



# SAPGU2022

XI SEMINÁRIO ANUAL DE PESQUISAS EM GEODESIA DA UFRGS



II SEMINÁRIO INTERNACIONAL BRASIL-PORTUGAL



Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Brasil

Instituto Politécnico da Guarda – IPG - Portugal

POLI  
TÉCNICO  
GUARDA

XI SEMINÁRIO ANUAL DE PESQUISAS EM GEODESIA DA UFRGS  
II SEMINÁRIO INTERNACIONAL BRASIL - PORTUGAL

Organização:

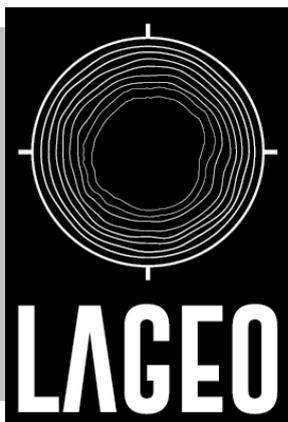
LAGEO – LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM GEODESIA – UFRGS

IPG – INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

## ANAIS

IGEO  
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



# SAPGU 2022

XI SEMINÁRIO ANUAL DE PESQUISAS EM GEODESIA DA UFRGS – 2022

Organização: LAGEO – LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM GEODESIA  
IPG – INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA (Escola  
Superior de Tecnologia e Gestão – ESTG)

Porto Alegre-Brasil/ Guarda-Portugal, RS 29 de setembro de 2022

## ANAIS

Editores

Gilberto Gagg

Reginaldo Macedonio da Silva

Sérgio Florêncio de Souza

Editora IGEO

2022

# UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**Reitor:** Carlos André Bulhões Mendes

**Vice-Reitor:** Patrícia Helena Lucas Pranke

## INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Diretor:** Nelson Luiz Sambaqui Gruber

**Vice-Diretor:** Tatiana Silva da Silva

S471 SEMINÁRIO Anual de Pesquisas em Geodésia da UFRGS.(11. : 2022. :  
Porto Alegre, RS). [Anais] ... / Editores. Gilberto Gagg; Reginaldo  
Macedonio da Silva; Sérgio Florêncio de Souza. – Porto Alegre,  
RS : IGEO/UFRGS, 2022.

ISBN: 978-65-5973-164-0

1. Geodésia. 2. Geografia Política. 3. Território. I. Gagg, Gilberto. II.  
Silva, Reginaldo Macedonio da. III. Souza, Sérgio Florêncio de. IV.  
Laboratório de Pesquisas em Geodésia – LAGEO. V. Título.

CDU 528(063)

---

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS  
Renata Cristina Grun CRB 10/1113

---

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil

CEP: 91501-970 / Caixa Postal: 15001.

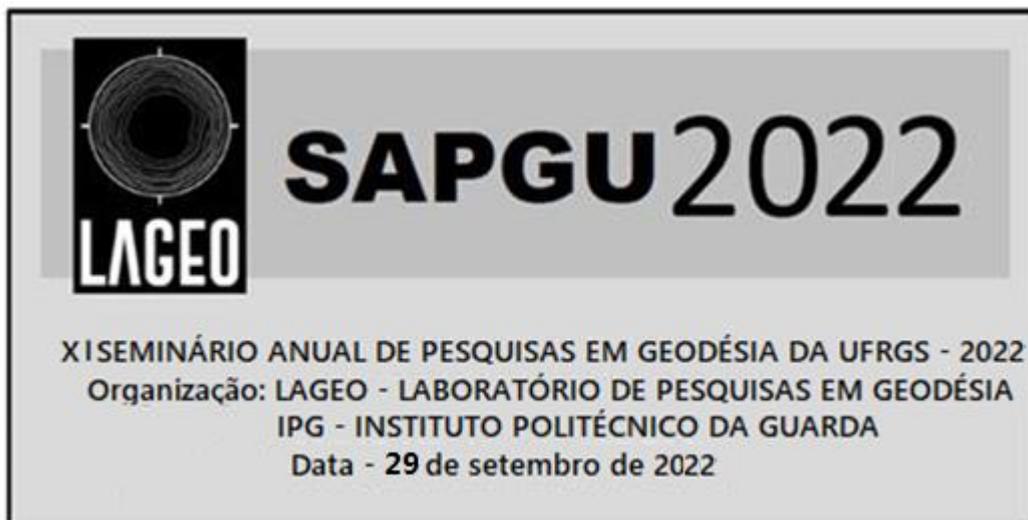
Fone: +55 51 3308-6569

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

## **PREFÁCIO**

O SAPGU – Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia da UFRGS tem como objetivo incentivar a divulgação de pesquisas desenvolvidas pelos professores na área de Geodésia. Nesta sua 11ª edição, ocorre no formato virtual, em parceria com o Instituto Politécnico da Guarda de Portugal, tal qual ocorreu na edição de 2021.

O conteúdo dos resumos das palestras publicados, foram revisados pelos respectivos autores, sendo de sua inteira responsabilidade. As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista dos editores.



## SUMÁRIO

<b>OS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NA AQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO GEOESPACIAL</b>	<b>07</b>
<i>André G. Vieira de Sá, Dmytrio Ostapchuck, Machiel Simon Bos, Bento Martins, João Ferreira</i>	
<b>MOBILIDADE ACADÊMICA: UMA PROPOSTA DE INTERAÇÃO ENTRE A UFRGS E O INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA (PORTUGAL)</b>	<b>08</b>
<i>Reginaldo Macedonio da Silva, Gilberto Gagg, Sérgio Florêncio de Souza</i>	
<b>A INFORMAÇÃO GEOESPACIAL APLICADA À EXPLORAÇÃO MINEIRA E PLANEAMENTO E GESTÃO DE ESPAÇOS VERDES</b>	<b>09</b>
<i>Glória Patrício, Elisabete Soares, Elisabete Monteiro, Antônio Monteiro</i>	
<b>AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DO PONTO DE CÁLCULO NA ANOMALIA DE GRAVIDADE USANDO A REDUÇÃO RTM – ESTUDO DE CASO USANDO MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO ORIUNDOS DE DADOS <i>LIDAR</i>.</b>	<b>10</b>
<i>Rodrigo Souza Ferraz, Sérgio Florêncio de Souza</i>	
<b>O CADASTRO PREDIAL EM PORTUGAL: ESTADO DA ARTE – AVANÇOS E RECUOS</b>	<b>11</b>
<i>Luis Carlos Alves Branco, Antônio Monteiro, André G. Vieira de Sá, Elisabete Monteiro, Elisabete Soares, Glória Patrício</i>	
<b>APLICAÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS ORBITAIS E NIVELAMENTO EM CORPOS HÍDRICOS CONTINENTAIS PARA A INTEGRAÇÃO DE REFERENCIAIS ALTIMÉTRICOS</b>	<b>12</b>
<i>Leonard Niero da Silveira, Sérgio Florêncio de Souza, Felipe Geremia Nievinski</i>	

## **Programação SAPGU2022 – 29/09/2022**

Local: evento virtual on-line

10h00min – 10h10min – **Abertura**

14h00min – 14h10min – **Abertura – (Portugal, diferença de fuso horário = +4hs)**

10h10min – 10h50min – **Os veículos aéreos não tripulados na aquisição de informação geoespacial** - André Sá, D. Ostapchuck, M. Bos, B. Martins, J. Ferreira

10h50min – 11h30min – **Mobilidade Acadêmica: uma proposta de interação entre a UFRGS e o Instituto Politécnico da Guarda (Portugal)** - R. M. da Silva, G. Gagg, S. F. de Souza

11h30min – 12h10min – **A informação geoespacial aplicada à exploração mineira e planejamento e gestão de espaços verdes** - G. Patrício, E. Soares, E. Monteiro, A. Monteiro

12h10min – 12h50min – **Avaliação da influência da posição do ponto de cálculo na anomalia de gravidade usando a redução RTM – Estudo de caso usando modelos digitais de elevação oriundos de dados *LiDAR*** - R. S. Ferraz, S. F. Souza

12h50min – 13h30min – **O Cadastro Predial em Portugal: Estado da arte – avanços e recuos** - L. Branco, A. Monteiro, A. Sá, E. Monteiro, E. Soares, G. Patrício

13h30min – 14h10min – **Aplicação de dados altimétricos orbitais e nivelamento em corpos hídricos continentais para a integração de referenciais altimétricos** - L. N. da Silveira, S. F. de Souza, F. G. Nievinski

**Encerramento**

# Os veículos aéreos não tripulados na aquisição de informação geoespacial

A. Sá<sup>1</sup>, D. Ostapchuck<sup>2</sup>, M. Bos<sup>2</sup>, B. Martins<sup>2</sup>, J. Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico da Guarda, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, IPG/ESTG ([andre\\_sa@ipg.pt](mailto:andre_sa@ipg.pt))

<sup>2</sup> TeroMovigo – Earth Innovation, Instituto Pedro Nunes, Edifício C, Coimbra ([machiel.bos@teromovigo.com](mailto:machiel.bos@teromovigo.com))

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), vulgo Drones, são tecnologias relativamente recentes que têm captado a atenção de profissionais das mais diversas áreas. Esta tecnologia “saltou” do mundo da ficção científica para o contexto real e, atualmente, são cada vez mais as entidades a recorrerem ao seu uso para efetuarem trabalho de forma mais célere, segura e com a aquisição de maior volume de informação e detalhe, sem nunca perder a qualidade e rigor como valores essenciais.

O reconhecimento da sua crescente importância no apoio a diversas áreas profissionais e de investigação, em particular no âmbito da aquisição de informação geográfica georreferenciada tem levado à exploração e integração desta tecnologia, prevendo-se um futuro cada vez mais “brilhante”.

Neste artigo apresentam-se alguns casos de estudo, em particular: o uso da tecnologia drone na a) deteção de fugas de água; b) na agricultura de precisão e c) no cálculo da aceleração da gravidade.

No primeiro caso de estudo, apresentam-se alguns resultados do projeto piloto que ocorreu no concelho de Macedo de Cavaleiros, onde drones equipados com sensores térmicos e multiespectrais foram usados para determinar potenciais pontos de fuga de água na rede de abastecimento.

No segundo caso de estudo, apresenta-se o projeto recentemente aprovado pelo “Promove La Caixa” onde a tecnologia drone é explorada para fins de agricultura de precisão.

No terceiro caso de estudo, apresenta-se o projeto aprovado pela ESA-BIC onde é explorado o uso dos sistemas inerciais acoplados a drones para fins de observações gravimétricas. Com esta metodologia pretende-se calcular e refinar modelos de geoide locais o que, conseqüentemente, irá melhorar a precisão altimétrica obtida por equipamentos/tecnologia de posicionamento e navegação (por exemplo: GNSS).

**Palavras-chave: Drones, Informação Geoespacial, Fugas de água, Agricultura, Gravimetria.**

# Mobilidade Acadêmica: uma proposta de interação entre a UFRGS e o Instituto Politécnico da Guarda (Portugal)

R. M. da Silva<sup>1</sup>, G. Gagg<sup>2</sup>, S. F. de Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Coordenador da COMGRADCAR, Departamento de Geodésia, IGEO/UFRGS (macedoniors@ufrgs.br)

<sup>2</sup>Coordenador Substituto da COMGRADCAR, Departamento de Geodésia, IGEO/UFRGS (gilberto.gagg@ufrgs.br)

<sup>3</sup>Coordenador do NDE do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento de Geodésia, IGEO/UFRGS (sergio.florencio@ufrgs.br)

Com a oportunidade de abrir novas portas para internacionalização e criar novos caminhos para formação dos alunos do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, teve-se a partir de uma visita técnica ao Instituto Politécnico da Guarda (IPG), na cidade da Guarda em Portugal, ocorrida no dia 7 de fevereiro de 2020, o primeiro desafio para iniciar esse caminho. Nesse primeiro contato ocorreu uma reunião, na qual foi apresentado o curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da UFRGS, onde estiveram presentes Professores, Coordenadores de Curso, o responsável pelo Gabinete de Mobilidade e Cooperação e o Vice-Presidente do IPG (Prof. Manuel Salgado). A partir dessa primeira reunião, concretizou-se o interesse no estabelecimento de um protocolo de intenções, recebendo em mãos a documentação padrão, utilizada na UFRGS, pela Secretaria de Relações Internacionais (RELINTER). A Secretaria de Relações Internacionais é um órgão da administração central da UFRGS encarregado de fomentar, articular e administrar a cooperação da Universidade com outras instituições e nações. O documento fornecido foi preenchido com as informações do IPG. De volta ao Brasil, com essa documentação, iniciou-se a abertura da Interação Acadêmica (IAP), que foi concretizada em todas as instâncias da UFRGS no dia 30 de dezembro de 2020 (IAP-001330). Durante o ano de 2021 foram realizadas oito reuniões remotas, via Mconf, até a concretização do primeiro evento (SAPGU2021) em parceria entre a UFRGS e o IPG, que ocorreu no dia 28 de setembro, totalizando 6 horas de apresentação de trabalhos. A partir dessas reuniões surgiu o interesse em se iniciar um processo para Mobilidade Acadêmica entre as duas instituições. O processo teve início no dia 22 de fevereiro de 2022, com o envio do modelo de documentação da UFRGS fornecido pela RELINTER. A documentação foi preenchida inicialmente pela coordenação da COMGRADCAR, preenchendo-se os campos específicos referentes ao representante da UFRGS, no caso a coordenação da COMGRADCAR, e posteriormente, em reunião remota, foi preenchida a outra parte da documentação referente ao representante do IPG, no caso o coordenador do curso de Engenharia Topográfica. A documentação preenchida foi enviada para o IPG para tramitação nas instâncias da instituição, sendo reenviada para a coordenação da COMGRADCAR, no dia 23 de junho de 2022, por meio do Gabinete de Mobilidade e Cooperação, documento esse assinado pelo Presidente do IGP (Dr. Joaquim Manuel Fernandes Brigas). De posse da documentação assinada, manteve-se um contato inicial com os responsáveis pela RELINTER, para dar prosseguimento ao Convênio de Mobilidade Acadêmica (Docente e Estudantil), que após os esclarecimentos, deu início a uma nova Interação Acadêmica. Essa nova IAP (002038) teve início no dia 8 de julho, com a inserção de todas as documentações necessárias (minuta do instrumento legal, plano de trabalho, projeto, designação de fiscal de projeto, termo de compromisso do substituto, termo de compromisso do coordenador e declaração de não amparo da lei da inovação). Após a concretização dessa etapa inicial, o processo tem que tramitar em diversas instâncias da UFRGS, dentre elas pode-se citar COMEXT, COMPG, COMGRAD, IGEO, SCONVGAB, RELINTER, PROPLAN, PROGRAD, SEDETEC, CONTROLADORIA, PROCURADORIA, CIUS, CONSUN e REGISTROS FINAIS. Até o dia 16 de setembro de 2022, o documento encontra-se em análise na Procuradoria.

**Palavras-chave:** internacionalização, mobilidade, interação acadêmica.

# A informação geoespacial aplicada à exploração mineira e planeamento e gestão de espaços verdes

G. Patrício<sup>1</sup>, E. Soares<sup>1</sup>, E. Monteiro<sup>1</sup>, A. Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico da Guarda, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, IPG/ESTG ([gpatricio@ipg.pt](mailto:gpatricio@ipg.pt); [esoares@ipg.pt](mailto:esoares@ipg.pt); [emonteiro@ipg.pt](mailto:emonteiro@ipg.pt); [amonteiro@ipg.pt](mailto:amonteiro@ipg.pt))

A Informação Geoespacial (IG) assume cada vez mais um papel essencial em inúmeros sectores de atividade que vão desde os tradicionais projetos de obras de Engenharia e Arquitetura até à classificação de espécies florestais. É neste âmbito que se apresentam duas aplicações (estudos): uma relacionada com a exploração e a gestão mineira e outra com o planeamento e a gestão de espaços verdes em ambiente urbano.

O primeiro estudo que se descreve é referente à modelação 3D da área de exploração de uma mina de pegmatite litinada localizada nas proximidades da localidade de Gonçalo no concelho da Guarda (Portugal). Apresentam-se os métodos e os equipamentos utilizados na aquisição dos dados geoespaciais, respetivo processamento e elaboração de produtos cartográficos (plantas topográficas e modelo tridimensional do terreno) que servem de base para a gestão da exploração mineira.

Para este estudo foi ainda desenvolvida uma abordagem que visa analisar a influência da geomorfologia e do relevo topográfico no transporte e acumulação de saibros graníticos ricos em feldspatos litiníferos, ou seja, materiais provenientes do processo da exploração da mina, e que são transportados ao longo das linhas de água em virtude das escorrências que ocorrem devido às chuvas intensas. Para o efeito, foi testada a utilização de dados altimétricos de livre acesso, em particular o Modelo Digital de Elevação Global (MDEG) SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) para analisar zonas de transporte e de acumulação de sedimentos, nomeadamente nas zonas a jusante da mina onde se localizam alguns aglomerados habitacionais.

O Instituto Politécnico da Guarda tem ainda em curso a produção de topografia, por subcontratação pela empresa mineira Pegmatítica que é parceira no Projeto RELiEF (*Recycling of Lithium from Secondary Raw Materials and Further*), aprovado e financiado por fundos Europeus. “Este projeto RELiEF desempenha um papel crucial para evitar futuras interrupções na cadeia de suprimentos e no fecho do ciclo para uma economia circular”, explica Rajapandian Rajagopal, Chefe de Reciclagem – Materiais de Bateria, da Avesta Battery & Energy Engineering e coordenador do projeto.

O segundo estudo foi desenvolvido no âmbito do Projeto Floresta Comum @IPG, aplicado ao planeamento para a plantação e gestão de várias espécies de árvores e arbustos autóctones numa zona urbana (Campus do IPG), localizada na cidade da Guarda (Portugal). Este projeto foi planeado em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica), tendo sido utilizadas ferramentas para a análise espacial de forma a garantir a segurança das infraestruturas localizadas no subsolo do Campus, tais como: redes de abastecimento de água e de saneamento, redes elétricas e de comunicações, entre outras. No desenvolvimento do estudo, para além das infraestruturas e das espécies arbóreas já existentes no Campus, foi também considerada a orientação das áreas de forma a adequar às espécies a plantar. Após o desenvolvimento do estudo em ambiente SIG, procedeu-se à implantação no terreno das respetivas espécies, de acordo com as coordenadas 2D. Para o efeito foram utilizados equipamentos topográficos (Estação Total e equipamento GNSS). A base de dados criada em ambiente de SIG permitirá efetuar a gestão adequada destas espécies ao longo do tempo, assim como a replantação das plantas menos resistentes.

**Palavras-chave:** Informação Geoespacial, Posicionamento, Exploração Mineira, Espaços Verdes, SIG

# Avaliação da influência da posição do ponto de cálculo na anomalia de gravidade usando a redução RTM – Estudo de caso usando modelos digitais de elevação oriundos de dados *LiDAR*.

R. S. Ferraz<sup>1</sup>, S. F. Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da UFRGS, PPGSR/UFRGS (rferraz1980@gmail.com)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da UFRGS, PPGSR/UFRGS (sergioflorenciodesouza@gmail.com)

Até o início do ano de 2010, uma grande parte dos trabalhos envolvendo as reduções gravimétricas, mais especificamente aquelas que envolvem as remoções das massas topográficas e correção do terreno acabavam usando modelos digitais de elevação (MDE) derivados de dados altimétricos oriundos de cartas topográficas (GEMAEL, 1999). No Brasil, a equidistância das curvas de nível da maior escala disponível, no caso de cartas topográficas em escala 1:25.000, são de 10 m (dez metros). Assim MDE derivados de dados altimétricos com esse tipo de resolução acabavam gerando maior incerteza em cálculos geodésicos envolvendo as correções de terreno. A partir de 2010, diversos MDE com resolução espacial de 30 m (trinta metros) foram disponibilizados para a comunidade acadêmica como por exemplo os MDE SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponibilizados pela agência espacial dos EUA (NASA), ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) disponibilizado pela agência espacial do Japão (JAXA) e Copernicus DEM disponibilizado pela agência espacial europeia (ESA). Assim alguns estudos geodésicos envolvendo correções topográficas foram gerados usando MDE SRTM como por exemplo Hirt et al (2019) e Zhang et al (2022).

No contexto referente as correções de terreno se inserem a técnica de modelagem de topografia residual (do *inglês residual terrain modelling* – RTM) ou anomalia de gravidade RTM descrita por Forsberg (1984) e Tziavos e Sideris (2013). Essa técnica consiste na utilização da anomalia de Bouguer utilizando um MDE de referência que funciona como um filtro de passa baixa e outro MDE de alta resolução. Atualmente MDE de alta resolução são gerados por processos que envolvem técnicas fotogramétricas, RADAR ou por perfilamento *LiDAR* (*light detection and ranging*). A tecnologia *LiDAR* consiste em sensores que medem coordenadas tridimensionais a partir de emissão de pulsos de energia que são enviados diretamente em direção ao alvo com um determinado ângulo em relação ao espelho de varredura do sensor. Esse pulso será refletido e pode gerar um retorno ou múltiplos retornos e cada um deles é registrado no sensor como uma coordenada com coordenadas tridimensionais. A partir da separação desses retornos torna-se mais simples a geração dos modelos digitais de superfície (MDS) e modelos digitais de terreno (MDT) a partir dos dados originais do levantamento *LiDAR* (SHAN e TOTH, 2008).

Na determinação da anomalia de gravidade RTM a origem do sistema associado a um MDE é denominada de ponto de cálculo. A partir do estudo gerado por Ferraz e Souza (2021), usando modelos digitais de elevação oriundos de dados *LiDAR* (*light detection and ranging*), verificou-se que a utilização de um ponto de cálculo fixo e variando as distâncias dos objetos analisados, no caso edificações, gerou um valor médio de 0,734 mGal. A partir desses resultados surgiu o questionamento se variando a posição do ponto de cálculo em relação aos objetos analisados isso iria gerar alguma variação no valor da anomalia de gravidade associado a redução RTM. Nesse contexto foram realizados três experimentos onde no primeiro a diferença de altitude entre o ponto de cálculo e vinte amostras selecionadas foram de 35,841 m e isso gerou um valor de 0,532 mGal de valor de anomalia de gravidade associada a redução RTM. No segundo experimento a diferença entre o ponto de cálculo e outras 20 amostras selecionadas foram de 152,949 m e isso gerou um valor de 2,244 mGal. No terceiro experimento a diferença entre o ponto de cálculo e os objetos selecionados foi de -192,286 m e isso gerou um valor de -2,289 mGal. A partir desses resultados observou-se que a posição do ponto de cálculo associada a redução RTM possui uma significativa relação de linearidade com a diferença de altitude entre o ponto de cálculo e os objetos analisados.

**Palavras-chave:** modelo digital de elevação, redução RTM, ponto de cálculo.

# O Cadastro Predial em Portugal: Estado da arte – avanços e recuos

L. Branco<sup>1</sup>, A. Monteiro<sup>1</sup>, A. Sá<sup>1</sup>, E. Monteiro<sup>1</sup>, E. Soares<sup>1</sup>, G. Patrício<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico da Guarda, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, IPG/ESTG ([brancoexe@gmail.com](mailto:brancoexe@gmail.com))

O Cadastro Predial é importante para a boa gestão do território, pois é essencial no apoio à criação de políticas sustentáveis de desenvolvimento do território que se traduzam numa evolução efetiva e positiva dos espaços, a curto e a longo prazo.

O nível de conhecimento sobre o próprio território representa bem o nível de desenvolvimento de um País e, portanto, uma vez que o território é composto por um conjunto de parcelas rústicas e urbanas de domínio público e privado que se distribuem como uma malha, é determinante haver descrições e representações de natureza cartográfica uniformes, rigorosas, precisas e seguras dos prédios. Além do requisito da correta georreferenciação do prédio, tal deverá garantir o da transversalidade (e interoperabilidade) a toda a administração pública. Assim, é garantida a proteção dos direitos dos proprietários, mas também de toda a sociedade, em referência ao contexto de proteção de recursos naturais e de determinadas zonas ambientalmente sensíveis ou de elevado valor patrimonial histórico e cultural.

Este trabalho aborda a situação recente do Cadastro Predial em Portugal, com foco no projeto SiNErGIC (Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral) e no Cadastro Simplificado (em curso). Em relação ao primeiro, serão apresentadas as suas vantagens e as dificuldades na sua implementação; em relação ao segundo, além das vantagens e desvantagens, será feita uma pequena análise à recente plataforma BUPi (Balcão Único do Prédio), cuja utilização visa a identificação geométrica dos prédios, designada por Representação Gráfica Georreferenciada (RGG).

Também será feita uma breve referência às potencialidades da Detecção Remota, que através das imagens de satélite permite efetuar o controlo da ocupação e do uso do solo, salientando que quando o Cadastro Predial está perfeitamente integrado num Sistema de Informação Geográfica (SIG), que em Portugal é designada de Sistema Nacional de Informação Cadastral (SNIC), contribui para a prevenção e controlo de riscos sobre o território, na medida em que permite por exemplo, identificar zonas que careçam de atenção, bem como a célere identificação dos respetivos proprietários.

**Palavras-chave:** Cadastro Predial, Cadastro Simplificado, SNIC, Portugal

# Aplicação de dados altimétricos orbitais e nivelamento em corpos hídricos continentais para a integração de referenciais altimétricos

L. N. da Silveira<sup>1</sup>, S. F. de Souza<sup>2</sup>, F. G. Nievinski<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, PPGSR/UFRGS (leonard.silveira@ufrgs.br)

<sup>2</sup>Coordenador do NDE do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento de Geodésia, IGEO/UFRGS (sergio.florencio@ufrgs.br)

<sup>3</sup>Diretor do Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, CEPSSRM/UFRGS (felipe.nievinski@ufrgs.br)

Por todo o mundo há diversos estudos sobre o nível do mar aplicado à oceanografia e à geodésia. Na geodésia esses estudos são aplicados principalmente no estabelecimento de referenciais verticais, geralmente materializados por marégrafos. Atualmente também há a preocupação com a unificação dos referenciais altimétricos, por isso está em desenvolvimento o *International Height Reference System/International Height Reference Frame* (IHRF/IHRF). A unificação dos referenciais verticais pode utilizar métodos indiretos (problema de valor de contorno da geodésia) ou diretos (nivelamento). O nivelamento geométrico é o método preferencial para a determinação das diferenças de nível sobre a terra, porém, não permite transpor grandes massas de água. Uma possível solução para o problema é usar dados altimétricos orbitais para a determinação de um modelo da topografia do nível médio da água em relação ao elipsoide (*Mean Sea Surface – MSS*) ou ao geoide (*Mean Dynamic Topography – MDT*) e a partir dos modelos efetuar o nivelamento orbital sobre a superfície média da água. A determinação dos modelos pode usar uma abordagem oceanográfica (modelos de circulação oceânica), geodésica (marégrafos com rastreamento GNSS e sensores altímetros orbitais) ou combinada. Na abordagem geodésica, marégrafos e satélites radares altímetros devem prover séries temporais suficientemente longas, não inferior a dez anos segundo alguns autores, sendo capazes de gerar modelos MSS com precisão centimétrica e aplicabilidade de forma acurada segundo estudos recentes. Os modelos MDT dependem também da precisão do modelo geoidal usado para a transformação das altitudes elipsoidais em altitudes ortométricas. Os conceitos aplicados aos oceanos talvez possam ser adaptados aos corpos hídricos continentais, com algumas vantagens aparentes, já que lagos e lagoas parecem ser massas de água mais estáveis, com potencial para a unificação dos referenciais verticais. Estudos recentes tiveram sucesso na determinação do nível da água de lagos e rios a partir dos satélites radares altímetros, com boa concordância com dados observados em linímetros. Desta forma, o método de nivelamento híbrido (geométrico em terra e orbital na água) também pode ser uma alternativa ao nivelamento geométrico puro, contornando o corpo hídrico. A pesquisa está sendo realizada usando como objeto de estudo o complexo formado pelo Lago Guaíba e pela Lagoa dos Patos, no estado do Rio Grande do Sul. A primeira meta é determinar os modelos MSS/MDT a partir das medidas instantâneas do nível da água a partir dos satélites radares altímetros, em relação ao elipsoide (*Sea Surface Height – SSH*) e em relação ao geoide (*Absolute Dynamic Topography – ADT*). Porém, devido a contaminação da terra, no sinal, nas bordas do corpo hídrico, o modelo talvez só seja viável até uma determinada distância das margens, denominada de zona útil. Esta lacuna entre as margens e a zona útil deverá ser resolvida. A solução pode advir dos dados dos linímetros/linígrafos, medidas a Laser que também podem ser usadas para a calibração dos dados dos satélites radares altímetros ou modelos hidrodinâmicos. Uma vez solucionado o problema, dois caminhos podem ser usados para a integração de referenciais verticais: água-terra e terra-água-terra. No caminho água-terra são estabelecidas estações altimétricas virtuais (EAV) na superfície da água, no interior da zona útil usando os dados dos satélites radares altímetros. Da EAV é realizado o nivelamento orbital (usando o MDT) até o limite da zona útil, onde é estabelecida uma EAV diretamente sobre o MDT, e novamente entre a última EAV e o linímetro (que faz a transição água-terra) por meio do nivelamento orbital ou hidrodinâmico. Do linímetro até a referência de nível em terra, é usado o nivelamento geométrico. No caminho terra-água-terra é executado o nivelamento geométrico desde uma referência de nível de partida até o linímetro de entrada (transição terra-água). Do linímetro de entrada até uma EAV no início da zona útil, entre EAVs no início e fim da zona útil e entre a EAV do fim da zona útil e o linímetro de saída (transição água-terra) são executados os nivelamentos orbitais ou hidrodinâmicos. Do linímetro de saída até a referência de nível de chegada segue por nivelamento geométrico. A avaliação do desempenho das linhas de nivelamento híbrido será realizada a partir das especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da NBR13133 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). São utilizados como parâmetros a diferença máxima aceitável em uma linha de nivelamento geométrico que é de  $1,5 \text{ mm} \cdot (\text{D}/\text{km})^{1/2}$  (controle geodésico de estações maregráficas),  $3 \text{ mm} \cdot (\text{D}/\text{km})^{1/2}$  (vinculação entre estações maregráficas) e  $4 \text{ mm} \cdot (\text{D}/\text{km})^{1/2}$  (densificação) e  $12 \text{ mm} \cdot (\text{D}/\text{km})^{1/2}$  (fins topográficos), com D denotando distância. Desta forma será analisado se o modelo de topografia média na zona útil e os modelos para o preenchimento da lacuna permitem precisões relativas entre 0,4 mm/km e 1,2 mm/km, suficientes para a aplicação na densificação da rede altimétrica e para fins topográficos.

**Palavras-chave:** geodesia, nivelamento, corpo hídrico.