

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

UNIÃO DE INFORMAÇÕES TOPOGRÁFICAS OBTIDAS ENTRE MÉTODO CONVENCIONAL E AEROFOTOGRAMETRIA POR MEIO DE VANT PARA REPRESENTAR O LEITO DE UM CURSO D'ÁGUA DE UMA PEQUENA BACIA HIDROGRÁFICA

Matheus Schroeder dos Santos¹; Gabriela dos Santos Barboza²; Leandra Martins Bressan²; Janice Silveira³; Lukas Boeira⁴; Viviane Santos Silva Terra⁵; Gilberto Loguercio Collares⁶

RESUMO – O estudo da fisiografia da bacia hidrográfica é importante para o entendimento do fluxo e comportamento de uma determinada região. Há várias décadas utilizam-se metodologias convencionais que caracterizam de forma precisa características como altitude, declividade, forma. Porém devido a versatilidade e variabilidade de metodologias na caracterização de parâmetros, nesta área de pesquisa o sensoriamento remoto é uma que se destaca. Os veículos aéreos não tripulados (VANT) vem substituindo progressivamente a utilização destas metodologias convencionais. Surgindo assim a necessidade da verificação dos erros gerados com essa metodologia. Foi observado que os principais erros são decorrentes da lâmina d'água no local, impedindo a coleta das informações nos locais do leito submerso, representando apenas as características da superfície.

Palavras-Chave – Variabilidade; VANT; Geotecnologia

ABSTRACT– The study of the basin physiography is important for understanding the flow and behavior of a given region. For several decades, conventional methodologies have been used to accurately characterize altitude, slope, shape. data. However, due to the versatility and variability of methodologies in the characterization of parameters, in this area of research, remote sensing is one that stands out. Unmanned aerial vehicles (UAVs) have been progressively replacing the use of these conventional methodologies. Thus, the need to verify the errors generated between the comparison of these methods was obtained, so the difference between these two methodologies was obtained, discretizing the possibilities of source of errors obtained in the topographic survey in a section of the Arroio do Ouro hydrographic sub-basin in Rio Grande do Sul.

1) Estudante de graduação em Engenharia Hídrica na Universidade Federal de Pelotas, matheus_schroederdossantos@hotmail.com

2) Estudante de graduação em Engenharia Hídrica na Universidade Federal de Pelotas, gabrielasb98@hotmail.com ; leandrabressan13@hotmail.com

3) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos na UFPel, janice@mapearcomdrones.com.br

4) Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos na UFPel, lukasdossantosboeira@gmail.com

5) Profª. Adjunta do CDTEC, Curso de Engenharia Hídrica, UFPEL/Campus Anglo, Pelotas-RS, vssterra10@gmail.com

6) Prof. Titular do CDTEC, Curso de Engenharia Hídrica, UFPEL/Campus Anglo, Pelotas – RS, gilbertocollares@gmail.com (orientador)

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, buscavam-se técnicas que possibilitariam identificar o comportamento da morfologia do leito das bacias hidrográficas. Métodos imprecisos e práticos surtiam efeito, pois atendiam a demanda da época (RAMOS, 2010). Conforme a evolução da sociedade, a busca por melhorias se tornou necessária, logo, surge a busca por métodos práticos e precisos quanto a caracterização do leito, visando outras aplicações, por exemplo o monitoramento da dinâmica fluvial, medição de vazão, cota de rios (LOZANO, 2016).

Salienta-se a utilização de metodologias convencionais dispostas por equipamentos de nivelamento, como as estações totais ou Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS). Caracterizando a área de estudo consoante sua forma, dimensão e a posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, ou seja, estas técnicas projetam sobre um plano, não apenas os limites da superfície que se deseja representar, mas também todas as particularidades notáveis, naturais ou artificiais do terreno (PERINI et al., 2011). No entanto, estes métodos são demorados, intensivos e fornecem uma extensão espacial limitada (WINTERBOTTOM e GILVEAR, 1997; FEURER et al., 2008; BANGEN et al., 2014).

Buscando suprir estas dificuldades apresentadas é inserido o sensoriamento remoto, fazendo uso da aerofotogrametria, por meio da técnica sub orbital (FLORENZANO, 2002). Nesse sentido, destacam-se os veículos aéreos não tripulados (VANT), por seu tamanho diminuto, incorporação de sistema global de posicionamento, tempo reduzido de processamento de imagens, facilidade em controle remoto, e maior resolução espacial (REMONDINO et al., 2011; HERNANDEZ-LOPEZ et al., 2013).

Não obstante, o ritmo de avanço tecnológico é encorajador e provável que o georreferenciamento direto se tornará uma prática padrão no futuro (CARBONNEAU & DIETRICH, 2017; TURNER, LUCIEER, & WALLACE, 2014). Desta maneira, o objetivo do presente trabalho é avaliar a união de informações topográficas adquiridas de forma convencional e aquelas obtidas com VANTs, para representar o leito de um curso d'água natural, em uma pequena bacia hidrográfica no sul do Brasil.

2. METODOLOGIA

A área de estudo compreende um trecho na sub-bacia hidrográfica Arroio do Ouro. A bacia está localizada entre os municípios de Pelotas e Morro Redondo, no Rio Grande do Sul (Figura 1).

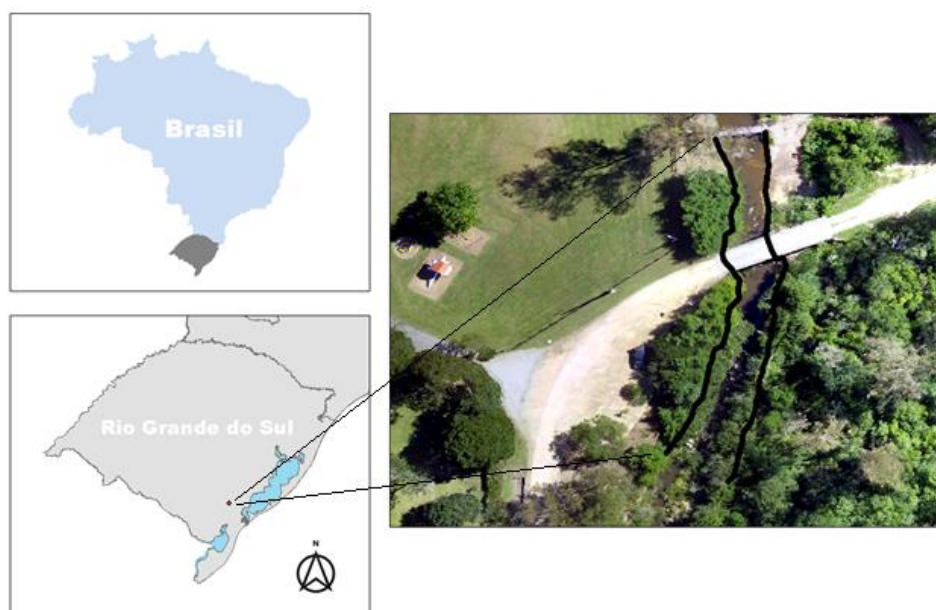


Figura 1. Localização da área de estudo e o trecho a ser avaliado na bacia.

No segundo semestre de 2018 e primeiro de 2019 foram realizadas as aplicações das metodologias no campo, com o objetivo de caracterizar a topografia na área de estudo através de dois métodos, primeiramente foi realizada através da estação total o levantamento topográfico de 3085 pontos, georreferenciando a marco próximo, e utilizando dois pontos fixos no levantamento.

As coordenadas foram definidas através da utilização do GNSS PROMARK 500, durante 30 minutos, o qual foi determinada a latitude, longitude, altitude e tempo do ponto, através da utilização de no mínimo 4 (quatro) satélites como base. Logo após, as coordenadas e alturas foram processadas pelo software GNSS Solutions, e com a utilização do software MAPGEO foi possível obter a altura ortométrica necessária para o levantamento topográfico.

Posteriormente, foram realizados 2 (dois) voos em sentidos perpendiculares com o drone Phantom 4, por ser um multirrotor com grande estabilidade (JORGE et al., 2014). Estes voos foram programados utilizando o software DroneDeploy, pois segundo Borges (2017) permite a determinação do plano de voo em conformidade com a resolução almejada para as imagens originais.

Cada voo teve duração de aproximadamente 9 minutos e caracterizou uma área de 10,8 ha, com velocidade média de 10 m s^{-1} , numa altitude de 90 m em relação à superfície, obtendo um total de 261 imagens com 80% de taxa de sobreposição longitudinal e 80% de taxa de sobreposição lateral, em intervalos de 4 segundos.

Em seguida, utilizando o software PhotoScan as imagens foram pós processadas para correções de rotação da câmera, além de remover as distorções causadas pela lente da câmera e georreferenciamento. Com este produto foi possível gerar o ortofotomosaico e o mosaico da área,

possibilitando assim montar o Modelo Digital de Elevação (MDE) do local. As regiões que apresentavam vegetação foram removidas, preservando apenas trechos do rio sem vegetação.

As informações obtidas com o levantamento topográfico e aquelas extraídas do levantamento com VANTs dos trechos sem vegetação, foram unidas gerando um MDE da interpolação de todos os pontos. Por consequência, o erro médio, representa o erro entre os valores observados no levantamento topográfico com os 3085 pontos e os valores obtidos da interpolação do MDE (Figura 2).

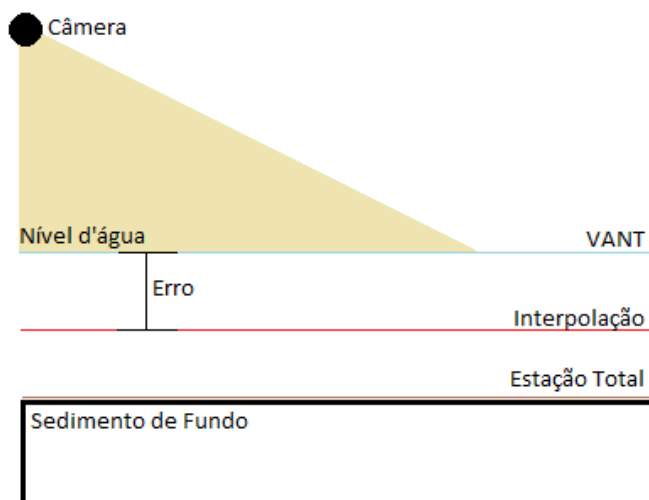


Figura 2. Representação ilustrativa e sem escala do erro obtido.

Foram especificadas as possíveis fontes deste erro médio entre os dois levantamentos realizados, analisando metodologias empregadas por Gemael (1991) onde através da distribuição verifica-se a possibilidade de erros aleatórios frequentes em grandes amostras, definidas através do coeficiente de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do modelo digital de elevação gerado pela metodologia empregada, com representatividade de 3085 pontos, obteve-se que a média de erro encontrado na comparação destas duas metodologias foi de -0.13, desvio padrão de 0.20 m, com valores discrepantes de mínimo -1.42 m e máximo de 0.50 m, sendo mais de 50% dos erros encontrados no intervalo de 0,08 m e -0,06 m (Figura 3). A mediana sendo -0.042, aplicada ao coeficiente de Pearson obteve-se o valor de -1.26, caracterizando a distribuição assimétrica negativa.

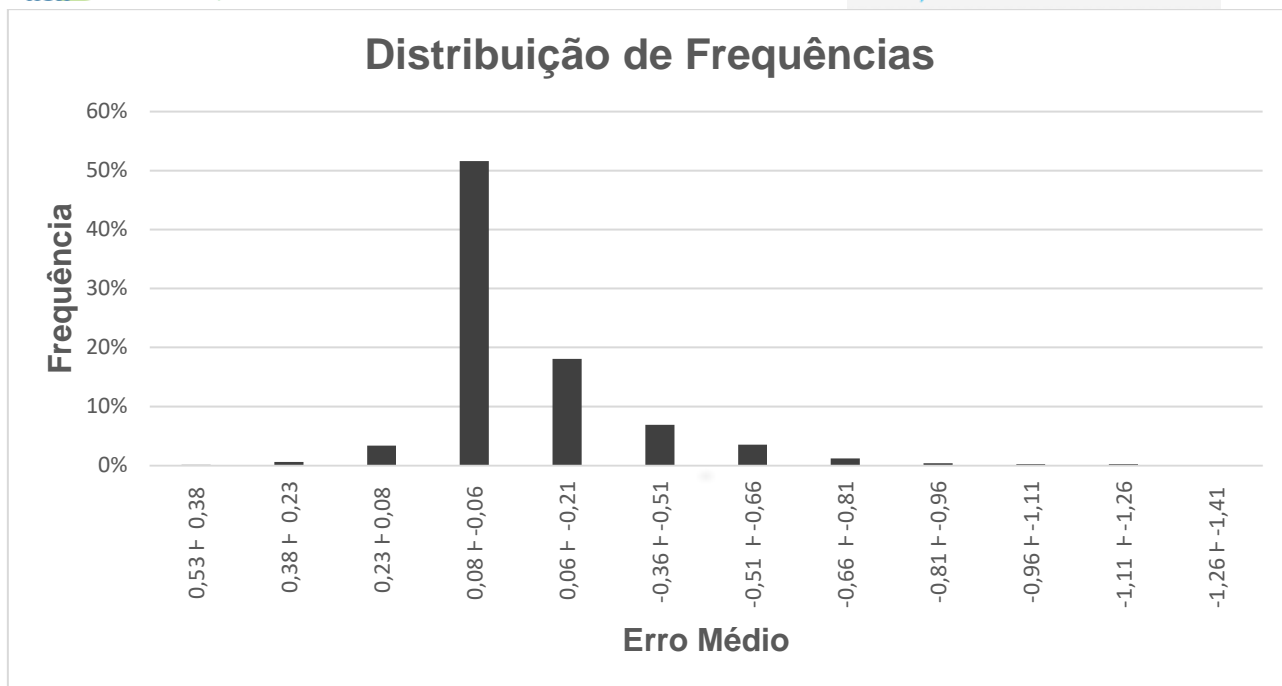


Figura 3. Gráfico de distribuição de erros.

Para Gemael (1991), por se tratar de um número elevado de amostras, e apresentar uma distribuição assimétrica negativa (Figura 3), a possibilidade de erros no levantamento da estação total é diminuta.

Conforme representado na Figura 4, ressalta-se que estes valores discrepantes negativos se devem ao fato da lâmina d'água presente durante os levantamentos com o VANT. Com a topografia convencional os valores de altitude são referentes ao leito do canal fluvial. Já com o uso do VANT as informações são oriundas da superfície da lâmina d'água, assim esse erro varia de acordo com a profundidade da lâmina d'água, conforme o demonstrado na Figura 2.

Desta forma, os erros na fotogrametria podem ser devidos as características específicas do local, como por exemplo, turbidez, transparência, profundidade e rugosidade, não permitindo que aconteça a penetração total da luz (WESTAWYA et al., 2001; FEURER et al., 2008; MARCUS, 2012). Visando amenizar estes erros encontrados é possível o emprego da técnica LIDAR (Light Detection And Ranging), permitindo a maior caracterização dos ambientes de acordo com a utilização de sensores ativos, pulsos laser emitidos na atmosfera e posteriormente receptados por um sistema de seleção espectral. (RASCADO, 2008)

Outra fonte de erro significativa representada na figura 4, é a presença de vegetação ciliar a qual impossibilita a visualização das margens do leito, superestimando os valores da topografia local, neste caso, variando entre -0,09 m e 0,50 m. Sendo necessária a filtragem desta nuvem de pontos, a fim de remover esta limitação no processamento de imagens.

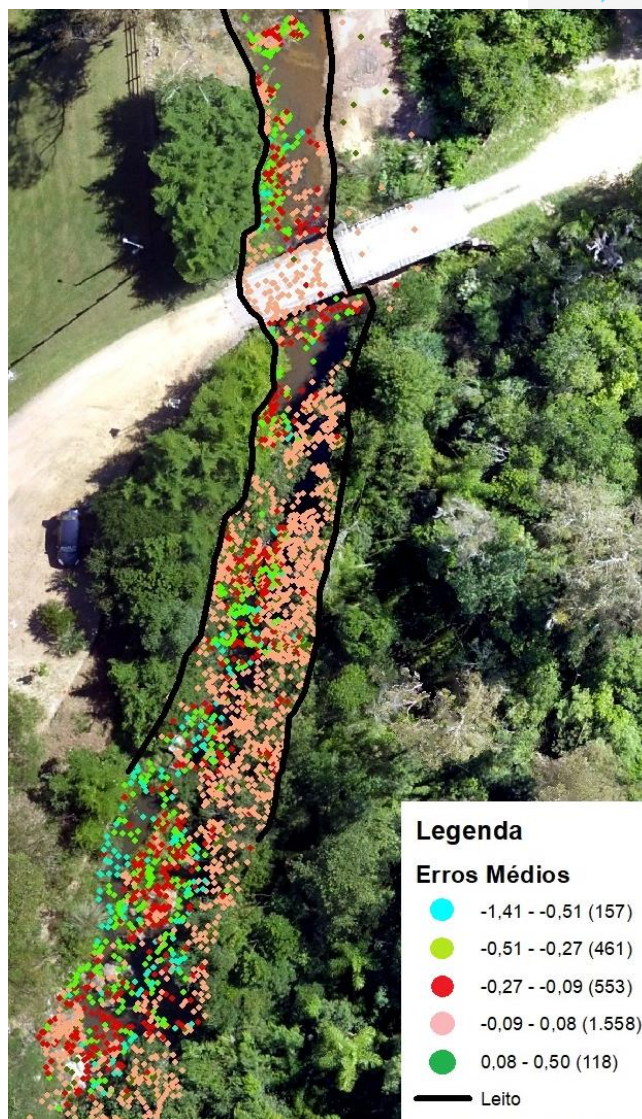


Figura 4. Imagem aérea, pontos de levantamento topográfico e modelo digital de elevação.

4. CONCLUSÃO

Observou-se a importância da utilização de informações topográficas obtidas com VANTs em conjuntos com dados coletados de forma convencional. Além dos erros ocasionados nos trechos com vegetação, a lâmina d'água impede a coleta das informações nos locais do leito submerso, representando apenas a superfície.

REFERÊNCIAS

BANGEN SG, WHEATON JM, BOUWES N, BOUWES B, JORDAN C. 2014. A methodological intercomparison of topographic survey techniques for characterizing wadeable streams and rivers. *Geomorphology*206: 343–361.

BORGES, R. FAZAN, A. SOBRAL, L. RIBEIRO, R. LANZA, D. (2017) Utilização de drones de pequeno porte como alternativa de baixo custo para caracterização topográfica da infraestrutura de transportes no Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes - DNIT.

CARBONNEAU, P. E., & DIETRICH, J. T. (2017). Cost-effective non-metric photogrammetry from consumer-grade sUAS: Implications for direct georeferencing of structure from motion photogrammetry. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 473–486.

FERNÁNDEZ-LOZANO, J. & GUTIÉRREZ-ALONSO, G. (2016): Aplicaciones geológicas de los drones. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 29(1): 89-105.

FEURER, D. BAILLY, J-S. PUECH, C. LE COARER, Y. VIAU, AA. 2008. Very-high-resolution mapping of river-immersed topography by remote sensing. *Progress in Physical Geography* 32(4): 403-419.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GEMAEL, C. *Introdução à Geodésia Física*. Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Curitiba, 1991.

HERNANDEZ-LOPEZ, D., FELIPE-GARCIA, B., GONZALEZ-AGUILERA, D. & ARIAS-PEREZ, B. (2013): An Automatic Approach to UAV Flight Planning and Control for Photogrammetric Applications. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 79: 87-98.

JORGE, L. INAMASU, R. (2014) Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão. *Agricultura de precisão: Resultados de um novo olhar* 8: 109-134

MARCUS WA. (2012). Remote sensing of the hydraulic environment in gravel-bed rivers. In *Gravel-bed Rivers: Processes, Tools, Environments*, Church M, Biron P, Roy A (eds). Wiley-Blackwell: Chichester.

PEARSON, Karl. (1892), *The grammar of science*. London, J. M. Dent and Company.

PEARSON, k., FISHER, R., INMAN, H. (1994), “Karl Pearson and R. A. Fisher on Statistical Tests: A 1935 Exchange from Nature”. *The American Statistician*, 48,1: 2-11.

PERINI, A. FURASTÉ, R. (2011). Mapeamento cadastral e geração de banco de dados geográfico da escola superior de educação física e densificação da rede geodésica da UFRGS. Trabalho de Conclusão de Curso no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RAMOS, A. M.; LEANDRO, D.; HUINCA, S. C. M.; KRUEGER, C. P, (2007). Análise Horizontal do Posicionamento GPS Diferencial Empregado em Levantamentos Hidrográficos a Partir de Sistemas DGPS, RTK E RTG.

RASCADO, J. (2008), Técnica Lidar para la caracterización atmosférica mediante dispersión elástica y raman. Tese de Doutorado do Departamento de Física Aplicada, Universidade de Granada.

REMONDINO, F., BARAZZETI, L., NEX, F., SCAIONI, M. & SARAZZI, D. (2011): UAV photogrammetry for mapping and 3d modeling– current status and future perspectives. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38: C22.

TURNER, D., LUCIEER, A., & WALLACE, L. (2014). Direct Georeferencing of ultrahigh-resolution UAV imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 52, 2738–2745.

VEIGA, L., ZANETTI, M., FAGGION, P. (2007), *Fundamentos de Topografia*”. Westaway RM, Lane SN, Hicks DM. 2001. Remote sensing of clearwater, shallow, gravel-bed rivers using digital photogrammetry. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 67(11): 1271–1281.

WINTERBOTTOM S.J, GILVEAR D.J. (1997). Quantification of channel bed morphology in gravel-bed rivers using airborne multispectral imagery and aerial photography. *Regulated Rivers: Research and Management* 13: 489–499.