

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA - ARP E SUAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.9091224301010>

Data de aceite: 05/12/2024

Leonardo Franklin de Carvalho

Geógrafo especialista em
Geoprocessamento,
Topografia e Sensoriamento Remoto
<https://orcid.org/0009-0006-7995-9899>

RESUMO: O levantamento aerofotogramétrico por Aeronave Remotamente Pilotada - ARP vem contribuindo de maneira significativa para os levantamentos topográficos na atualidade. Entender as etapas que levam a um levantamento de qualidade é de grande valia para os profissionais que pretendem se especializar neste campo do conhecimento. Com a crescente demanda por este trabalho, a busca de qualidade em um levantamento aerofotogramétrico confiável tem sido um desafio em diversos estudos e experimentos sobre o assunto. Correlacionar os métodos tradicionais com as novas tecnologias faz parte de uma mudança estrutural que vem ocorrendo na forma de se produzir os dados topográficos. A revisão bibliográfica sobre o assunto permitiu uma análise e discussão sobre as metodologias utilizadas nos estudos acadêmicos, em especial, aquelas obtidas por levantamentos aéreos que buscam

a representação matemática do terreno através da fotogrametria, bem como a discussão sobre aquela mais indicada para determinado projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Topografia. Aeronave Remotamente Pilotada - ARP. Levantamento Aerofotogramétrico. Precisão Topográfica.

TOPOGRAPHIC SURVEY WITH REMOTELY PILOTED AIRCRAFT - ARP AND ITS METHODOLOGICAL APPROACHES

ABSTRACT: Aerial photogrammetric surveying by Remotely Piloted Aircraft - RPA has been contributing significantly to current topographic surveys. Understanding the steps that lead to a quality survey is of great value for professionals who intend to specialize in this field of knowledge. With the growing demand for this work, the search for quality in a reliable aerial photogrammetric survey has been a challenge in several studies and experiments on the subject. Correlating traditional methods with new technologies is part of a structural change that has been occurring in the way topographic data is produced. The bibliographical review on the subject allowed for an analysis and discussion of the methodologies used in

academic studies, in particular those obtained by aerial surveys that seek the mathematical representation of the terrain through photogrammetry, as well as the discussion about the one most suitable for a given project.

KEYWORDS: Topography. Remotely Piloted Aircraft - RPA. Aerial photogrammetric survey. Topographic Accuracy.

INTRODUÇÃO

A Topografia enquanto ciência é uma área do conhecimento que estuda a representação gráfica da superfície terrestre, usando para isso, métodos e instrumentos que permitem a representação de determinado terreno em uma superfície plana. Esta representação busca as dimensões desta superfície através de ângulos e distâncias, áreas e volumes, necessárias na concepção de qualquer projeto de construção civil, bem como nas análises espaciais ou ambientais de determinado território. O levantamento matemático da superfície proporciona a visualização altimétrica das características do relevo, seus talwegues, vertentes e interflúvios, evidenciando as superfícies íngremes e planas, bem como a disposição planimétrica de ocupações urbanas como edificações e arruamentos ou a disposição de elementos geográficos naturais como rios, lagos e fragmentos florestais.

A topografia tradicional dispõe de métodos de poligonação, inserção a vante, irradiação e instrumentos como a Estação Total (VEIGA, 2007). Tal ferramenta possibilita a leitura de distâncias e ângulos a partir do deslocamento de feixe de luz sobre um prisma que o reflete de volta ao equipamento. Segundo Jeronymo e Pereira (2015) a estação total possui um método eficaz para áreas de pequeno e médio porte, obtendo precisões milimétricas, porém, dependendo do número de visadas e obstáculos a serem levantados, este equipamento passa a ser de difícil utilização.

A inovação tecnológica vem contribuindo com o nível de detalhamento cada vez maior e tempo de execução cada vez menor nas atividades de topografia. O levantamento aerofotogramétrico por Aeronaves Remotamente Pilotadas – RPAs, da sigla em inglês: *Remotely Piloted Aircraft*, popularmente conhecidas como *Drones*, vem se destacando nestas inovações. O início da fotogrametria é relativamente antigo, datado do século XIX, e é definida como a arte e a ciência de realizar medições precisas por meio de fotografias aéreas. Este método busca a extração de informações quantitativas de fotografias aéreas usando a estereoscopia (sobreposição das imagens entre si) e medições de deslocamento aparente de objetos de acordo com a mudança do ponto de observação: paralaxe estereoscópica (JENSEN, 2011).

Os ganhos com os levantamentos aerofotogramétricos por RPA foram muitos, destacando-se a logística, os custos baixos com menor tempo de execução em relação aos levantamentos tradicionais, como é o caso da estação total, a resolução espacial das imagens obtidas podem chegar a centímetros e a resolução temporal altíssima, devido à versatilidade de vôos em curto espaço de tempo.

Com o aumento na demanda de uso dos RPAs na geração de dados cartográficos digitais, surge também a necessidade de avaliação da qualidade destes levantamentos, levando-se em consideração a precisão e acurácia. Neste sentido, este estudo discorre sobre o melhor momento em que esta técnica é mais indicada e qual a melhor forma de se utilizá-la, evidenciando os pontos positivos e negativos de seu levantamento.

DESENVOLVIMENTO

No levantamento aerofotogramétrico é preciso estabelecer algumas etapas cruciais que interferem na qualidade do produto gerado. E estas etapas são largamente discutidas nas literaturas que abordam este tema. A primeira delas é a coleta de pontos de apoio em campo via GNSS-RTK. A maior parte dos RPAs possuem um GPS embarcado com precisão entre 5 e 10 metros, o que não é satisfatório para a maioria dos projetos, no entanto, com a coleta via GPS-RTK a precisão pode chegar a 1 cm (OLIVEIRA, 2020). Embora o levantamento das fotografias seja feito pela aeronave, é preciso estabelecer os pontos de controle e pontos de checagem, ambos levantados e materializados em campo. Estes pontos devem ser visualizados nas fotografias captadas pela aeronave. Os pontos de controle servem para georreferenciar as imagens, já os pontos de verificação servem para calcular a exatidão entre o ponto na imagem georreferenciada e o seu ponto de verificação correspondente. A Norma de Execução do INCRA/ DF/ N° 2 de 2018 estabelece o mínimo de 20 pontos de verificação devidamente sinalizados em campo visando à avaliação da acurácia posicional absoluta em georreferenciamento de imóveis rurais com aerofotogrametria.

A configuração de voo para obtenção das fotografias aéreas é outra etapa que influencia diretamente na resolução espacial da imagem e na precisão dos produtos gerados pela fotogrametria digital. Dois pontos importantes merecem destaque neste aspecto: a sobreposição das imagens capturadas e a distância do voo em relação ao solo. O *GSD* sigla em inglês para *Ground System Distance* consiste na distância em que a RPA se encontra do solo, e está diretamente relacionada com o tamanho do *pixel* da imagem gerada. Quanto mais próxima do solo, menor será o *GSD*, maior será a resolução e maior será o detalhamento das imagens. A sobreposição das imagens (frontal e lateral – entre 70% e 80%) também traz um melhor enquadramento, precisão e ajuste para o ortomosaico a ser gerado (RODRIGUES, 2020). Além de auxiliar nesta junção, a sobreposição permite a leitura estereoscópica, de profundidade e conseqüentemente permite o cálculo de altimetria do terreno após processamento de dados por software especializado.

No levantamento planialtimétrico por RPA são gerados milhares de pontos com cotas altimétricas, tornado a representação da superfície mais detalhada e mais fiel ao terreno. Oliveira e Jesus, 2018 em seus estudos, quando compararam os levantamentos planialtimétricos tradicionais com os via RPA concluíram que assim como os levantamentos tradicionais, o levantamento feito em seus estudos por *drone* se classificaram dentro dos parâmetros da classe A segundo a PEC, e que este padrão de exatidão validaram o método.

No mesmo estudo os autores colocaram ressalvas de que a precisão diminui quando se trata de mapeamentos com áreas de vegetação, edificações e obstáculos entre o terreno e a aeronave. Isto ocorre porque a aerofotogrametria extrai dados da superfície e não do terreno, passando a contar com dados estatísticos para triangular aquelas áreas onde os dados não foram possíveis de ser coletados.

Sopchaki *et. al.*, experimentaram um levantamento por RPA sem pontos de controle e comprovaram que com a ausência de tais pontos, os valores demonstraram que o uso de rotinas automatizadas de software possibilitou a geração de ortomosaicos para escala de 1:50.000 (classe A do PEC-PCD), escala inadequada para projetos de plantas cadastrais, mas aceitáveis para planejamento regional.

Para além da obtenção de dados planialtimétricos, tanto nos métodos tradicionais como nos métodos que se utilizam das novas tecnologias, a aerofotogrametria se desponsa dos demais pelo fornecimento de ortofotos, com grande riqueza de detalhes do terreno estudado. De acordo com Pamboukiam, 2019, estas imagens chegam a 1 centímetro de resolução espacial, ao ponto que as melhores imagens obtidas por satélite, na atualidade, chegam à 40 centímetros.

CONCLUSÃO

Ao longo da pesquisa é inevitável a busca de uma resposta sobre o melhor método a se utilizar em um levantamento topográfico, que vise uma representação mais fiel possível do terreno estudado. Durante esta busca foi possível verificar a importância das técnicas e metodologias da topografia tradicional e também de suas novas tecnologias.

Apesar da maior parte das referências bibliográficas estudadas mencionarem a utilização do GNSS-RTK como rotina de campo, não se dá a merecida ênfase nestes levantamentos como metodologia propriamente dita. Sua utilização é fundamental para amarrar as novas metodologias às aquelas tidas como tradicionais. Sem ela não se obtém a precisão e acurácia exigidas nos levantamentos topográficos.

Alguns autores comprovaram benefícios em todas as metodologias expostas. Nas tradicionais por estação total obtiveram precisão e exatidão milimétricas, o que parecia, num primeiro momento, um ganho no projeto em relação aos levantamentos aerofotogramétricos. Isto de fato ocorre para terrenos de pequenas e médias dimensões e para projetos que exigem tal acurácia. No entanto, existem projetos que não necessitam de tamanho detalhamento, e que, em muitos casos abrangem dezenas de hectares de extensão. Nestes terrenos a utilização da estação total e até mesmo dos levantamentos via GNSS-RTK, na prática, se mostra trabalhosa e onerosa para a execução.

Neste sentido, o levantamento aerofotogramétrico via RPA torna o trabalho mais prático, sem que com isso se perca em qualidade. Quando este tipo de levantamento é feito de forma criteriosa, obtêm-se precisões centimétricas, aceitáveis para a maior parte dos levantamentos utilizados em topografia, principalmente àqueles voltados para

a análise ambiental de determinado território. Há de se pontuar também as limitações deste procedimento quando se depara com elementos que ocupam parte do terreno estudado, como é o caso dos fragmentos florestais, que não devem ser contemplados no levantamento. Nestes pontos há perda significativa de qualidade, por mais que se processe e interpole estes dados.

Dito isto, nos casos em que o levantamento aerofotogramétrico é mais indicado se faz necessário o uso, em conjunto, de estação total quando houver obstáculos como os referidos fragmentos florestais, onde a fotogrametria não obtém sucesso na leitura altimétrica, utilizando assim, os dois métodos de forma complementar.

No levantamento aerofotogramétrico, a geração de imagens ortorretificadas é um ganho a mais nesta metodologia, o que não é possível nos métodos tradicionais. De posse da imagem georreferenciada, é possível desenvolver, de forma mais prática em escritório, análises temporais do terreno, medições de áreas de quaisquer elementos inseridos na imagem, análises ambientais, bem como fotointerpretações com a finalidade de mapear o uso e ocupação do solo.

Desta forma é preciso não o uso desta ou daquela metodologia, mas sim a junção destas a depender do projeto a ser executado. O entendimento das metodologias abordadas neste estudo é de fundamental importância para que o profissional busque a melhor metodologia, ou o conjunto delas, que consiga aliar tempo, qualidade e custos para execução do projeto.

REFERÊNCIAS

JENSEN, Jonh. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

JERONYMO, Andre Colares; PEREIRA, Pâmela Brunetto Alves. **Comparação de Métodos de Levantamento Topográfico, Utilizando Escâner a Laser, Estação Total e Fotogrametria Terrestre**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná/ Departamento Acadêmico de Construção Civil, 69 p. Curitiba, 2015.

NORMA DE EXECUÇÃO INCRA/ DF/ N° 2. **Estabelece critérios para aplicação e avaliação de produtos gerados a partir de aerofotogrametria para determinação de coordenadas de vértices definidores de limites de imóveis rurais em atendimento ao parágrafo 3° do artigo 176 da Lei N° 6.015**. Boletim de Serviço, nº8, 19 de fevereiro de 2018.

OLIVEIRA, Henrique Carvalho de; JESUS, Henrique Potenciano de. **Análise Comparativa de Levantamentos Planialtimétricos – Topografia Convencional, GPS e Drone**. Monografia Apresentada no Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, 14p. Goiás, 2018.

OLIVEIRA, Renato Gonzaga. **Análise da Acurácia de Levantamento Topográfico Utilizando Imagens Aéreas Capturadas por VANT's e seus Usos**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Uberlândia, 77 p. Uberlândia, 2020.

PAMBOUKIAM, Sergio Vicente Denser. **Topografia com Drones e GNSS**. Mostra Docente de Ciências, Tecnologia e Inovação da Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2019.

RODRIGUES, Bruno Timóteo. **Topografia na Validação de Modelo de Terreno Obtido por Meio de Aeronave Remotamente Pilotada – RPA**. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, 93 p. Botucatu, 2020.

SOPCHAKI, Carlos Henrique; DA PAZ, Otacílio Lopez de Souza; GRAÇA, Niarkios Luiz Santos de Salles; SAMPAIO, Tony Vinícius Moreira. **Verificação da Qualidade de Ortomosaicos Produzidos a Partir de Imagens Obtidas com Aeronave Remotamente Pilotada sem o Uso de Pontos de Apoio**. Revista Ra'e Ga, v. 43, Temático de Geotecnologias, p.200-214. DOI: 100.5380/raega eISSN: 2177-2738, Curitiba, fev. 2018.

VEIGA, Luis Augusto Koenig. **Noções de Topografia Subterrânea**. Notas de Aulas, 57 páginas. Levantamentos Topográficos I – GA 029 – Engenharia Cartográfica – UFPR, Paraná, 2007.