

AQUISIÇÃO DE DADOS UTILIZANDO FOTOGRAMETRIA COM VANT's PARA APOIO AO CADASTRO TERRITORIAL

Data Acquisition Using Photogrammetry with UAV's to Support Cadastre

José Gabriel Vieira Santos
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
gabriel.v santos@ufpe.br

José Eduardo Andrade Neri de Souza
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
eduardo.neri@ufpe.br

Joel Borges dos Passos
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
joel.passos@ufpe.br

Andrea Flávia Tenório Carneiro
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
andreafternorio@gmail.com

Resumo:

Atualmente a utilização de VANT para as diversas aplicações na engenharia, cresce bastante, devido a facilidade e agilidade na realização dos procedimentos. Esta pesquisa é caracterizada como um artigo de referência ou de revisão, a respeito de métodos de aquisição e precisão dos produtos gerados, por meio da fotogrametria com VANT's com aplicações no cadastro territorial e regularização fundiária urbana. Foram analisados artigos que tratam da utilização da fotogrametria com VANT's para a regularização fundiária urbana e atualização cadastral de áreas construídas. Aqui, são mostradas as metodologias utilizadas pelos diversos autores, os resultados obtidos e suas conclusões, bem como alguns cuidados que devem ser levados em consideração ao se utilizar os VANT's. Também é discutido, a aplicabilidade da utilização dessa técnica, tendo como objetivo principal do trabalho, salientar o fato de que cada forma de obtenção de dados, assim como as precisões quem venham a ser geradas para os produtos, dependem muito da finalidade do estudo.

Palavras-chave: aquisição de dados, cadastro territorial, fotogrametria, precisão, VANT.

Abstract

Currently, the use of UAVs for various applications in engineering is growing, due to the ease and agility in carrying out the procedures. This research is characterized as a reference or review article, regarding methods of acquisition and precision of the generated products, through photogrammetry with UAVs with applications in the territorial registry and urban land regularization. Articles that deal with the use of photogrammetry with UAVs for urban land regularization and cadastral updating of built areas were analyzed. Here, the methodologies used by the various authors, the results obtained and their conclusions are shown, as well as some precautions that must be taken into account when using UAVs. It is also discussed the applicability of the use of this technique, having as main objective of the work, to emphasize the fact that each form of obtaining data, as well as the precision that may be generated for the products, depend a lot on the purpose of the study.

Keywords: data acquisition, cadastre, photogrammetry, precision, UAV.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, muitos municípios não dispõem de um cadastro urbano estruturado, com uma base gráfica que proporcione pelo menos um mínimo de informações para orientar e apoiar a gestão pública. Muitos desses municípios elaboram os seus cadastros fiscais com base apenas em informações descritivas e croquis de plantas de quadra. Nesse sentido, a elaboração de um produto cartográfico com informações básicas constitui-se numa ferramenta de grande potencial e apoio para o aperfeiçoamento da administração municipal. Portanto, apesar desse produto apresentar as características básicas da cartografia, não se pode abrir mão de análises a respeito da precisão e qualidades dos produtos que possam vir a ser utilizados futuramente, de forma a aprimorar o cadastro territorial existente. Para isso, é fundamental que sejam realizadas pesquisas e análises a respeito da forma de como estão sendo adquiridos e estruturados os dados dos produtos elaborados com a finalidade do Cadastro Territorial.

Entre os documentos recentes que orientam as pesquisas e desenvolvimentos na área de Cadastro Territorial, destaca-se o *Fit-For-Purpose Land Administration* (ou Administração Territorial adequado à finalidade) publicado em 2014 pela *International Federation of Surveyors* (FIG), que busca garantir, principalmente para os países em desenvolvimento e carentes de sistemas cadastrais bem definidos, soluções tecnicamente aplicáveis e economicamente viáveis. Entre as alternativas para a flexibilização dos processos, cita a utilização de imagens de sensores remotos, que podem ser obtidas por Veículos Aéreos não Tripulados (VANT) para a obtenção dos limites das parcelas.

Segundo a legislação atual, caracteriza-se como VANT toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, possuindo carga útil embarcada, como uma câmera de filmagem, por exemplo. Alguns drones utilizados como hobby, sem qualquer tipo de carga útil, enquadram-se na legislação referente aos aeromodelos e não a de um VANT (FAB, 2015).

De acordo com FAB, (2015) entre os VANT, há dois tipos diferentes. O primeiro, mais conhecido, é o *Remotely Piloted Aircraft System* (RPA). Nesse tipo, o piloto não está a bordo, mas controla a aeronave remotamente a partir de uma interface que pode ser um computador, celular, controle remoto, etc.

Com base no contexto da flexibilização dos processos proposta em FIG (2014), que permite a possibilidade de utilização dos VANT's, e da necessidade de levantamento cadastral dos municípios, esse artigo tem como objetivo apresentar e analisar algumas experiências de aplicação dos VANT's em cadastro territorial urbano e regularização fundiária.

1.1. A fotogrametria com VANT aplicada ao Cadastro Territorial

Segundo Santos, Farias e Carneiro (2013), um conceito de cadastro admitido internacionalmente é que o cadastro é um inventário público de dados metodicamente organizados, concernentes a parcelas territoriais, dentro de uma determinada região administrativa, baseado no levantamento dos seus limites. Embora tradicionalmente os métodos terrestres sejam considerados os mais adequados para a determinação dos limites das parcelas, na prática muitos países não conseguem a aplicação de tais métodos, por serem mais dispendiosos. Por isso a fotogrametria é, então, largamente utilizada para a obtenção de uma base cartográfica de apoio ao cadastro.

Fotogrametria é a arte, ciência e tecnologia de obter informações de confiança sobre objetos e do meio ambiente com o uso de processos de registro, medições e interpretações das imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética registrados (ASP, 1966).

Atualmente, as técnicas fotogramétricas são bastante populares devido à sua facilidade de aplicação, baixo custo e bons resultados (PUERTA et al.; ALEXANDRU, 2020). Essas técnicas são resultado da evolução tecnológica que vem acontecendo na fotogrametria, principalmente com o uso de VANT como suporte técnico para vários estudos na engenharia, gerando maior qualidade, eficiência e agilidade na aquisição de dados de campo (RONDEROS e MORENO, 2020).

Para validar a qualidade do resultado, geralmente é feita uma avaliação estatística, comparando pontos de controle no terreno, coletados usando *Global Navigation Satellite System* (GNSS) ou Estação Total, e o uso do Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) como uma métrica de qualidade (JAUD et al., 2016).

A utilização de VANT como forma de aquisição de dados fotogramétricos é recomendada para atualizar informações em projetos de engenharia, com alta resolução espacial e temporal, a partir da coleta de informações frequentes como monitoramento de impactos ambientais, agricultura de precisão, deslocamentos de terras, mapeamento de minas, cadastro territorial urbano e mapeamento de pequenas áreas (EISENBEISS, 2011).

No cenário de legislação dos VANT's no Brasil, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) da aeronáutica divulgou, em caráter oficial, quando e onde é permitido o uso dos VANT's.

Entre as normativas, destaca-se a ICA 100-40, com instrução sobre aeronaves não tripuladas, acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro e sobre a utilização dos VANT's, para pesquisas científicas e levantamentos da superfície terrestre com fins profissionais.

Para essas finalidades, existem dois tipos de licenças especiais para utilização de VANT's: Circular de Informações Aeronáuticas (CIA) e a de Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE).

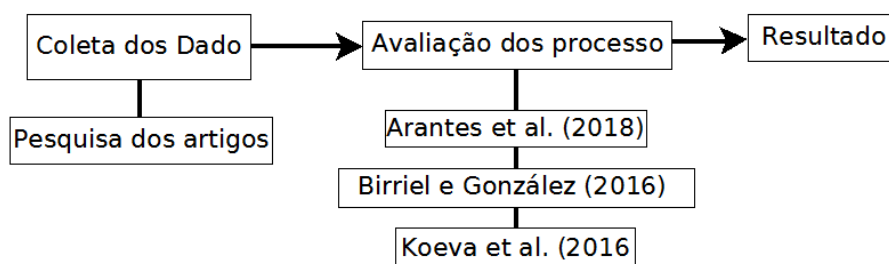
A CIA é utilizada para fins comerciais e determina que o interessado encaminhe uma solicitação de autorização de voo com 15 dias de antecedência, com informações como equipamento, a capacidade de comunicação e trajeto.

A CAVE é utilizado em pesquisas e nesse caso além da autorização de uso do equipamento junto à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), os pilotos precisam pedir liberação de voo aos órgãos regionais do DECEA, assim como é feito no caso de aeronaves tripuladas.

2. METODOLOGIA

A metodologia desse artigo consistiu em apresentar os resultados de três artigos científicos (Arantes et al. (2018); Birriel e González (2016); Koeva et al. (2016)), com diferentes abordagens sobre formas de aquisição de dados utilizando VANT, voltado para questões do cadastro territorial e regularização fundiária urbana (Figura 1). Serão apresentados os objetivos de cada experimento, os métodos utilizados e os resultados, com as potencialidades e limitações das aplicações sugeridas.

Figura 1 – Fluxograma do método de pesquisa



Fonte: Os autores (2020)

2.1 Fotogrametria com VANT para atualização cadastral – estudo de caso.

Em Arantes et al. (2018), os autores veem as técnicas fotogramétricas e topográficas tradicionais como procedimentos que resultam em alto nível de precisão. Porém, os VANT's permitem obter imagens em resoluções iguais ou superiores aos voos tripulados, ainda sem a presença de nuvens e com um baixo custo.

Eles comentam que, com relação à precisão, os RPAS atendem aos levantamentos planialtimétricos para fins de medição de área construída, permitindo a otimização na coleta dos dados com relação às variáveis tempo e custo, desde que se tenha uma imagem de resolução que permita tal precisão. Também salientam a questão da precisão dos VANT's depender de alguns fatores, como a qualidade e calibração da câmera, o número e a localização dos pontos de controle na terra e a escolha do *software* de processamento.

Nesse contexto, Arantes et al. (2018) apresentam uma alternativa para superar as dificuldades trazidas pelos métodos tradicionais de atualização cadastral, tendo como objetivo demonstrar e analisar a capacidade da utilização de veículos aéreos não tripulados para fins de medição de área construída de um imóvel sem a utilização de pontos de controle.

No estudo, o aerolevantamento foi executado com uma altura de voo de 30m, visando obter uma melhor qualidade para as fotografias aéreas e para os demais produtos a serem gerados. As sobreposições entre as imagens na linha de voo foram de 85%, tanto longitudinal quanto lateral. Nessa pesquisa, não foram implantados pontos de apoio no terreno, pois o objetivo era analisar a capacidade de se medir área construída por meio de imagens de VANT com a precisão de um GNSS.

O equipamento utilizado foi um *Phantom 4 Advanced* equipado com um sistema de aquisição de coordenadas do centro perspectivo das fotografias, em conjunto com um sistema inercial de medida, para que seja possível conhecer o ângulo de inclinação das imagens. O processamento das imagens foi realizado no *software DroneDeploy*, resultando em uma única imagem bidimensional de toda a área levantada e posteriormente exportadas para 4 mosaicos, variando o tamanho do *pixel* em cada um deles: 2, 5, 10 e 20 cm.

Com base nessas imagens, foi realizado o processo de vetorização nas áreas construídas dos imóveis para os 4 mosaicos. A metodologia utilizada para a vetorização consistiu em delimitar a área construída com o beiral e depois subtrai-lo das respectivas áreas, pois a cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) é feita sobre a área sem o beiral. Todo esse procedimento foi realizado no *Software QGIS*.

Para validar o resultado, os autores compararam os valores obtidos das áreas das feições vetorizadas com diferentes resoluções espaciais com o valor considerado verdadeiro da área do imóvel.

2.2 Mapeamentos de áreas de ocupação irregular com VANT's – estudo de caso: Maldonado, Uruguai.

O artigo de Birriel e González (2016) aborda um problema atemporal, que são as questões enfrentadas no planejamento urbano em áreas de assentamentos irregulares. Esse tipo de área representa sempre um desafio, principalmente na aquisição de dados topográficos, tendo em vista que a coleta de dados é necessária, pois é a primeira etapa para que seja possível realizar o levantamento da situação atual dos assentamentos e assim, planejar projetos futuros.

Nesse contexto, o artigo traz a topografia clássica desempenhando um papel fundamental na aquisição dos dados e, como alternativa otimizada, a utilização dos VANT's.

No desenvolvimento da pesquisa foi obrigatório o cumprimento de especificações técnicas precisas e rigorosas para o levantamento de todos os elementos presentes (imóveis, cercas, ruas, vias de tráfego, vegetação, rede de esgoto) em uma área de 11,57 ha, dividida em três setores (A, B e C) e localizado em Maldonado, no Uruguai.

Dentre as especificações técnicas exigidas, destacam-se as precisões planimétricas de 3mm e altimétricas entre 5 e 6 mm. Trazendo esse cenário para o Brasil, a realidade dessa pesquisa enquadra-se nas precisões que estão sendo discutidas para aplicação na área urbana no Brasil, em particular para limites posicionais de imóveis urbanos, sendo de 8cm esféricos, como citada no Decreto 9.310 (BRASIL, 2018).

Tendo essa abordagem preliminar, no desenvolver da pesquisa foram testados os métodos capazes de suprir as especificações técnicas e realizar o levantamento de forma otimizada.

A topografia clássica, em termos de precisão, atendeu aos requisitos, porém sua desvantagem está na rapidez e agilidade, pelo fato de às vezes ser preciso que a equipe tenha que voltar várias vezes ao local, em vários dias.

A fotogrametria tradicional (aeronaves tripuladas) também atendeu aos critérios técnicos pré-definidos para a aquisição dos dados, porém apresentou desvantagens como a necessidade de câmeras sofisticadas e os altos custos de voos até mesmo para uma área pequena.

O método de utilização dos VANT's está sendo cada vez mais usado em várias aplicações na aquisição de dados e geração de produtos cartográficos devido ao seu relativo baixo custo e fácil manuseio além de atendimento a especificações técnicas que comportam a área da engenharia, em particular a cartografia.

Os autores utilizaram o VANT MD4-1000. Esse equipamento possui um Sistema de Posicionamento Global (GPS) integrado e programações fotogramétricas de trajetórias de voos. A câmera usada foi uma câmera SONY Nex7, de 24 *Megapixels* com uma lente focal de 16mm.

Para alcançar os pré-requisitos necessários para a cartografia urbana, a altitude de voo foi definida em 80 m acima do solo, resultando em uma precisão teórica de 2 cm no terreno. A programação do voo foi realizada usando o software *MDCockpit* (software próprio do microdrone), baseado nas informações fornecidas pelo *Google Earth*.

O mapeamento urbano fotogramétrico usando VANT's geralmente emprega sobreposições longitudinais e transversais do ambiente em torno de 80% e 60%, respectivamente. Devido às características da área, formada principalmente por moradias precárias, os autores optaram por diminuir as sobreposições com o objetivo de se obter uma melhor precisão altimétrica (quanto maior a sobreposição longitudinal, menor a precisão altimétrica), chegando a uma sobreposição longitudinal de 66% e uma precisão altimétrica de 5,1cm, de acordo com a precisão exigida para o trabalho. A sobreposição cruzada foi definida como 25%.

A redução da sobreposição longitudinal e transversal permitiu que o voo fosse realizado com menor duração, menos quadros e menor restituição. Com base nesses parâmetros, foi agendado um voo para cada área do assentamento.

Como pré-requisito para a aquisição de dados fotogramétricos aéreos, foi necessária a sinalização de vértices de apoio no terreno antes do voo. Cruzes foram pintadas com *spray* branco como marcadores, assegurando que os pontos fossem claramente visíveis nas calçadas pretas ou cinza. Salienta-se que a determinação dos pontos de apoio antes do voo permitiu que eles fossem distribuídos com mais eficiência e que fossem colocados nas áreas que seriam de maior interesse durante o processamento, como descrevem os autores.

A figura 2, mostra alguns parâmetros utilizado no plano de voo.

Figura 2 - Parâmetros do planejamento de voo

	SETOR A	SETOR B	SETOR C
Área (hectares)	2,73	4,42	4,42
Nº de linhas de voo	3	3	3
Nº de imagens por linha	11	15	18
Nº de imagens	33	45	54
Tempo de voo (minutos)	13	15	17
Nº de pontos de suporte	16	21	25
Precisão planimétrica	2.5cm	1.7cm	2.1cm
Precisão altimétrica	5.6cm	5.0cm	5.6cm

Fonte: Birriel e González (2016)

2.3 Mapeamento de áreas urbanas com VANT's – estudo de caso: Ruanda

No apresentado por Koeva et al. (2016), foi executado um levantamento aerofotogramétrico com o VANT *Quadcopter DJI Phantom 2 Vision Plus* e a utilização do aplicativo *Pix4DCapture* para a elaboração do plano de voo, com a finalidade de mostrar as potencialidades dos dados obtidos pela utilização desses equipamentos para a criação e atualização de mapas condizentes com os valores de precisões estabelecidos pelas especificações.

A área de estudo é uma comunidade localizada na cidade de Kigali (Ruanda), onde foram coletadas 954 imagens. O estudo de caso em Ruanda foi motivado pelo aumento desordenado da população, assim como também ocorre no Brasil, evidenciando a necessidade de informações geoespaciais precisas para atualizações e planejamentos urbanos, principalmente das áreas irregulares.

Nesse sentido foram realizados voos em todo país entre 2008 e 2009, com uma altitude de 50 m acima do solo, resultando em um *Ground Sample Distance* (GSD) médio de 3,3 cm. O voo teve uma média de 85% de sobreposição longitudinal e 75% lateral. O *Phantom 2* utilizado possuía um GNSS com as seguintes características: L1, sinal de código e precisão absoluta da posição esperada de 5 a 10 m; o que justifica a necessidade de coleta dos pontos de controle, os quais foram bem distribuídos pelo terreno e em quantidade adequada para a área, para que fosse possível obter produtos georreferenciados com precisão.

O resultado do controle quantitativo e qualitativo do produto final, que cobre uma área de 0,095 km² com uma resolução espacial de 3,3 indica que as precisões obtidas estão em conformidade com os padrões internacionais.

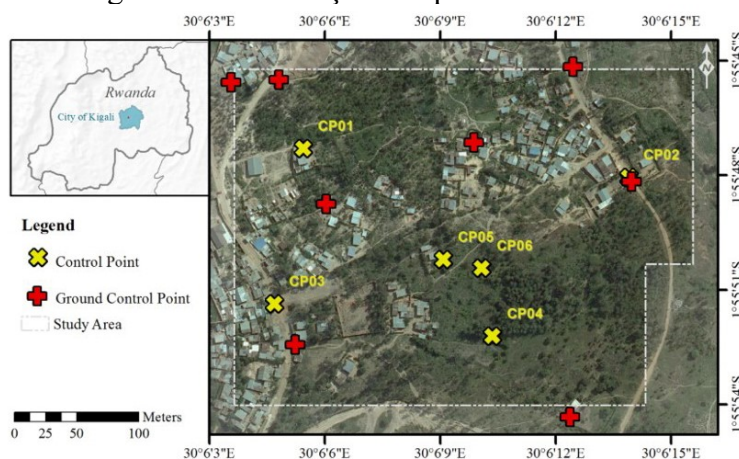
Os produtos gerados são ortofotos com altas precisões, utilizadas para extrair feições levantadas na superfície como: limites de imóveis, hidrografia, elevações, infraestruturas e

dados temáticos em geral, que foram utilizados para geração do Plano Diretor Nacional de uso da terra em Ruanda, em uma escala de 1:250.000, e geração de mapas topográficos na escala de 1:50.000.

Os autores apresentam três procedimentos utilizados para a aquisição dos dados. No primeiro, utilizou-se o sensor assistido por GNSS próprio, sem fazer uso de pontos de controle. Essa metodologia apresenta soluções para coleta de dados espaciais em áreas de risco e com limitações de acesso. O segundo inclui pontos de controle de alta precisão obtidos com assistência de receptores GNSS. O terceiro segue o mesmo princípio do segundo procedimento, apenas adicionando a correção do obturador.

Os pontos de controle utilizados (figura 3) para verificar a orientação da imagem apresentaram um RMS de 4,8 cm para o eixo X e 3,7 cm para o eixo Y, correspondendo a uma precisão planimétrica de 6,0 cm. O resultado mostra que o nível de detalhe e a qualidade radiométrica da ortofoto são completamente compatíveis à qualidade das imagens de entrada. De acordo com o novo padrão, o erro obtido atende aos requisitos para a classe de precisão horizontal de 7,5 cm (ASPRS, 2015).

Figura 3 - Distribuição dos pontos de controle



Fonte: Koeva et al. (2016)

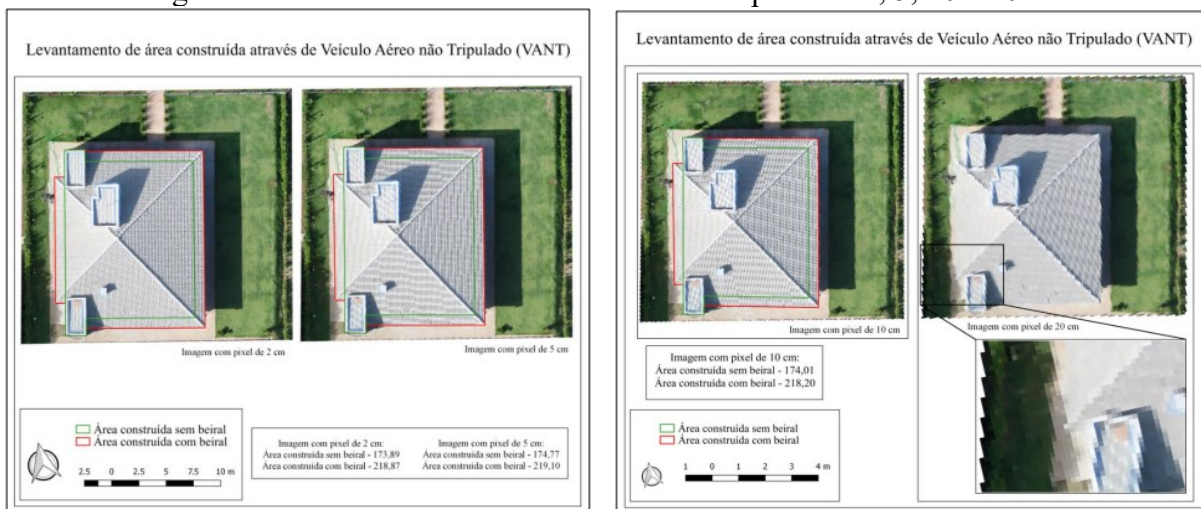
Após a aquisição dos dados e análises quantitativas e qualitativas, a ortofoto foi utilizada na atualização da base cartográfica. Os autores informam que os metadados foram adicionados às camadas vetoriais de acordo com a ISO 19115 (2003) para documentar sua qualidade e facilitar análises futuras usando o mapa base atualizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No caso dos resultados obtidos em Arantes et al. (2018), as diferenças entre as áreas construídas resultantes do aerolevantamento e da vetorização, com relação ao valor da área considerado como verdadeiro, foram de 9,04 m², 8,16 m² e 8,92 m² para as resoluções espaciais de 2, 5 e 10 cm, respectivamente. Essas diferenças de áreas correspondem a menos de 5% da área real.

Para essas 3 resoluções espaciais, os limites do imóvel e do beiral foram identificados sem dificuldades, possibilitando sua delimitação. Porém, na resolução de 20 cm, a definição dos limites se torna inconsistente, sendo observado pelos autores que a calçada se confunde com o telhado. A figura 4 mostra o resultado das vetorizações.

Figura 4 - Mosaicos das áreas construídas com pixel de 2, 5, 10 e 20 cm



Fonte: Arantes et al. (2018)

Dessa forma, para os tamanhos de *pixels* de 2, 5 e 10 cm, as discrepâncias das áreas não variam muito. Assim, é recomendável utilizar a resolução de 10 cm, onde não há perda de precisão e o tempo de é menor. Os autores salientam que o fato de o melhor resultado ter sido obtido na resolução de 5 cm e o pior resultado na resolução espacial de 2 cm, pode estar relacionado à acuidade visual e não à resolução espacial.

Por fim, finalizam comentando que a porcentagem de erro entre os valores das áreas é abaixo de 5%, o que seria aceitável ao se considerar uma grande quantidade de imóveis e ao se pensar no valor que as prefeituras estão deixando de receber pela presença de áreas irregulares, compensando assim, executar este tipo de trabalho. Também atentam para o fato de que é indispensável realizar uma visita de campo, para identificar edificações com mais de um andar.

Para a aplicação apresentada por Birriel e González (2016), devido às especificações técnicas e topográficas exigidas no levantamento realizado, como as altas precisões a serem obtidas e o levantamento total dos objetos presentes na área de estudo, a fotogrametria utilizando VANT foi escolhida como a melhor forma de levantamento para planejamento urbano.

O mosaico de ortofotos resultante do voo de baixa altitude oferece vários detalhes que, de outra forma, seriam impossíveis ou muito complicados de se adquirir, pois em áreas complexas, com visibilidade limitada entre estações pela densidade e desordenamento, é muito difícil de adquirir dados de forma otimizada e precisa, utilizando a topografia clássica. Também não compensa o uso de aeronaves tripuladas pelo alto custo.

Sendo assim, os autores constatam que a aplicação dos VANT's tem real eficácia em aplicações de aquisição de dados para planejamento urbano, principalmente para regularização fundiária.

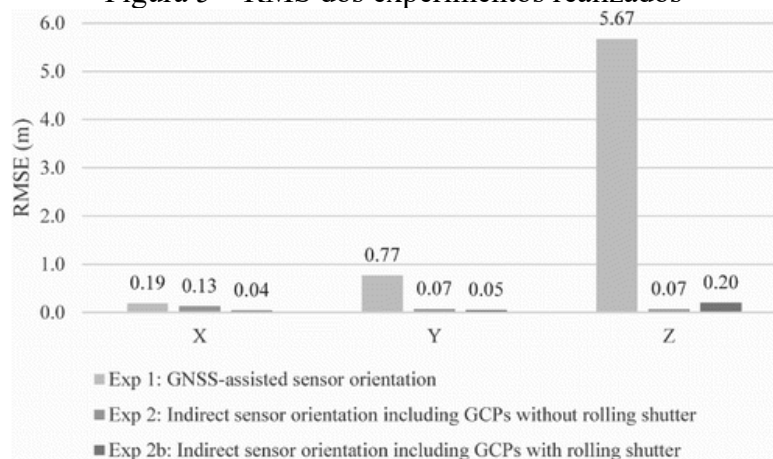
Com relação aos resultados obtidos por Koeva et al. (2016), dois exemplos de mapas em escala 1:1000 foram produzidos: um cadastral e outro topográfico.

Através do trabalho realizado, os autores comprovam que a técnica fotogramétrica utilizando VANT's, foi capaz de obter produtos para criação ou atualização da base cartográfica existente, com alta qualidade em áreas irregulares, baixo custo e otimização de tempo.

A coleta de pontos de controle de alta precisão em campo permitiu gerar dados com precisões verticais inferiores a 8 cm, cumprindo assim os requisitos para mapas na escala 1:1000 o que representa uma contribuição significativa de metodologia para se realizar uma

regularização fundiária ou planejamento urbano, em áreas irregulares. A figura 5 mostra as estatísticas para os RMS obtidos com os experimentos

Figura 5 – RMS dos experimentos realizados



Fonte: Koeva et al. (2016)

Observa-se, através da figura 5, que os maiores erros planialtimétricos ocorreram no experimento 1, onde não se utilizou pontos de controle, nem correção do obturador. O melhor resultado na planimetria foi obtido no experimento 2b, com erros de apenas 4 e 5 mm para os eixos X e Y, respectivamente, e fazendo uso de pontos de controle além da correção do obturador. O experimento 2 (com pontos de controle e sem correção do obturador) apresentou o menor erro altimétrico.

4. CONCLUSÕES

Os estudos apresentados indicam que a escolha da forma de aquisição de dados (utilização de pontos de controle no terreno, correções no obturador, utilizar determinado tipo de drone, definição da escala apropriada, entre outras coisas) depende da precisão que se pretende obter. Essa precisão, conseqüentemente, está diretamente ligada com a finalidade do trabalho.

Apesar dos resultados obtidos com VANT's possuem precisão semelhante às técnicas de fotogrametria e topografia convencional, além de baixo custo, agilidade, maior resolução temporal, também, deve-se levar em consideração que apenas a utilização dos VANT's não supre todas as necessidades, para atender às finalidades aqui apresentadas. Deve-se observar as situações das edificações com mais de um pavimento (andares) e de ser preciso executar medições em campo quando a delimitação dos imóveis não é apresentada de forma clara nas imagens, necessitando assim, da visita a campo.

Outra questão que mostra limitações na utilização dos VANT's é a sua baixa autonomia de voo (alcance de altitude, distância da estação de controle, duração da bateria e etc.) em modelos mais acessíveis, dificultando sua utilização em áreas extensas. É necessário também observar as normas que regulam a utilização dos VANT's, que apontam restrições de uso em áreas urbanas.

Referências

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (ASP). Manual of Photogrammetry. 1996. 1220p.

ARANTES, B. H. T. et al. Uso de drones na atualização de área construída de imóveis urbanos. **Scientia Plena**, vol. 14, 105301. 2018. doi: 10.14808/sci.plena.2018.105301. Disponível em: <<https://scientiaplenuvnuvens.com.br/sp/article/view/4307>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

ASPRS. **American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 81 (3), 1–26. 2015.

BIRRIEL, P.; GONZÁLEZ, R. UAVs as Tools for Urban Planning in Uruguay. **GIM Internacional: Mapping the world**. 2016. Disponível em: <<https://www.gim-international.com/content/article/uav-as-a-tool-for-urban-planning>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

DECRETO LEI Nº 9310. **Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União**. Brasil. 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/decreto/D9310.htm>. Acesso em: 10 jul. 2020.

EISENBEISS, H. **The Potential of Unmanned aerial Vehicles for mapping**. In: Phogrammetric Week 11. Diter Fritsch (Ed). Stuttgart: Institut für Photogrammetrie. p. 135-144. 2011. Disponível em: <<https://phowo.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo11/140Eisenbeiss.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

FIG. **Fit-For-Purpose Land Administration**. FIG publications n.60. Copenhagen: International Federation of Surveyors (FIG), 2014. Disponível em: <<https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub60/Figpub60.pdf>>. Acesso em 01 ago. 2020.

FAB. Força Aérea Brasileira. Aerovisão nº 244 Abr/Mai/Junho - 2015

ISO 19115:2003. **Geographic information – Metadata**. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/26020.html>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

JAUD, M.; PASSOT, S.; LE BIVIC, R.; DELACOURT, C.; GRANDJEAN, P.; LE DANTEC, N. Assessing the accuracy of high resolution digital surface models computed by PhotoScan and MicMac in sub-optimal survey conditions. **Remote Sensing**. doi: 10.3390/rs8060465. 2016.

KOEVA, M.; MUNEZA, M.; GEVAERT, C.; GERKE, M.; NEX, F. Using UAVs for map creation and updating. A case study in Rwanda. **Survey Review**, 50:361, 312-325, doi: 10.1080/00396265.2016.1268756. 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00396265.2016.1268756>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

PUERTA, A. P. V.; JIMENEZ-RODRIGUEZ, R. A.; FERNANDEZ-VIDAL, S.;

FERNANDEZ-VIDAL, S. R. **Photogrammetry as an Engineering Design Tool**. In: ALEXANDRU, C. **Product Design**. doi: 10.5772/intechopen.92998. 2020. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/online-first/photogrammetry-as-an-engineering-design-tool>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SANTOS, J. C.; FARIAS, E. S.; CARNEIRO, A. F. T. **Análise da parcela como unidade territorial do cadastro urbano brasileiro**. *Bol. Ciênc. Geod.* [online]. 2013, vol.19, n.4, pp.574-587. ISSN 1982-2170. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702013000400004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-21702013000400004&script=sci_abstract&tlng=es>. Acesso em: 26 jun. 2020.