico de análise espacial chamado FRAGSTATS 3.3, o mesmo possui inúmeros algoritmos especificamente para calcular, através das métricas, os padrões espaciais de estrutura da paisagem. A imagem orbital utilizada foi adquirida junto ao INPE, tendo sido obtida através de imageamento pelo sensor HRC do satélite CBERS 2B (*China-Brazil Earth Resources Satellite* ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) em modo pancromático com resolução espacial de 2,50 metros, referente à órbita 147 e ponto 109, com data de passagem de 17 de outubro de 2008 e cobertura de nuvens inferior a 10% para toda a cena escolhida. Também foram utilizados dados da missão topográfica SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 90 metros, compilados diretamente do USGS (*United States Geological Survey*). A área da microbacia tem aproximadamente 101,02 Km², cuja delimitação e atualização da drenagem foi desenvolvida a partir da interpolação executada no software ArcGIS 9.2 a partir do aplicativo ArcHidro sobre as imagens provenientes da missão topográfica SRTM. A fase de georreferenciamento foi desenvolvida no SPRING 5.0.3 tendo como pontos de referência os adquiridos em campo através do receptor NAVSTAR-GPS PROMARK 2 (L1 e código C/A). Antes de iniciar a segmentação, criaram-se quatro níveis hierárquicos que foram desenvolvidos a partir de uma adaptação à classificação morfo-estrutural para descrição e avaliação da biomassa de vegetação em ambiente de caatinga. Dessa forma, a hierarquização desenvolvida para classificação morfo-estrutural – com vistas à estratificação tipológica – foi adaptada para facilitar a interpretação visual dos elementos geográficos nas imagens orbitais, baseando-se no padrão de reflexão tonal e no delineamento das formas. Em seguida, efetuou-se a técnica de segmentação de imagens no *software e-cognition* do nível mais generalizado (nível 4) até o mais detalhado (nível 1). No nível 1, os objetos apresentaram um detalhamento maior, ou seja, os elementos ou feições espaciais vão sendo subdivididos em partes menores conforme os parâmetros do processo de segmentação. Depois de obtida a segmentação, foi efetuada a classificação hierárquica orientada a objetos - fruto do conhecimento estruturado pelo especialista numa rede semântica -, que culminou com a transformação da imagem segmentada (categoria imagem) em um mapa temático. Logo após a classificação das imagens no formato *raster* binário, foram definidos alguns parâmetros

de indicadores ou métricas de paisagem para quantificar a estratificação tipológica. Em seguida, o arquivo em formato *raster* binário foi convertido para o formato de arquivo *raster* ASCII, que, por sua vez, foi importado para o *software* FRAGSTATS. Em seguida foi aplicada a metodologia da ecologia da paisagem, ou seja, a "*landscape metrics*", na qual o interesse maior foi correlacionar a quantidade (área total e de cada classe) e a distribuição (organização das classes na paisagem) de um determinado tipo de fragmento (classe) da imagem classificada. Enfim, foi possível, por meio da aplicação da "*landscape metrics*" e da classificação das imagens de alta resolução, avaliar de forma mais detalhada se os fragmentos florestais da área estudada estão comprometendo as espécies locais, pois a substituição de grandes áreas de vegetação nativa por outra paisagem antropizada, leva ao isolamento os remanescentes de floresta; além disso, quanto menor é o fragmento florestal, menor é a biodiversidade presente e maior o risco de extinção das espécies. A metodologia adotada foi muito importante para a pesquisa, uma vez que foi aplicada em uma Área de Proteção Ambiental (APA), bem como a integração: de imagens de alta resolução, classificadores automáticos orientados a objetos, metodologia de ecologia de paisagem e técnicas de fotointerpretação para quantificar a fragmentação florestal da micro-bacia hidrográfica.

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA POR MEIO DE IMAGENS SRTM E TERMAL

WILLIAN SAMUEL SANTANA DA ROZA (1)
ANYELLE DA CRUZ SANTOS (1)
SELMA REGINA ARANHA RIBEIRO (1)

(1) Universidade Estadual de Ponta Grossa
Setor de Ciências Exatas e Naturais
Departamento de Geociências, Ponta Grossa - PR
willianssr@gmail.com
anyellenani@gmail.com
selmar.aranha@gmail.com

A temperatura do ar é influenciada principalmente pela altitude, latitude e longitude, e normalmente decresce com a elevação da altitude, esta taxa de arrefecimento ocorre, pois uma massa de ar seco em ascensão está sujeita a pressão cada vez menor, aumentando seu volume e diminuindo a temperatura. Como este gradiente térmico depende da saturação do ar, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de 1ºC a cada 180 metros. No Paraná esta alteração é de 0,6ºC para cada 100 m de altitude (DURY, 1972). O objetivo deste estudo é a análise da variação de temperatura por meio de MDE (Modelo Digital de Elevação) e imagem termal. Os MDE são um dos dados mais importantes para análises geoespaciais de altitude, uma representação digital de uma seção da superfície, dada por uma matriz de pixels com coordenadas planimétricas (x,y) e um valor de intensidade do pixel, correspondente à elevação (LUIZ *et al* 2007). São obtidos por meio do radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) criado com o objetivo de prover informações altimétricas da superfície terrestre, gerando uma base para estudos espaciais diversos. O Radar SRTM foi lançado em fevereiro de 2000 a bordo do ônibus espacial *Endeavour*, durante 11 dias obteve dados de altimetria estereoscópica de 80% da superfície terrestre, gerando imagens com resolução espacial para os Estados Unidos de 30 m (SRTM 1) e 90 metros (SRTM 3) para a América do Sul. (MEDEIROS et al., 2009). Os dados derivados do SRTM fornecem detalhes para análises de elevação, declividade, aspecto, drenagem e investigações geomorfológicas (JENSEN et. al, 2000). O uso de imagens termais orbitais para este estudo se explica pelo fato de serem úteis para estimar as temperaturas da superfície, tratando-se da temperatura do ar e auxiliam a compreender a distribuição das fontes de calor dentro de uma área urbana ou rural, no contexto geográfico. A área selecionada para o estudo compreende duas cidades localizadas no estado do Paraná, Cascavel e Ponta Grossa, que possuem características semelhantes, são cidades de porte médio, sendo que a primeira possui um perímetro urbano de 89,98 km^2, 283.193 habitantes e uma altitude média de 785 metros, a segunda apresenta uma área urbana 91.72 km^2, 305.545 habitantes e uma altitude média de 975 metros de (IBGE, 2010). Para as análises dos dados das cidades foram utilizadas duas imagens correspondentes a banda espectral 6 (infravermelho termal) que possui resolução espacial de 60 metros do satélite LandSat 7 ETM+. A imagem termal da cidade de Cascavel é do ano de 2003, órbita 223, ponto 77 e a da cidade de Ponta Grossa é do ano de 2002, órbita 221, ponto 77, ambas do mês de março. Para a obtenção das imagens de temperatura do ar das duas cidades usou-se o programa IDRISI 3.2, em que os dados de emissividade da banda termal, infravermelho emissivo, foram transformados em informações de temperatura. De acordo com as áreas de estudo, cidades de Cascavel e Ponta Grossa, gerou-se dois mosaicos de altitude (MDE) com cenas advindas do RADAR SRTM. Com as imagens termais e os mosaicos de MDE foi possível comparar as imagens das duas cidades, de modo que se percebeu que as áreas de menor altitude apresentam maiores temperaturas como às de Cascavel (686 metros) e de Ponta Grossa (850 metros) que variaram de 26º a 30ºC e de 28º a 32ºC, respectivamente. Nas áreas em que se encontram as maiores altitudes, como em Cascavel (804 metros) e em Ponta Grossa (1018 metros) notou-se que a temperatura variou de 20º e 24ºC e 23º e 26ºC, respectivamente, comprovando que em maiores altitudes a temperatura do ar é menor. Com isso pode-se constatar que as imagens termais orbitais transformadas em temperatura do ar, associadas às imagens advindas do SRTM (altitude) possibilitam a análise e relação entre altitude e temperatura.

COMPARAÇAO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE PONTOS EM ALVOS CIRCULARES COM QUALIDADE SUBPIXEL

RENATO CÉSAR DOS SANTOS [(1)]
MAURÍCIO GALO [(1, 2)]
JÚLIO KIYOSHI HASEGAWA [(1, 2)]

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT / Presidente Prudente - SP
[(2)] Departamento de Cartografia
[(1)] Bolsista de IC, PIBIC/CNPq
renato_cstos@hotmail.com, {galo, hasegawa}@fct.unesp.br

Em aplicações da Fotogrametria Digital e Visão Computacional cujo interesse consiste na obtenção de informações de natureza geométrica, através de um conjunto de imagens, é frequente a necessidade da determinação da posição das entidades pontuais nas imagens, a qual na maioria dos casos é expressa por valores inteiros (coluna; linha). No entanto, em algumas aplicações Fotogramétricas a determinação de pontos com acurácia subpixel é relevante, como no caso da calibração de câmaras, controle de qualidade industrial, dentre outras aplicações. A fim de proporcionar uma estimativa da posição de pontos sobre imagens digitais com qualidade subpixel, torna-se necessário a utilização de ferramentas semi-automáticas ou automáticas com este propósito. Este trabalho é proposto considerando este contexto, visando a implementação e comparação de algoritmos que possibilitam a obtenção das coordenadas do centro de alvos circulares com precisão de qualidade subpixel. De modo mais específico neste trabalho é realizada a análise de alguns métodos que atendam tais demandas, como: da média ponderada, da média após binarização automática pelo método de Otsu e o que ajusta uma elipse aos alvos. O primeiro método mencionado consiste na medição das coordenadas do centro do alvo, através da média ponderada dos elementos que compõem uma determinada janela, usando como peso o valor do tom de cinza de cada pixel. O segundo método baseia-se na média geométrica das coordenadas dos pixels que possuem o tom de cinza acima de um limiar, o qual é determinado de forma automática pelo método de Otsu, através da análise do histograma de frequências dos tons de cinza que compõem uma determinada janela em torno do alvo. No terceiro método é realizado o ajuste de uma elipse a partir dos pixels que pertencem ao contorno do alvo. Para a seleção dos pixels que supostamente pertencem à borda dos alvos primeiramente deve-se aplicar um operador que possibilita a detecção destas bordas, como por exemplo o operador de Sobel; e em seguida é realizada sobre a imagem resultante a determinação de um limiar automático através do método de Otsu. Nesse caso específico os valores de tons de cinza que possuem um valor maior que o do limiar são considerados pertencentes à borda do alvo, tendo assim as suas coordenadas (coluna; linha) utilizadas nas equações de observações do MMQ (Método dos Mínimos Quadrados), com objetivo de ajustar uma elipse e em seguida estimar a posição do centro do alvo a partir dos coeficientes estimados para a curva. A escolha da elipse se deve justamente pelo fato dos alvos circulares se degenerarem em alvos elípticos em função da mudança do ponto de vista. Ressalta-se que nos três métodos se trabalha apenas com uma pequena área da imagem, no entorno dos alvos, facilitando assim a aplicação das etapas necessárias para a determinação das coordenadas do centro do alvo. Essa sub-imagem, por sua vez, deve ter sua dimensão conhecida *a priori* e a sua posição central deve ser tomada de forma que a mesma contenha o alvo de interesse. Após a implementação dos métodos descritos foram realizados testes usando alvos simulados e reais, onde foi possível verificar que o método da média após binarização automática por Otsu e o método que ajusta uma elipse ao alvo se mostraram mais eficientes, tanto nas situações onde existe pouco contraste, quanto nas situações em que os alvos possuem diferentes orientações, em comparação com o método da média ponderada. No método da média ponderada os resultados foram de qualidade inferior quando a imagem trabalhada possuiu pouca iluminação e baixo contraste. Como trabalhos futuros, nesta mesma linha, pretende-se realizar um estudo mais aprofundado do método que ajusta uma elipse ao alvo, uma vez que é possível realizar a exclusão de pontos espúrios com base na análise de resíduos, a fim de evitar situações em que os ruídos próximos aos alvos interfiram na estimativa da posição do centro com qualidade subpixel. Além disso, será estudado um método que proporcione as posições dos centros das janelas utilizadas, bem como as dimensões das mesmas, de forma automática.

Agradecimento: Os autores agradecem ao programa PIBIC/CNPq e à UNESP/Reitoria pelo apoio e suporte no desenvolvido do projeto de IC.

IDENTIFICAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE EDIFICAÇÕES EM IMAGEM ORBITAL DE ALTA RESOLUÇÃO GEOEYE UTILIZANDO ÁRVORES DE DECISÃO

FELIPE MARTINS MARQUES DA SILVA (1)
HIDEO ARAKI (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
felipemarques21@hotmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
haraki @ufpr.br

O mapeamento urbano consiste na representação cartográfica das feições presentes em uma cidade, tais como ruas, edificações, praças, etc., possibilitando o seu planejamento urbano. Este mapeamento demanda grande esforço de mão-de-obra na identificação e delineamento de tais feições para elaboração da base cartográfica. Diante disso, a comunidade científica tem despendido esforços para automatizar ou semi-automatizar este processo, visando obter mapeamentos confiáveis de modo mais ágil. O desenvolvimento de sensores orbitais de alta resolução espacial fez surgir mais possibilidades de utilização das imagens de satélite. Dentre tais aplicações, está a utilização para o mapeamento urbano, antes restrito às fotografias aéreas. Dentre os satélites de alta resolução está o GeoEye, com imagens cujos pixels podem representar áreas de 50cm x 50cm no terreno (0,25m²). A melhoria da resolução espacial dos novos sensores orbitais permite visualizar detalhes de feições urbanas, mas apresenta limitação na resolução espectral, pois as bandas multiespectrais se limitam às regiões do visível e do infravermelho próximo no espectro eletromagnético. Nesta região do espectro muitos tipos de materiais presentes em áreas urbanas apresentam comportamento espectral semelhante, como é o caso de telhados de fibrocimento e de asfalto, dificultando a sua diferenciação apenas com base no valor do pixel. As edificações são uma das principais feições no mapeamento urbano e, por isso, buscou-se neste trabalho identificar edificações com telhados de fibrocimento. Métodos de classificação automática de imagens podem se basear no pixel individual ou nos segmentos obtidos por processos de segmentação. Este trabalho aborda a segunda técnica. A segmentação é o processo de subdividir a imagem digital em regiões, baseando-se na suposição de que elas representem feições do mundo real e sejam definidas na imagem por seus pixels apresentarem características semelhantes. Deve-se ressaltar que uma boa segmentação é fundamental para uma melhor classificação de uma imagem digital. O ideal é que cada segmento represente ou envolva uma, e apenas uma, feição do mundo real. A identificação dos segmentos de telhado será feita segundo seus respectivos atributos, entre os quais estão a área e o perímetro de um segmento, que possuem significo físico, e outros que não apresentam significado físico explícito, tais como média ou desvio-padrão de um conjunto de pixels. Cada atributo é um valor numérico que busca quantificar uma determinada característica de um segmento e pode contribuir para a classificação de imagens. Para verificar quais atributos são mais significativos para identificar telhados de fibrocimento, construiu-se uma árvore de decisão. Algoritmos de árvore de decisão, tais como o ID3 e o C4.5, subdividem a amostra de segmentos pelo atributo que propicia o maior ganho de informação, até obter um subconjunto mais homogêneo possível, que é quando todos pertencem a uma única classe. Utilizou-se o algoritmo FLSA (*Full-Lambda Schedule Algorithm*) - do software ENVI EX - que realiza a segmentação através da detecção de bordas e posterior fusão de segmentos, sendo controlado por dois parâmetros: *scale level* e *merge level*. Neste trabalho, estes parâmetros foram ajustados experimentalmente focando na melhor segmentação de "edificação de telhado de fibrocimento", uma vez que não há uma técnica de segmentação capaz de, simultaneamente, segmentar perfeitamente todos os tipos de feições presentes nas imagens. Segmentou-se uma área selecionada na imagem GeoEye (aqui chamada de "área de referência"), *pan-sharpened*, com o algoritmo FLSA e foram gerados um 4.111 segmentos, onde cada um deles possui um conjunto de 39 atributos. Deste conjunto de dados - segmentos e atributos - se extraiu uma amostra com 688 segmentos, divididos nas classes Edificação de Fibrocimento, Árvore, Gramado, Sombra, Piso, Quadra e Piscina. Os segmentos gerados serviram de entrada para o

algoritmo de árvore de decisão J48, presente no software WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*). Submetido a este algoritmo, ao fim tem-se o desenho da árvore de decisão, que é a visualização das várias partições realizadas até uma determinada classe, neste caso telhados de fibrocimento. Este caminho com os atributos utilizados, permite gerar uma regra que identifica outras ocorrências do mesmo tipo de telhado. Os atributos que definiram edificações de telhado de fibrocimento foram: a textura, a média na banda do verde, o índice NDVI , a circularidade , e a média na banda do infravermelho. Observou-se que o atributo "circularidade" se fez presente na regra porque as amostras das residências eram, na sua maioria, de segmentos cuja forma se encaixa em um quadrado envolvente. Esta forma se aproxima, também, de um círculo, garantindo um valor alto para o atributo "circularidade". A regra que se forma é: *"Se um segmento possuir atributos de (textura <= 364.965276) e (média da banda 2 > 283.662791) e (NDVI <= 0.616707) e (circularidade > 0.325971) e (média da banda 4 <= 914.407625), será classificado como Edificação de Telhado de Fibrocimento".* Esta regra foi obtida através de uma classificação correta de 627 segmentos (91%) dos 688 utilizados, com índice Kappa igual a 89,15%. Para verificar a abrangência da regra frente a outras segmentações, foram escolhidas cinco outras áreas na mesma imagem. Estas áreas possuíam, respectivamente, 20, 25, 12, 17, e 17 edificações de telhado de fibrocimento a serem identificadas. Os valores dos parâmetros *scale level* e *merge leve*l ficaram em torno de 63 e 75, respectivamente, para todas as imagens, exceto para a imagem 03, onde o *scale level* foi de 42. Foram identificadas 16 edificações de telhado de fibrocimento na área 01, 25 na área 02, 11 na área 03, 15 na área 04 e 02 na área 05. O desempenho não satisfatório na área 05 foi devido à presença de edificações com telhados de tonalidade mais escura do que a prevista na regra. Assim, para a identificação destas, as amostras devem ser representativas das variações possíveis na classe, ou ainda devem-se criar classes mais específicas, originando outras regras. Diante dos resultados, concluiu-se que a utilização de regras obtidas com árvores de decisão apresenta bom desempenho na identificação de edificações similares àquelas presentes na área de referência.

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE FUSÃO NA SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL, RADIOMÉTRICA E ESPECTRAL

FELIPE MARTINS MARQUES DA SILVA (1)
HIDEO ARAKI (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba - PR
felipemarques21@hotmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
haraki @ufpr.br

Sensores orbitais de alta resolução adquirem imagens pancromáticas de resolução espacial mais refinada e imagens multiespectrais de menor resolução espacial, mas possuem bandas que englobam a região visível e do infravermelho próximo no espectro eletromagnético. A sensibilidade e a amplitude de comprimentos de onda percebidos pelos detectores das bandas multiespectrais difere daqueles da banda pancromática. No caso do sensor QuickBird, a banda pancromática corresponde à faixa de 450 a 900 nm (nanômetros), enquanto as quatro bandas espectrais estão localizadas nas faixas de 450 a 520 nm, 520 a 600 nm, 630 a 690 nm e 760 a 900 nm. Técnicas de fusão (*pan-sharpening*) são normalmente utilizadas para juntar a informação espectral presente nas bandas multiespectrais com a informação espacial mais refinada presente na banda pancromática, gerando como resultado uma imagem com a resolução espacial equivalente à da banda pancromática. Idealmente, a fusão deveria gerar uma imagem multiespectral de alta resolução espacial, mantendo a informação espectral que permitiria a melhor distinção de alvos, inclusive possibilitando um melhor desempenho na segmentação. No entanto, os métodos que realizam uma transformação no espaço de cores (de RGB para HSV) e o método da substituição da componente principal causam alteração na informação espectral uma vez que a banda pancromática não é igual a primeira Componente Principal ou à imagem V (Valor), fazendo com que a imagem resultante da fusão sofra alteração na informação espectral, o que pode dificultar a posterior análise da imagem. A transformação no espaço de cores tradicional utiliza apenas três bandas espectrais, sendo necessário descartar uma das bandas ao realizar a fusão. Uma variante deste método consiste na geração da imagem acromática (V) a partir das três bandas multiespectrais, e da subtração entre a banda pancromática e V; a diferença calculada é somada a cada uma das bandas multiespectrais. Outra variante da transformação no espaço de cores pode ser aplicada a quatro bandas multiespectrais, considerando dois fatores, alfa e beta, que multiplicam, respectivamente, as bandas correspondentes ao verde e ao azul, com a condição de que a soma de alfa mais beta seja igual à 1. Outra técnica, denominada de Modulação da Intensidade, consiste em multiplicar cada banda multiespectral pela razão entre a banda pancromática original e a sua correspondente filtrada com um filtro passa-baixa. Neste trabalho são abordadas as quatro técnicas de fusão descritas anteriormente: Substituição da Componente Principal, a variante da transformação no espaço de cores HSV com 3 bandas, a Transformação HSV com 4 bandas, e a Modulação de Intensidade.

Foram calculados os coeficientes de correlação entre as bandas das imagens híbridas resultantes da fusão e as bandas multiespectrais para avaliar a desempenho de cada método de fusão sobre uma imagem Quickbird. A segmentação de imagens digitais é um processo que divide a imagem em áreas homogêneas que englobem feições individuais, diminuindo a complexidade da mesma e propiciando o aumento da eficiência dos métodos de classificação de imagem. Um dos algoritmos de segmentação que se pode citar é o FLSA (*Full-Lambda Schedule Algorithm*), que possui abordagem de detecção de bordas com posterior fusão de segmentos. Este algoritmo é manipulado por dois parâmetros: *scale level* e *merge level*. Imagens geradas com as quatro técnicas de fusão foram segmentadas com este algoritmo, e seus resultados foram comparados entre si. A escolha do parâmetro *scale level* foi feita procurando não misturar feições (edificação com árvore próxima, por exemplo), mesmo que internamente a feição esteja bastante supersegmentada. O parâmetro *merge level* realizou a fusão destes segmentos internos à feição, melhorando a segmentação. Foram selecionadas quatros áreas de teste. As áreas teste foram selecionadas visando dois tipos de feições: edificações de telhado de fibrocimento nas Áreas 01 e 02, e edificações de telhado cerâmico nas Áreas 03 e 04. Para estabelecer critério de comparação das segmentações, foram fixados os dois parâmetros de segmentação, *scale level* e *merge level*, com base nas imagens geradas pela técnica HSV com 3 bandas. Ou seja, ao segmentar a imagem HSV 3 bandas, os valores dos parâmetros que segmentaram melhor as edificações em foco, serviram de base para a segmentação das demais imagens. Assim, na Área 01 foram fixados os valores 56 e 80 (scale *level* e *merge level*, respectivamente); na Área 02, valores 45 e 70; na Área 03, valores 54 e 73; e na Área 04, valores 72 e 55. As imagens geradas com os métodos das Componentes Principais e Modulação de Intensidade apresentaram melhores resultados para as áreas 01 e 02, onde a dimensão das edificações é maior do que a das áreas 03 e 04. Observou-se que nas edificações com telhas de fibrocimento a segmentação foi melhor, onde a fusão permitiu uma melhor resolução espacial sem gerar grandes distorções espectrais. Isto pode ser constatado ao verificar que a segmentação das imagens geradas por Componentes Principais e Modulação de Intensidade foi superior a da imagem pancromática. As áreas 03 e 04 não apresentaram melhoras significativas nas suas segmentações em função da fusão. Atribui-se isso ao fato das edificações destas áreas serem residências muito próximas entre si, com outras feições espectralmente similares nas vizinhanças. Outro fator importante foi a iluminação solar, que se faz mais influente nos telhas cerâmicas do que nas de fibrocimento, em função da própria inclinação necessária ao processo construtivo.

DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO USANDO RESTITUIÇÃO FOTOGRAMÉTRICA COM A TRANSFORMAÇÃO PROJETIVA

LYSSANDRA MORAES SILVA [1]
JOAO HENRIQUE BECKER [1]
JORGE ANTONIO DA SILVA CENTENO [2]

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
(1) Engenharia Cartográfica
(2)Departamento de Geomática,
Curitiba – PR
Centeno@ufpr.br

A preocupação com a preservação do patrimônio cultural de uma sociedade é um problema mundial que tem como objetivo preservar a memória para gerações futuras. Existem vários aspectos que são incluídos neste problema, sendo um deles a questão do patrimônio arquitetônico. O Brasil, sendo um país que sofreu a influência de diferentes migrações européias e de outros continentes, possui uma grande riqueza cultural que se reflete em construções e monumentos que devem ser preservados. Lastimosamente, esta tarefa é muito onerosa em função da alta quantidade de objetos e as dificuldades técnicas encontradas. Um passo fundamental neste processo é a documentação dos objetos, pois mesmo sem ações de preservação ou recuperação, pelo menos o registro dos objetos, sua geometria e aparência, é necessário. Existem diferentes opções para esta tarefa, sendo a Fotogrametria Terrestre uma das mais difundidas em função do recente barateamento do equipamento digital, sendo o comitê Internacional da Fotogrametria Arquitetural CIPA (International Committee for Architetural Photogrametry) o órgão encarregado de divulgar e agregar os esforços para o uso desta técnica a nível mundial. A Fotogrametria Terrestre é uma técnica que permite a obtenção de informações geométricas de objetos a curta distância, por exemplo, sua posição, tamanho e forma. Seu princípio básico é a restituição a partir de fotografias do objetos, que podem ser pares estereoscópicos ou fotos simples. Para a restituição tridimensional de um ponto são necessárias pelo menos duas fotografias. Isto se permite restituir objetos com variações de profundidade. Quando se trata de objetos mais ou menos planos, como é o caso de fachadas, o uso de uma fotografia é viável, pois os pontos a serem restituídos se encontram num único plano, o plano da parede. Este trabalho apresenta os resultados de um trabalho de aplicação de fotogrametria terrestre para a restituição de fachadas. Para efetuar este trabalho, uma câmara de baixo custo convencional foi calibrada, utilizando o método de Zhang que se baseia no reconhecimento automático de um padrão geométrico com dimensões conhecidas. A seguir, o processo de coleta de dados se inicia definindo as estações de aquisição das fotografias em função da escala a ser adotada e a posterior aquisição das imagens com a câmara digital. Paralelamente ao levantamento fotogramétrico, pontos de apoio são lidos no objeto, para servir posteriormente como entrada no modelo de transformação. Como as imagens são adquiridas sem o levantamento exato da posição e orientação da câmara, a orientação exterior das imagens não está previamente definida. Porém, é possível definir a relação entre o plano do objeto (fachada) e o plano de imagem através de um modelo matemático adequado. Neste caso a transformação projetiva foi utilizada. Este modelo permite calcular as coordenadas bidimensionais de pontos no plano da fachada a partir de coordenadas bidimensionais medidas na imagem. Este modelo é assim aplicado a cada fotografia isoladamente, mantendo um único ponto como origem comum do sistema no espaço objeto. A seguir, as imagens são combinadas, formando um mosaico. Para isto, as fotografias geometricamente corrigidas devem ser submetidas a processos de correção radiométrica para diminuir as diferenças de cor entre elas e assim formar um mosaico contínuo, tanto em termos geométricos como de cor.

ANÁLISE DE PRECISÃO E REFLECTÂNCIA DE UM LASER SCANNER TERRESTRE

RAFAEL MOHL DE SOUSA (1)
ÁLVARO MURIEL LIMA MACHADO (1)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba – PR
Centro Politécnico, CP 19.001, CEP 81.531-990
Tel/FAX: 55 41 3361-3153
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
rafaelmohl@me.com, alvaroml@ufpr.br

Aparelhos de medição estão cada vez mais potentes e precisos para usos nas mais diferentes áreas do conhecimento científico. Áreas onde o conhecimento da precisão é essencial, a mensuração dos erros e desvios obtidos pelos aparelhos de medição são de crucial importância para obter resultados confiáveis. Esta pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Fotogrametria e Fotointerpretação da Universidade Federal do Paraná. O aparelho utilizado para os testes realizados é o laser scanner HDS3000 produzido por Leica Geosystems Inc. A sigla HDS vem de High Definition Surveying, ou Topografia de Alta Definição. Este aparelho usa um laser de cor verde na faixa do visível com operação máxima de até 300m de distância. Sua precisão nominal é de 4mm em uma faixa de até 50m, e pode ler até 4.000 por segundo. O aparelho de laser scanner terrestre, é muito utilizado nas áreas de cartografia e geologia para diversas aplicações de modelagem e mensuração de objetos e áreas topográficas. Neste contexto este artigo vem a demonstrar os resultados de testes que supõem a precisão do aparelho diante a diversas situações onde o equipamento pode ser operado. O objetivo de desta pesquisa é documentar o retorno do feixe de raios laser com diferentes materiais e ângulos incidentes. Ou seja, a reflectância obtida para cada ângulo de incidência do feixe. Para demonstrar isto, foram realizados consecutivos testes com chapas metálicas planas recobertas com diferentes pinturas. As chapas foram escanerizadas pelo laser em diferentes ângulos para que se pudesse detectar um padrão de reflectância para cada material. Fica claro com a análise dos testes que existe um forte padrão ligado diretamente com a tonalidade do objeto. A reflectância para objetos escuros se torna bem limitada, enquanto objetos claros não manifestam grande alteração relativa a altos ângulos de incidência. Testes de precisão também puderam ser aplicados aos testes. A precisão pode ser detectada verificando o desvio padrão de um plano. Um plano deve ter o desvio padrão igual a zero, pois todos os pontos estão a mesma distância. Portanto, na reconstituição dos pontos tridimensionais do plano, deve se mostrar o mínimo desvio a fim de ressaltar a boa precisão de leitura do equipamento. Nestes testes são mostrados todos os desvios referentes aos seus ângulos assim como o seu crescimento em relação ao ângulo incidente do raio. Todos os testes se demonstraram abaixo da precisão nominal do equipamento de 4mm. Um teste paralelo para detectar a reflectância e a precisão para alvos em distancias diferentes também foi realizado. A partir deste ainda se detectou uma distância de 21 metros com maior índice de reflectância e uma precisão, oscilante, mas sempre abaixo dos 4mm. Em suma, este artigo esclarece através de gráficos e análises, o comportamento detalhado do aparelho de laser scanner terrestre.

ACCURACY ASSESSEMENT OF VIRTUAL IMAGES GENERATED FROM TWO OBLIQUE FRAMES

ANTONIO MARIA GARCIA TOMMASELLI (1)
MAURÍCIO GALO (1)
RODRIGO FERREIRA LOPES (2)
JOSÉ MARCATO JUNIOR (2)
MARCUS V. ANTUNES DE MORAES (3)

(1) Universidade Estadual Paulista
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente, SP
tomaseli, galo@fct.unesp.br

(2) Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
jrmarcato, eng.rodrigo.flopes@gmail.com
(3) Bolsista PIBIC-CNPq antunesdemoraes@gmail.com

Digital cameras with medium format with 80 megapixels are now available with favorable cost/benefit when compared to high-end digital photogrammetric cameras. As a consequence, many companies are using professional medium format cameras in mapping projects. Compared to large format digital cameras, medium format digital cameras have smaller ground coverage area. Image acquisition systems based on multi-head arrangement of digital cameras are attractive alternatives enabling larger imaging area when compared to a single digital frame camera. Several manufacturers are integrating individual cameras to produce high-resolution multispectral images. The simultaneously acquired oblique images from the multiple heads can be processed as units or they can be registered and mosaicked to generate a virtual image. In any case, knowledge of the relative orientation between cameras is desirable. One strategy is to directly measure the coordinates of the perspective center of each camera and to indirectly determine the orientation (rotation matrix) of these cameras using a bundle block adjustment. Another alternative is the simultaneous calibration of both Inner Orientation Parameters (IOP) and Relative Orientation Parameters (ROP) for two or more cameras using the constraints that the relative rotation matrix and the base distance, or base components, between the cameras heads are stable. The inclusion of these constraints in the bundle adjustment seems reasonable because the estimation of relative orientation parameters (ROPs) from a previously adjusted block can result in significant deviations between different pairs of images, i.e., larger physical variations than expected. The approach proposed in this paper to generate larger virtual images from dual head cameras follows four main steps: (1) dual head system calibration; (2) image rectification; (3) image registration and; (4) radiometric correction and fusion to generate a large image. In the experiments two Fuji FinePix S3Pro RGB cameras, with a nominal focal length of 28 mm, were used. Firstly, the system was calibrated in a terrestrial test field consisting of a wall with signalized targets. Several experiments were conducted to assess the results with distinct approaches and to check its effects in the rectified images. Thirty two images were used (16 for each camera) in four stations. The image coordinates of circular targets were extracted with subpixel accuracy using an interactive tool that computes the center of mass after automatic threshold estimation. Four exposure stations were used, and in each station, eight images were captured (four for each camera), with the dual-mount rotated by 90º, -90º and 180º. After eliminating images with weak point distribution, 21 images were used: 11 images taken with camera 10 with camera 2; 6 images of camera 1 matched to corresponding images acquired with camera 2, with the result that 6 pairs were collected at the same instant. To assess the proposed methodology with real data, six experiments were carried out, without and with different weights for the RO constraints. The experiments were carried out with RRMSC (Relative Rotation Matrix Stability Constraints) and BLSC (Base Length Stability Constraint), but varying the weights in the constraints. The two cameras were also calibrated in two separated runs and in the same bundle system, but without RO constraints. Rectification is performed by using collinearity equations with some particularities. The same procedure is applied for both images, but with different values for the projection planes, depending on the image scale. In the registration step, tie points located in the overlap area of the rectified images are searched using area based correspondence methods. The coordinates of these points should be the same, but can be slightly different, due to uncertainties in the EOPs and IOPs and also due to different PC positions. The discrepancies are assessed through the analysis of its standard deviations. In case the standard deviations are less than 2 pixels, the images can be fused. The best results for registration of the rectified images were achieved admitting a variation of 10” for rotations and 0,1 mm for the base distance. For this configuration, residuals in the tie

points were smaller than 1 pixel. The results in registration for other calibration sets presented higher residuals. When using the EOPs and IOPs derived from separated calibrations, the residuals in the registration of the rectified images were around 4 pixels in rows and 1 pixel in columns. Constraints with 30" of variations in the rotations, on the other hand, produced IOPs and EOPs that generated rectified images for which the residuals in the registration were around 5 pixels in rows and 1 pixel in columns. The IOPs and ROPs computed for the best trial were then used to produce virtual images from dual frames acquired in a flight with the same dual head arrangement. The virtual images were used in a bundle block adjustment showing that the results are similar to a conventional frame camera with a single sensor. The residuals in fusion of the rectified oblique aerial images were also assessed showing that good results were achieved with the parameters computed with the dual-head calibration method, imposing constraints of stability of the relative orientation parameters.

ANÁLISE DERIVATIVA DE DADOS ESPECTRAIS: ESTUDO DE CASO DO RESERVATÓRIO DE NOVA AVANHANDAVA

ALEX GARCEZ UTSUMI
FERNANDA SAYURI WATANABE
MARIA DE LOURDES BUENO TRINDADE GALO
NILTON NOBUHIRO IMAI

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia-FCT
alex_utsumi@yahoo.com.br; fernandasyw@gmai.com; {mlourdes,nnimai}@fct.unesp.br

A floração de algas é um fenômeno comum em ambientes de águas paradas, como lagos e reservatórios, pois esses ambientes apresentam características distintas dos cursos d'água, além de funcionarem como ecossistemas complexos, com interações permanentes e dinâmicas com a bacia à qual pertencem. O crescimento excessivo do fitoplâncton pode causar riscos para reservatórios, principalmente para mananciais de abastecimento e estações de tratamento de água, podendo ocorrer não somente em ambientes poluídos e eutrofizados, mas também em reservatórios considerados de baixo risco. Dentre os diversos grupos de algas existentes na comunidade fitoplanctônica destaca-se o grupo das cianobactérias. Um dos problemas causados pelas cianobactérias é a ocorrência de espécies tóxicas, das quais vinte foram registradas no Brasil. Considerando os efeitos adversos que as mudanças no meio ambiente têm ocasionado, existe uma crescente necessidade de se buscar novas tecnologias e ferramentas para obter informações sobre as substâncias que podem causar danos mais nocivos, principalmente à saúde humana. A utilização do Sensoriamento Remoto para detecção e monitoramento de características potencialmente nocivas à qualidade das águas tem se mostrado uma alternativa viável, no caso das substâncias na água que apresentam propriedades ópticas. Tem sido crescente pesquisas sobre substâncias indicadoras da qualidade da água por meio do comportamento espectral, principalmente pelo fato, dos pigmentos clorofila-a e ficocianina apresentarem características específicas de absorção da radiação eletromagnética e se constituírem em bons indicadores da presença do fitoplâncton no corpo água. A clorofila-a é o principal pigmento responsável pela fotossíntese, apresentando um pico de absorção em 433 nm e outro em 686 nm. Por estar presente em todos os organismos fotossintetizantes, esse pigmento se constitui em um importante indicador da quantidade total de fitoplâncton. O pigmento ficocianina, entretanto, está presente apenas nas cianobactérias, constituindo-se em um bom indicador deste tipo de algas. A ficocianina apresenta um pico de absorção em 620 nm e emissão por fluorescência em 650 nm. Este comportamento cria uma assinatura espectral que torna possível a detecção deste grupo de algas por meio de dados espectrais. Nesse sentido, tem-se como hipótese desta investigação que é possível a extração de informações da qualidade da água por meio da análise dos espectros de água, particularmente pesquisando os picos de absorção e emissão desses pigmentos. Entre outras técnicas, destaca-se a análise derivativa de dados espectrais, a qual vem sendo usada há mais de cinquenta anos para extrair informações a partir do resultado da aplicação de uma operação de derivada sobre uma curva espectral. Cada componente opticamente ativo presente na água apresenta uma assinatura espectral própria, de modo que com a aplicação dessa técnica há uma redução nos efeitos dos componentes de menor ordem, tornando evidentes algumas características do corpo d'água. Este trabalho tem como objetivo analisar os espectros de água coletados em campo para a detecção do fitoplâncton, e especificamente o grupo cianobactérias. A presente análise foi conduzida em uma região do Reservatório de Nova Avanhandava, localizada na bacia do Baixo Tietê, São Paulo. O Reservatório de Nova Avanhandava possui uma extensão de 210 km², com usos múltiplos como abastecimento público e industrial, irrigação, navegação e despejo de efluentes. Para a coleta dos dados espectrais utilizou-se o espectrorradiômetro modelo ASD Field Spec HandHeld. Em cada ponto amostral foram registradas 10 medições espectrais da água, para o cálculo de uma curva média. Este procedimento é feito com o objetivo de minimizar os efeitos dos ruídos, uma vez que os dados foram tomados sob condições naturais. Após realizar essa operação, foi aplicada uma análise derivativa sobre as curvas suavizadas, usando o aplicativo Excel, com o objetivo de realçar algumas feições nas curvas espectrais. Esses procedimentos foram realizados em três pontos amostrais que apresentavam respostas espectrais distintas, de modo que pôde-se comparar as respostas espectrais dos locais em que havia predominância de cianobactérias com outros em que não havia. A partir da primeira derivada pôde-se retirar o efeito da reflectância da água, tornando evidente a presença dos pigmentos ficocianina e clorofila-a. A segunda derivada corrobora a idéia da presença de clorofila-a, uma vez que o pico em torno de 720 nm ainda pode ser evidenciado. A análise de dados espectrais da água se mostrou de grande valia para detecção do fitoplâncton no reservatório de Nova Avanhandava, e ainda, a partir da análise do comportamento espectral do pigmento ficocianina pôde-se constatar a presença de cianobactérias.

TÉCNICAS PARA DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO E GERAÇÃO DO MAPA DE PODER DE CAPTURA DE CO_2 DE PASTAGENS ATRAVÉS DE PRODUTOS DO SENSORIAMENTO REMOTO

CARLOS ANTONIO OLIVEIRA VIEIRA (1)
ALICE MARINHO ETIENNE (2)
AURILÉDIA BATISTA TEIXEIRA (3)

(1) Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Geociências, Florianópolis - SC
carlos.vieira@ufsc.br

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
alice.etienne@ufv.br

(3) Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural, Florianópolis - SC
auriledia@yahoo.com.br

Este estudo objetiva desenvolver e validar as técnicas de identificar, classificar, delinear e estimar as áreas ocupadas pela pastagem e os métodos de monitoramento e estimativa da produtividade de pastagem na Bacia do Rio Turvo Sujo do Estado de Minas Gerais através de imagens do sensoriamento remoto. A produção de leite bovino é uma das principais atividades econômicas dos municípios localizados na Bacia do Rio Turbo Sujo do Estado de Minas Gerais. Os usos impróprios do solo e a expansão das atividades agropecuárias nas áreas menos favoráveis resultam na aceleração da degradação do solo e comprometem a diminuição da produtividade da pastagem e em conseqüência afetam a produção do leite. Portanto, o monitoramento da produção de pastagem fornece uma informação importante nas previsões de produção e preço do leite nesta região. As técnicas de reconhecimento de padrão da superfície do espaço espectral-temporal foram aplicadas para a estimativa da área total ocupada pela pastagem da bacia do Rio Turvo Sujo. O método utilizado para a estimativa de produtividade de pastagem foi desenvolvido em função de eficiência fotossintética (εf), Normalized Diference Vegetation Index (NDVI) e Photosynthethic Active Radiation (PAR). Os dados de Radiação Solar (Rs) da estação meteorológica de Viçosa foram usados para calcular os dados de PAR. Os dados de Rs foram validados com as medições pelos sensores Quantum do LICOR em campo. Imagens MODIS e Landsat foram utilizadas para a geração dos dados de NDVI. Os valores de εf em função dos diferentes estágios de crescimento da pastagem foram determinados com os dados de PAR, NDVI e Matéria Seca (MS) coletados em campo. O poder de captura de CO_2 da pastagem na bacia de estudo foi obtido pela produção primara líquida da pastagem (kg/ha) multiplicando um fator de CO_2 /CH2 O (44g/30g = 1,2667). O método de mapeamento de pastagens, utilizando produtos do sensoriamento remoto e o classificador: Redes Neurais Artificiais, mostrou-se bastante efetivo para a determinação de áreas com cobertura de pastagens na bacia do Rio Turvo Sujo, em Minas Gerais. Ao término dessa pesquisa, conclui-se que é possível monitorar as condições de crescimento, produtividade e taxa de fixação de CO_2 de pastagem na Bacia do Rio Turvo Sujo (MG), utilizando produtos derivados de imagens orbitais. Observou-se um crescimento considerável da produção de pastagem na bacia para o período de 2006 a 2009. O método desenvolvido foi aplicado com sucesso para a geração de mapas da capacidade de captura de CO_2, que é um parâmetro importante para captar os recursos internacionais, que financiam projetos de captura de CO_2 e os projetos de manter o ar limpo no globo terrestre.

POTENCIAL USO DE DADOS LASER SCANNER AEROTRANSPORTADO INTEGRADO A IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO PARA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS.

JULIANO DE ANDRADE WALTER (1)
AMANDA KOCHE MARCON (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
julianoawalter@hotmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Engenharia Florestal, Curitiba - PR
amandamarcon@yahoo.com.br

Este trabalho tem como finalidade a utilização de dados obtidos através do sistema Laser Scanner Aerotransportado integrado com imagens de alta resolução para a obtenção das variáveis dendrométricas como forma alternativa e auxiliar ao inventário florestal convencional. A obtenção de informações sobre as florestas de maneira convencional exige tempo e uma equipe de pessoas especializadas para a realização de um inventário, o que geralmente estão associados a altos custos, e às vezes, acabam se tornando até inviáveis devido ao difícil acesso e a grande extensão da área a ser levantada. Desta maneira o sensoriamento remoto surge como forma alternativa à solução desses problemas. A utilização racional dos recursos florestais tem motivado o uso de dados de sensoriamento remoto, informações confiáveis do crescimento e da produção dos povoamentos são essenciais para o planejamento das atividades de manejo florestal. Além da capacidade de estimar custos e receitas, a análise de diferentes estratégias de manejo florestal requer a estimativa do crescimento e da produção. A dendrometria, usada de forma recorrente em inventários florestais, vem se modernizando com os freqüentes avanços tecnológicos. Dentre essas técnicas, equipamentos baseados em emissões a LASER são hoje cada vez mais utilizados, que é o caso da tecnologia LiDAR abordada nesse trabalho. O sistema LiDAR aerotransportado, é uma técnica de sensoriamento remoto ativo que tem demonstrado bons resultados na mensuração da estrutura vertical e horizontal em ambientes florestais, auxiliando o entendimento dos ecossistemas florestais, produzindo informações com alta confiabilidade sobre as variáveis dendrométricas para estudo de parâmetros biofísicos da vegetação. Contudo, a maioria dos estudos se concentra em florestas plantadas para fins comerciais ou em tipos florestais mais homogêneos, para fins de inventário e manejo. São poucos os estudos em florestas tropicais, caracterizadas pela heterogeneidade de espécies e formas. Este estudo foi realizado nas dependências do Graciosa Country Club, localizado na área urbana de Curitiba-PR, formada por vegetação típica de indivíduos pertencentes a floresta Ombrófila Mista e diversas espécies exóticas. A pesquisa propõe uma metodologia para obtenção de variáveis dendrométricas a partir de imagens de alta resolução do satélite GeoEye associados a tecnologia LiDAR, sendo utilizado dados adquiridos por meio de um sistema ALTM 2050 da Optech. Para individualização das árvores foi testado um procedimento de segmentação semi-automático através do modelo digital de superfície. Os segmentos indesejados foram inicialmente eliminados, limitando a segmentação a uma quantidade adequada de pixels, delimitando assim as copas das árvores. A partir da segmentação, os indivíduos foram numerados e mensurados remotamente obtendo-se a altura e área da copa de cada um deles diretamente. Os mesmos foram identificados em campo de acordo com a segmentação feita em laboratório, sendo então mensurados de maneira convencional, onde as alturas foram obtidas através do Hipsômetro Trigonométrico de Blume Leiss e a circunferência foi medida com o auxilio de fita métrica. Os resultados foram então anotados em planilha de campo e digitalizados em computador para a comparação dos dois métodos. Através de softwares serão feitas análises estatísticas para verificar a similaridade dos métodos e análises de correlação e regressão para estimativa dos diâmetros e volumes em função dos dados LiDAR (área da copa e altura). Finalmente, são comparados os resultados obtidos entre os dois métodos, permitindo assim a avaliação da eficácia do procedimento feito de maneira remota.

DELINEAMENTO DE COPAS DE ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE) ATRAVÉS DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ASSOCIADAS À TECNOLOGIA LiDAR

JULIANO DE ANDRADE WALTER (1)
AMANDA KOCHE MARCON (2)

(1) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
julianoawalter@hotmail.com

(2) Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Engenharia Florestal, Curitiba - PR
amandamarcon@yahoo.com.br

O objetivo deste estudo é delinear e identificar as copas de *Araucaria angustifolia* (*Bertol*.) Kuntze a partir de imagens de alta resolução. Conhecida popularmente como Pinheiro-do-paraná e pertencente à família Araucariaceae, a *Araucaria angustifolia* é a principal e mais imponente espécie arbórea encontrada na Floresta Ombrófila Mista, formação típica de parte do planalto sul brasileiro. Esta espécie foi no passado o principal produto madeireiro do Brasil, devido à sua madeira de alta qualidade e a sua grande disponibilidade nas florestas naturais, sendo por muito tempo matéria-prima para a maioria das serrarias da região sul do país. Essa exploração indiscriminada a colocou na lista das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e atualmente sua supressão é proibida por diversas leis e decretos nos âmbitos federais, estaduais e municipais. A araucária quando em estágio adulto ocupa o dossel das florestas, possuindo um padrão de copa característico, em formato circular, com folhas (acículas) escuras e localizadas nas extremidades dos galhos. Estas características tornam esta espécie facilmente identificável nas imagens de satélites quando em contraste com outras espécies da sua formação vegetal, sobretudo em razão da sua grande freqüência nas florestas naturais preservadas. A identificação do arranjo espacial das araucárias pode servir para diversos estudos silviculturais, fitossociológicos e ecológicos, a fim de compreender a dinâmica florestal, a distribuição espacial e analisar a degradação do seu habitat, bem como para o controle e fiscalização de planos de manejo em áreas naturais. Serve ainda de apoio à vistoria técnica de entidades certificadoras ou órgãos ambientais, permitindo fornecer um banco de dados para monitoramento dos recursos naturais em um determinado momento e as suas tendências ao longo do tempo. A avaliação das situações de ocorrência de copas de araucária, individuais e/ou agrupadas, a partir do sensoriamento remoto, possibilita a classificação, qualificação e quantificação dos indivíduos, bem como seu acompanhamento contínuo e sistemático. Outra vantagem é que todas estas ações podem ser feitas sem intervenção humana, diminuindo assim a antropização dos ecossistemas locais, permitindo uma avaliação consciente e uma proteção mais eficaz dos recursos. O presente estudo foi realizado nas dependências da Universidade Federal do Paraná, campus do Botânico, na cidade de Curitiba-PR, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, composto de espécies típicas dessa formação florística. Neste experimento propõe-se uma metodologia para delineamento das copas dos indivíduos de araucária a partir de imagens de alta resolução geradas pelo sensor orbital QuickBird associados a tecnologia LiDAR, com base em dados do sistema ALTM 2050 da Optech. O procedimento de segmentação semi-automático foi utilizado para numerar, avaliar e catalogar cada copa, possibilitando criar um banco de dados com o número de árvores por unidade de área, entre outras variáveis dendrométricas de interesse, como altura e área da copa. Embora tenham sido realizados poucos estudos até o momento, esta metodologia tem se mostrado promissora no estudo da vegetação, devido a sua eficácia e praticidade e, sobretudo, pela sua importância no sentido de preservação dos recursos naturais e da biodiversidade. Especificamente para a espécie em questão, pesquisas com esse cunho são imprescindíveis para proteger e preservar seus últimos fragmentos remanescentes.

MAPEAMENTO DA COBERTURA DA TERRA UTILIZANDO INFORMAÇÃO DE ANÁLISE DE MISTURA ESPECTRAL: ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE NOVA AVANHANDAVA – RIO TIETÊ/SP

FERNANDA SAYURI YOSHINO WATANABE (1)
MARIA DE LOURDES BUENO TRINDADE GALO (1)
NILTON NOBUHIRO IMAI (1)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
fernandasyw@gmail.com, mlourdes@fct.unesp.br

As culturas agrícolas são uma das principais fontes não-pontuais de poluição e contaminação dos corpos d'água. Em ambientes lênticos, como grandes reservatórios, o aumento da carga de sedimentos e nutrientes que são carreados para água promove desequilíbrio do ambiente aquático, propiciando o desenvolvimento de algas e de vegetação aquática. O Reservatório de Nova Avanhandava, localizado no baixo rio Tietê/SP, é um exemplo de ambiente aquático que sofre com a infestação por plantas aquáticas submersas e algas. Entre atividades antrópicas realizadas no entorno dessa represa destacam-se a pecuária e o cultivo de cana-de-açúcar. O ciclo da cana pode variar de acordo com o período de plantio. Na região Centro-Sul do país, as mudas são plantadas no início do período de chuvas (setembro a novembro) ou no início do ano (janeiro a abril). Devido à possibilidade de plantio em épocas diferentes, encontra-se a cana em diferentes estágios de desenvolvimento em um mesmo período do ano, variando de regiões vegetadas até solo exposto. O uso de imagens multiespectrais de média resolução espacial, como as do sensor TM/Landsat5 é uma alternativa de verificação das condições da cobertura da terra em grandes áreas agricultáveis, permitindo identificar as áreas potenciais de poluição dos corpos d'água. Entretanto, a radiância registrada por esses sistemas sensores é a mistura da radiância dos alvos presentes dentro do *Instataneous Field of View* (IFOV), tornando a aplicação de técnicas de Análise de Mistura Espectral uma alternativa de extração de informação dessas imagens. O modelo de mistura espectral é uma relação linear usada para expressar uma mistura espectral contido em elemento de resolução (pixel). Neste sentido, o objetivo deste trabalho é mapear os tipos de cobertura da terra associados com atividades agropecuárias, na área de entorno do Reservatório de Nova Avanhandava, a partir das componentes puras resultantes da análise de mistura espectral aplicada a imagens do sensor TM/Landsat5. A área de estudo engloba três cenas tomadas em agosto de 2010, período de seca no Estado de São Paulo. A escolha desse período foi feita de modo a minimizar a contribuição da componente espectral água sobre os pixels de vegetação e solo exposto. O georreferenciamento das imagens foi realizada no aplicativo *Spring*, usando o mosaico *Geocover2000*, como referência, e o modelo polinomial de grau 1. Para geração do modelo foram escolhidas três componentes básicas que compõem a paisagem da área de interesse: água/sombra, solo exposto/superfícies impermeáveis e vegetação. Determinados os componentes do modelo, foram selecionados os elementos puros que representam espectralmente cada um deles. O modelo linear aplicado foi gerado no software *Spring* e utiliza o método de minimização da soma quadrada dos erros, para estimar a contribuição espectral de cada componente em cada um dos pixels. O modelo foi aplicado nas bandas 1 a 5 e 7 do sensor TM/Landsat. Para o mapeamento dos tipos de cobertura da terra foi usada a classificação supervisionada por regiões, baseada no algoritmo *Bhattacharya*, que opera sobre um conjunto de regiões, criadas previamente em uma segmentação multiespectral por crescimento de regiões. Na classificação foi utilizado o atributo gerado no índice espectral NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), substituindo a imagem-fração vegetação e as classes de tipo de cobertura consideradas foram: água, mata, pastagem, cultura avançada, cultura intermediária, solo preparado e área construída. As regiões de plantio em diferentes estágios de desenvolvimento puderam ser identificadas pelas diferentes tonalidades representadas na composição colorida das imagens-fração. A análise de mistura espectral teve bom desempenho ao separar a componente água, discriminando bem pequenos corpos d'água com uma alta carga de sedimentos em suspensão. Além da água, a imagem-fração água/sombra foi importante na identificação de áreas de mata, uma vez que a informação de sombra promovida pela textura do dossel da vegetação é destacada. O solo exposto apresentou um bom resultado possibilitando diferenciar as regiões sem cobertura vegetal daquelas cuja vegetação se encontra em estágio de desenvolvimento inicial, característicos de culturas agrícolas. O modelo não representou de maneira satisfatória a componente espectral vegetação. Alguns detalhes dos tipos de cobertura vegetal e estágio de

desenvolvimento só puderam ser identificados com a inclusão das demais imagens-fração em uma composição colorida das três componentes. Foram atribuídas às imagens-fração: a cor verde para vegetação, azul para água-sombra e vermelho para solo exposto/superfícies impermeáveis. Nessa composição colorida é possível identificar as áreas em que a cultura da cana-de-açúcar está em estágio de desenvolvimento avançado, pelo dossel uniforme que apresenta e pelo tom de verde mais puro. As regiões alaranjadas caracterizam culturas agrícolas, porém, em um estágio inicial, em que a contribuição do solo no elemento de resolução modelada é elevada. Apesar de não estar bem definida na imagem-fração vegetação, na composição colorida, a mata ciliar pode ser identificado em uma tonalidade próxima ao ciano, mostrando a alta contribuição do elemento água/sombra nessa classe. As demais áreas, representadas em tons de vermelho, correspondem a áreas de solo exposto. A partir da validação da classificação pelo algoritmo *Bhattacharya* verificou-se que este apresentou resultados satisfatórios. Os corpos d'água foram bem classificados, assim como as áreas de pastagem localizadas próxima às margens dos cursos d'água. Em alguns locais, entretanto, a pastagem foi confundida com cultura intermediária. Nesse contexto, pode-se concluir que o modelo de mistura espectral apresentou resultados satisfatórios, permitindo identificar as áreas de cultura agrícola, potencial fonte de poluição difusa da água. A classificação das imagens-fração apresentou bons resultados no mapeamento da cobertura da terra, tornando a análise de mistura espectral uma alternativa para diminuição do número de atributos de entrada nas classificações.

DETECÇÃO DE BORDAS DE EDIFÍCIOS A PARTIR DE UM MDSN LIMIARIZADO

MICHELLE SAYURI YANO (1)
ALUIR PORFÍRIO DAL POZ (2)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT
Bolsista de Iniciação Científica – FAPESP
michelle.yano@gmail.com

(2) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
aluir@fct.unesp.br

As pesquisas voltadas para a reconstrução em 3D de edifícios a partir de imagens digitais ganharam grande impulso na década de 1980, cujos dados disponíveis na época eram as imagens aéreas de alta-resolução. A partir de meados da década de 1990 surgiram novas fontes de dados para serem aplicados no problema em questão, como por exemplo, dados provenientes de sensores embarcados em plataformas orbitais e aéreas, incluindo os sistemas de varredura a laser. São três os princípios mais utilizados para a extração de edifícios a partir de dados laser: aplicação de métodos de detecção de bordas para a detecção de contornos de telhados, agrupamento de pontos coplanares para detectar planos de telhados, e intersecção de planos de telhados para a extração de cumeeiras. Este trabalho tem como objetivo a detecção de bordas de edifícios a partir de um Modelo Digital de Superfície normalizado (MDSn) limiarizado. Para o desenvolvimento utilizou-se uma nuvem de pontos 3D gerada por varredura a laser. Primeiramente a nuvem de pontos 3D é utilizada para gerar três modelos digitais: o Modelo Digital de Superfície (MDS), que representa todas as feições presentes na superfície terrestres, incluindo o relevo; o Modelo Digital de Terreno (MDT) que representa apenas a superfície topográfica, não contém vegetações nem objetos feitos pelo homem; e o terceiro modelo, o MDSn, o qual é uma representação no plano dos objetos existentes acima da superfície topográfica. O MDS e o MDT são gerados através de três métodos de interpolação (Vizinho mais próximo, Inverso da distância e Krigagem) para que se avalie qual método melhor satisfaz o objetivo de cada modelo. Após a avaliação foi gerado o MDS através do interpolador vizinho mais próximo, e para a geração do MDT foi utilizado o método de interpolação Krigagem. Em seguida é obtido o MDSn através da diferença entre o MDS e o MDT. Num MDSn pode-se considerar que os pontos pertencentes ao terreno possuem alturas normalizadas aproximadamente iguais a zero, e pontos pertencentes aos topos dos edifícios possuem alturas normalizadas aproximadamente iguais à altura desse edifício. Sendo assim, a escolha de um limiar adequado, 3m por exemplo, possibilita isolar as regiões de edifícios e também outros objetos altos. No processo de limiarização do MDSn, os pontos com altura superior ao limiar recebem o valor unitário (1) e os demais pontos recebem o valor nulo (0). O resultado da limiarização, MDSn limiarizado, é uma malha binária cuja imagem resultante apresenta os objetos altos representados pela cor branca e o terreno representado pela cor preta. A partir do MDSn limiarizado é possível detectar as bordas dos edifícios. Embora várias opções de detectores de bordas possam ser enumeradas para a realização da detecção das bordas, o método utilizado foi uma simples diferenciação através das máscaras [-1; 1] e $[-1; 1]^T$. A primeira máscara detecta as bordas na direção vertical e a segunda detecta as bordas na direção horizontal. A imagem de bordas final é gerada através do cálculo da resultante dessas duas máscaras. Através da análise dos experimentos realizados pode-se concluir que o método de detecção de bordas proposto detectou as bordas dos edifícios com sucesso. Foram detectadas tanto as bordas das edificações, que era o objetivo deste trabalho, quanto as bordas de outros objetos altos existentes na região.