

COMPARAÇÃO DE RPAS E TOPODATA NO MAPEAMENTO DE REGIÕES DECLIVOSAS PREVISTAS NO CADASTRO AMBIENTAL RURAL

Rafael Walter de Albuquerque¹, Manuel Eduardo Ferreira², Vanessa Jó Girão³, Cintia Palheta Balieiro³, Hendrik Mansur³, João Vítor Silva Costa², Maurício Ruiz Castello Branco⁴, Carlos Henrique Grohmann¹

¹Universidade de São Paulo (USP), Institute of Energy and Environment (IEE), Spatial Analysis And Modelling Laboratory – SPAMLab, Avenida Professor Luciano Gualberto, 1289, Cidade Universitária, CEP 05508-010, Butantã, São Paulo (SP)
r.w.albuquerque@gmail.com; guano@usp.br

²Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG)/Pro-Vant - Campus II, Cx. Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia (GO)
mferreira.geo@gmail.com; joaovsc17@gmail.com

³The Nature Conservancy Brasil (TNC) - Av. Paulista, 2439/91, CEP 01311-300, São Paulo (SP)
vgirao@tnc.org; cbalieiro@tnc.org; hmansur@tnc.org

⁴Instituto Terra de Preservação Ambiental (ITPA) - Rua Francisco Alves, 53, CEP 26900-000, Miguel Pereira (RJ)
mauricio@itpa.org.br

RESUMO

A precisão cartográfica exigida no Cadastro Ambiental Rural (CAR) permite o uso do TOPODATA para o mapeamento de Áreas de Uso Restrito (AUR) e Áreas de Preservação Permanente de Declividade (APPD). Já as Plataformas Aéreas Não Tripuladas (RPAS), ou *drones*, vêm apresentando potencial para modelar superfícies topográficas com amplo detalhamento. Este trabalho tem o objetivo de comparar, numa região declivosa, o mapeamento de AUR e APPD obtidas pelo TOPODATA e por RPAS, investigando a possibilidade de omissão e comissão destas classes de declividade no CAR quando se usa o TOPODATA. O desempenho do TOPODATA não foi bom, com Acurácia Geral e Kappa iguais a 33,33% e -0,185, respectivamente, sugerindo que boa parte das AUR e APPD pode apresentar omissão e comissão no CAR quando se usa este produto. Trabalhos futuros investigarão padrões de informação do TOPODATA que indicam possível omissão e comissão de AUR e APPD no CAR.

Palavras-chave — Drone, TOPODATA, Cadastro Ambiental Rural, Área de Preservação Permanente de Declividade, Área de Uso Restrito.

ABSTRACT

The Rural Environmental Registry's (CAR) cartographic precision allows the use of TOPODATA when mapping Areas of Restricted Usage (AUR) and Slope Areas of Permanent Preservation (APPD). Remotely Piloted Aircrafts System (RPAS), or drones, have high potential on representing topographic surfaces with very good quality. This work aims to compare, on a sloping region, the mapping results of AUR and APPD obtained by

TOPODATA and by RPAS. This study also investigates the possibility of occurring omission and commission errors on CAR when TOPODATA is used. TOPODATA did not present good performance as Overall Accuracy and Kappa Index were equal to 33.33% and -0.185, respectively. These accuracy values suggest that a high amount of omission and commission errors of AUR and APPD classes occur on CAR when using this product. Future studies should evaluate patterns on TOPODATA that suggest omission and commission errors of AUR and APPD classes on CAR.

Keywords — Drone, TOPODATA, Rural Environmental Registry, Slope Areas of Permanent Preservation, Areas of Restricted Usage.

1. INTRODUÇÃO

O Código Florestal Brasileiro, escrito na forma da Lei 12.651/2012, define as áreas que possuem relevância ambiental e, por isso, devem ser ambientalmente preservadas. Mesmo diante de certa complexidade em definir e conceituar tais áreas, o advento de tecnologias digitais tornou possível mapeá-las [1]. Após amplo debate e sanção do Código Florestal, definiu-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR) como a ferramenta para registrar e gerir as áreas de interesse ambiental [2].

Um dos importantes parâmetros a serem verificados no CAR é a declividade, pois influi diretamente na conservação do terreno [3]. O Código Florestal, portanto, classifica como Áreas de Uso Restrito (AUR) aquelas com declividade entre 25° e 45°, e como Áreas de Preservação Permanente de Declividade (APPD) aquelas com declividade maior que 45°. Nas AUR são permitidos o manejo florestal sustentável e atividades agrossilvipastoris, mas as APPD não admitem exploração econômica sustentável.

A precisão cartográfica exigida no CAR (Decreto 7.830/2012 e IN2/MMA/2014) permite o uso do TOPODATA [4] para o mapeamento da declividade do terreno com 30 metros de resolução espacial, como exemplificado em [5]. As demais áreas a serem mapeadas pelo CAR têm apresentado maior detalhamento cartográfico em relação à declividade, porque com certa frequência há imagens de satélite gratuitas com resolução inferior a 1 metro. Tal fato demanda uma pesquisa para averiguar se AUR e APPD deixam de ser identificadas em regiões declivosas devido à menor escala cartográfica do TOPODATA.

Apesar da ausência de dados topográficos gratuitos com precisões semelhantes aos satélites de maior resolução espacial, as Aeronaves Remotamente Pilotadas, ou *Remotely Piloted Aircrafts System* (RPAS), popularmente conhecidas como *drones*, vêm apresentando potencial para representar as superfícies topográficas com amplo detalhamento [6, 7]. Logo, as RPAS podem fielmente representar as AUR e APPD no CAR dos imóveis rurais.

Este trabalho tem o objetivo de comparar, numa região declivosa, o mapeamento de AUR e APPD obtidas pelo TOPODATA e por RPAS. Como os dados obtidos por RPAS possuem alta resolução espacial, o trabalho também busca investigar eventuais omissões ou comissões de AUR e APPD possíveis de acontecerem no CAR de regiões declivosas quando se usa o TOPODATA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A região declivosa objeto deste estudo foi uma área em processo de restauração florestal no município de Miguel Pereira (RJ). Trata-se de um local historicamente utilizado como pastagem, mas que na data do voo já passava por processo de restauração florestal coordenado pela TNC (The Nature Conservancy) e ITPA (Instituto Terra de Preservação Ambiental).



Figura 1: Imagem de satélite da área de estudo, .

2.2. Materiais

Neste estudo, utilizou-se o RPAS Phantom 4 (DJI), com planejamento de voo realizado no *software* gratuito Pix4D

Capture, seguido de processamento dos dados no *software* Agisoft Photoscan, cuja licença é mantida pelo SPAMLab. O tratamento do ortomosaico e Modelo Digital de Superfície (MDS) do RPAS foi feito nos *softwares* gratuitos CloudCompare e QGIS. Os dados TOPODATA foram baixados já no formato declividade e trabalhados no QGIS.

2.3. Métodos

O voo foi realizado a uma altura de 80 metros (GSD = 8 cm) com sobreposição de 80% longitudinal e 40% lateral. Não foram utilizados pontos de controle.

Sobre os dados do RPAS, após o processamento no Photoscan e obtenção do ortomosaico / Modelo Digital de Superfície (MDS), foi gerado o Modelo Digital de Terreno (MDT) no CloudCompare [8]. Na sequência, calculou-se no QGIS a declividade do MDT em graus e classificou-se as áreas em até 25°, AUR (25° a 45°) e APPD (acima de 45°).

Com relação aos dados do TOPODATA, os mesmos foram baixados já em formato de declividade, convertidos os valores de porcentagem [9] para graus e então separados nas três classes de declividade do CAR.

Obtidos os resultados, verificou-se o total de área de cada classe de declividade nos resultados do RPAS e do TOPODATA. Cabe ressaltar que o resultado da RPAS, por ser de alta resolução, é considerado dado referência, apesar de apresentar também características de mapa de rugosidade devido à alta resolução e, conseqüentemente, curta distância entre si para o cálculo da variação da altitude no espaço [9].

Finalmente, foi medida a acurácia do mapeamento do TOPODATA nas classes de declividade do CAR. A acurácia foi medida pela Acurácia Geral, índice Kappa e Matriz de Confusão [10], discutindo-se então o quão próximo o TOPODATA esteve do dado referência, que neste trabalho é o RPAS.

3. RESULTADOS

As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram, respectivamente, o ortomosaico obtido pelo RPAS, o MDT obtido pelo RPA, as classes de declividade do CAR obtida pelo RPAS e as classes de declividade obtidas pelo TOPODATA.

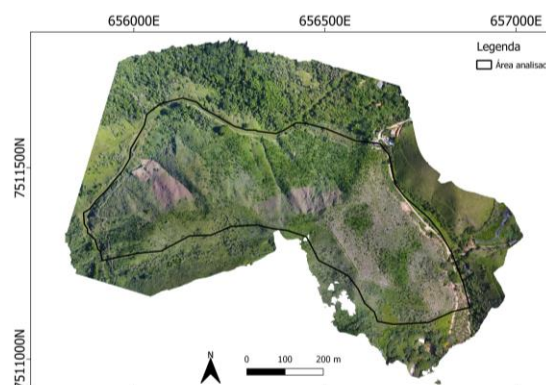


Figura 2: Ortomosaico da área de estudo obtido pelo RPAS.

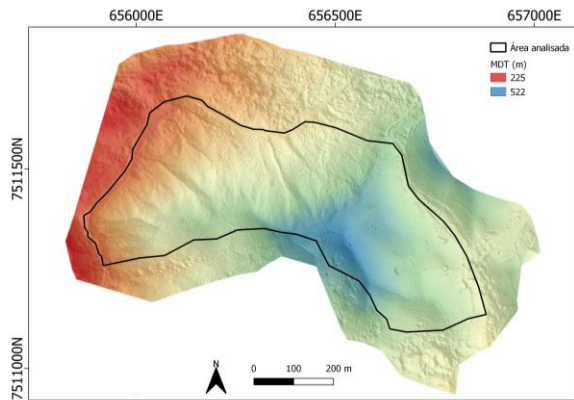


Figura 3: MDT da área de estudo obtido pelo RPAS.

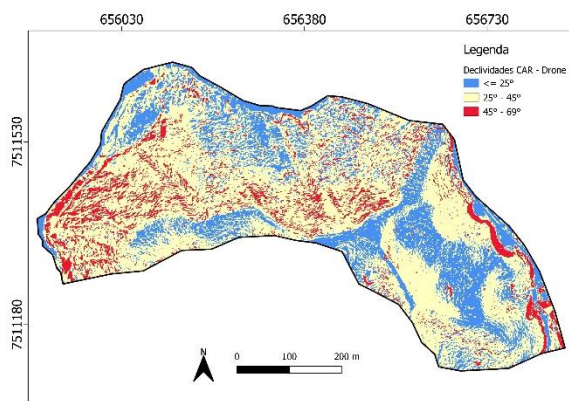


Figura 4: Classes de declividade do CAR obtidas pelo RPAS.

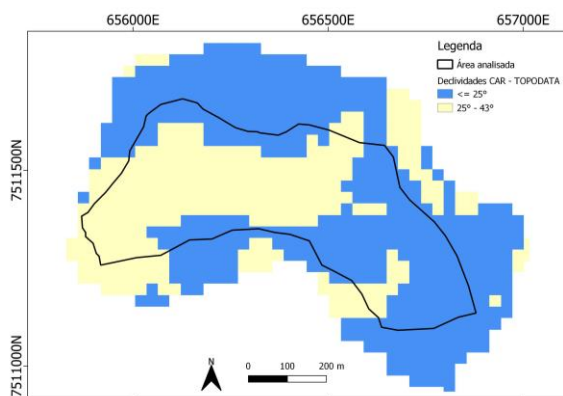


Figura 5: Classes de declividade do CAR obtidas pelo TOPODATA.

A Tabela 1 mostra em hectares as áreas dos resultados ilustrados nas Figuras 4 e 5.

Tabela 1: Áreas em hectares das classes de declividade do CAR encontradas na área de estudo.

Área total analisada: 29,7762			
Classe	0° a 25°	AUR	APPD
RPAS	8,2386	17,8954	3,6421
TOPODATA	15,3532	14,4229	0

A Acurácia Geral e o índice Kappa encontrados para o TOPODATA foram equivalentes a, respectivamente, 33,33% e -0,185. A Matriz de Confusão encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz de Confusão com áreas em hectares das classes de declividade do CAR.

RPAS/TOPODATA	0° a 25°	AUR	APPD	Total
0° a 25°	2,6863	10,0923	2,5609	15,3532
AUR	5,5523	7,7894	1,0812	14,4229
APPD	0	0	0	0
Total	8,2386	17,8954	3,6421	29,7762

4. DISCUSSÃO

Os dados obtidos pela RPAS mostram que a área de estudo é composta majoritariamente por AUR, compondo 60% do total analisado. As regiões de até 25° consistiram em 26,4% do total. Já as APPD apresentaram-se como inúmeros pequenos conglomerados espalhados por toda a área de estudo (*salt-and-pepper*). Tal distribuição de APPD ao longo do espaço sugeriu um aspecto rugoso no relevo, que foi confirmado em campo (Figura 6). O espalhamento da APPD ocorreu porque a rampa do terreno sofreu alterações de rugosidade com a constante caminhada do gado no pasto, que outrora ali existiu. Como o gado sobe e desce morros em trajeto circular, para amenizar o efeito da declividade em seu trajeto, os morros acabam alterando sua rugosidade ao longo da rampa. Essa rugosidade é comum em áreas declivosas utilizadas como pasto e alteram o aspecto homogêneo da superfície do terreno, conforme ilustra a Figura 6.



Figura 6: Caminhos de gado ocorrem quando pastos são instaurados em regiões declivosas, alterando a rugosidade natural da rampa.

Se considerarmos que o relevo da região, em sua forma natural, não possui caminhos de gado, as APPD, que não foram muitas, teriam sua abrangência ainda mais reduzida nos resultados. Como as rampas são compostas basicamente por AUR, e se considerarmos a inexistência de APPD, aproximadamente 73,6% da área de estudo seria AUR.

A Acurácia Geral indicou que o TOPODATA mapeou corretamente 1/3 do total analisado. Já o Kappa, ao apresentar valor negativo, indicou que o resultado do mapeamento do TOPODATA foi considerado pobre [11]. Logo, o TOPODATA possui considerável probabilidade em gerar erros de omissão e comissão de declividades até 25° e AUR em regiões declivosas, além de omissão de APPD. Esse resultado de certa forma já era esperado, pois um produto com resolução espacial de 8 centímetros foi comparado com um produto de resolução espacial de 30 metros.

O objetivo deste trabalho foi uma avaliação inicial da dimensão de áreas de AUR e APPD, que podem estar sendo mapeadas para menos ou para mais em regiões declivosas. Logo, trabalhos futuros deverão estudar a relação de dados TOPODATA que podem indicar uma real presença ou ausência das classes de declividade no CAR. Deverão também sobrevoar áreas ainda mais declivosas para estudar a ocorrência de APPD na base de dados TOPODATA. Essa classe de declividade no CAR inexistiu na base TOPODATA da área de estudo.

Apesar de gerar uma base cartográfica mais precisa e detalhada [7], o uso de RPAS em trabalhos de CAR demanda atividades de campo, que não são obrigatórias na legislação do CAR. Essa não obrigatoriedade reduz custos ao produtor rural, que seriam aumentados se projetos de CAR envolvessem RPAS. Tal fato reforça que padrões de dados TOPODATA de declividade sejam futuramente estudados para identificar probabilidades de omissões e comissões de AUR e APPD, aprimorando-se a qualidade do CAR sem aumentar custos ao produtor rural.

Apesar da não obrigatoriedade de trabalhos de campo, a legislação do CAR admite inspeção em campo em determinadas situações por parte do órgão fiscalizador. Nestes casos, o agente público poderá fazer uso de um RPAS em projetos de CAR, aproveitando-se o trabalho de campo.

5. CONCLUSÕES

Áreas declivosas são fielmente mapeadas por RPAS, que contribuem com a base de dados de AUR e APPD do CAR. Órgãos públicos, portanto, poderão utilizar RPAS quando forem inspecionar determinado CAR em campo.

O TOPODATA não apresentou bom desempenho no mapeamento das classes de declividade do CAR. Tal fato sugere a realização de estudos mais detalhados quanto ao uso deste modelo para mapeamento das declividades do CAR, averiguando-se padrões de comportamento de omissão e comissão de AUR e APPD.

AGRADECIMENTOS

À TNC pelo suporte financeiro, FAPESP projeto n° 2016/06628-0, LAPIG/ProVant pela concessão de equipamentos e realização do voo, ITPA pelo suporte em campo, SPAMLab pela infraestrutura. O sétimo autor (CHG) é bolsista de Produtividade CNPq n° 307647/2015-3.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Ribeiro, C.A.A.S.; Soares, V.P.; Oliveira, A.M.S.; Gleriani, J.M. “O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente”, *Revista Árvore*, v.29, n.2, p.203-212, 2005.
- [2] Laudares, S.S.A.; Silva, K.G.; Borges, L.A.C. “Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil”, *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 31, p. 111-122, ago. 2014.
- [3] Farinasso, M.; Carvalho Júnior, O.A.; Guimarães, R.F.; Gomes, R.A.T.; Ramos, V.M. “Avaliação Qualitativa do Potencial de Erosão Laminar em Grandes Áreas Por Meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos Utilizando Novas Metodologias em SIG para os Cálculos dos seus Fatores na Região do Alto Parnaíba – PI-MA”, *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 7, n. 2, p.73-85, 2006.
- [4] Valeriano, M.M.; Rosetti, D.F. “Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data”, *Applied Geography*, v.32, n.2, p.300-309, March 2012.
- [5] Palmeira, L.F.G. “Geoprocessamento Aplicado ao Cadastro Ambiental Rural Em São Pedro Do Sul – RS” Universidade Federal De Santa Maria, Relatório Final de Estágio Curricular Obrigatório, 54p., 2015.
- [6] Ferreira, S.P.; Rosalen, D.L. “Elaboração de Projetos de Terraplenagem a Partir de Recobrimento Aéreo Realizado por Aeronave Remotamente Tripulada”, *Revista Eletrônica de Gestão, Engenharia e Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba*, v.3, n.1, 2018.
- [7] Silva, J.E.C.F.; Botelho, M.F. “Cadastro Ambiental Rural utilizando imagem de drone aerofotogramétrico”, *Revista Agrogeoambiental*, v.9, n.2, 2017.
- [8] Zhang, W; Qi, J; Wan, P; Wang, H; Xie, D; Wang, X; Yan, G. “An Easy-to-Use Airborne LiDAR Data Filtering Method Based on Cloth Simulation.”, *Remote Sensing*, v.8, n.6, p.501, 2016.
- [9] Valeriano, M.M., “Topodata: Guia para Utilização de Dados Geomorfológicos Locais”, Ministério da Ciência e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 73p., 2008.
- [10] Foody, G.M. “Status of land cover classification accuracy assessment”, *Remote Sensing of Environment*, v.80, p.185 – 201, 2002.
- [11] Landis, J.R.; Koch, G.G., “The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data”, *Biometrics*, v.33, n.1, p. 159-174, Mar. 1977.