

USO DE DRONES NO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS PARA LEVANTAMENTO DE VÉRTICES DE DIFÍCIL ACESSO

Marcelo Luiz Chicati¹, Oscar Theodoro da Silva Neto², Marcos Rafael Nanni³, Roney Berti de Oliveira¹, Everson César³, Mônica Sacioto Chicat³

¹Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, mlchicati@uem.br, rboliveira@uem.br; ² Universidade Estadual de Maringá, Especialização em Georreferenciamento de Imóveis Urbanos e Rurais, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, oscar.theodoro@gmail.com; ³ Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Av. Colombo, 5790, Maringá-PR, mnranni@uem.br, eversoncezar@yahoo.com.br, monicasacioto@gmail.com.

RESUMO

O uso de Drones para mapeamento de pequenas áreas atualmente é uma alternativa viável. Neste trabalho foi realizada comparação entre o método direto de posicionamento por GNSS, e o levantamento indireto por sensoriamento remoto baseado no recobrimento aerofotogramétrico com Drone para as divisas naturais em regiões de difícil acesso. Foi realizado levantamento com uso de equipamento GPS-RTK em vértices que compunham as divisas de uma propriedade rural, assim como os Pontos de Controle para renderização de ortofotos. O resultado do processo fotogramétrico gerou uma carta planimétrica com um PEC de 0,67 m de acurácia e erro padrão de 0,41 m. Quando comparado o tempo gasto em cada levantamento, obteve-se economia pouco expressiva de 15 minutos, porém o processamento das imagens levou 14 horas e 48 minutos, muito além da 1 hora e 34 minutos necessários para a composição do croqui gerado com os pontos do posicionamento por GNSS.

Palavras-chave — Georreferenciamento, Imóvel Rural, Levantamento Fotogramétrico, Drone.

ABSTRACT

The use of Drones for mapping small areas is a viable alternative. The work was carried out with the comparison between the direct method of positioning by the GNSS and the indirect remote sensing survey based on photogrammetric with Drone for the natural divisions in regions of difficult access. It arose with the use of GPS-RTK in vertices that composed the divisions of a rural property, as well as the Control Points for the rendering of orthophotos. The result of the photogrammetric program has a planimetry with a PEC of 0,67 m of accuracy and standard error of 0,41 m. When compared to the time spent in each survey, there was little expressive sense of 15 minutes, with the production process taking 14 hours and 48 minutes, much beyond the hour and 34 minutes required for the composition of the squirrel looking for GNSS.

Key words — Georeferencing, Rural Property, Photogrammetric Survey, Drone.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Cadastro de Imóveis Rurais (Cafir)^[1] da Receita Federal, o Brasil conta com aproximadamente 7.442.515 imóveis ativos. Pelo sistema de gestão fundiária há hoje no Brasil aproximadamente 250.565 imóveis certificados, sendo cerca de 1.266.754 de envios. Portanto há muito trabalho a ser feito, e a busca por metodologias mais eficazes e eficientes será sempre bem-vinda para a maioria dos agrimensores.

Com o surgimento dos Drones, houve uma significativa redução nos custos com a Aerofotogrametria, que até pouco tempo atrás, utilizava-se majoritariamente de imagens advindas de grandes áreas. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) pesquisou diferentes tecnologias de Drones entre os anos de 2013 e 2015, avaliando vários dos produtos disponíveis no Brasil. Após campanhas de testes de voo o INCRA reuniu requisitos necessários para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais por meio de Drones^[2]. Contudo, o uso de sensoriamento remoto já está contemplada no Manual Técnico de Posicionamento, e com o advento dos Drones, pode vir a somar nos desafios propostos pela lei.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência de diferentes métodos de aquisição de dados no levantamento de informações para o georreferenciamento, sendo avaliados os métodos GNSS/RTK e por Sensoriamento Remoto (Drone). Foi cronometrado cada etapa de cada método, para saber qual o tempo total gasto em cada um.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo, chamada de Sítio Três Ipês (Figura 1), se encontra no município de Cianorte, Paraná e compreende aproximadamente 16 (dezesseis) alqueires paulistas, divididos por matrículas de 3 lotes diferentes.

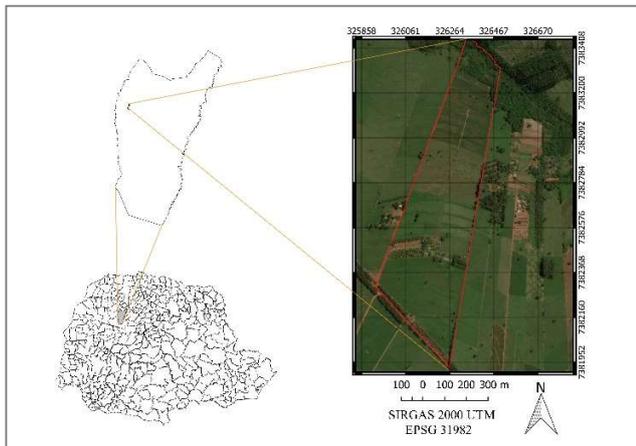


Figura 1. Localização da área de estudo

Para o levantamento GNSS/RTK foi usado um conjunto (Base e Rover) marca Topomap modelo T10 (L1/L2). A base foi fixada, e marcada, provisoriamente, com uma estaca de madeira, em um ponto próximo as casas encontradas na propriedade onde foi feito o estudo^[3]. Com o Rover foram levantados 6 pontos de divisas, também fixados com uma estaca de madeira. Também foram marcados vários pontos margeando o Córrego Guaricanga, área de difícil acesso, com mata densa, e vários locais alagados (pequenas várzeas).

Com o mesmo equipamento, foram distribuídos e levantados 20 pontos, demarcados com lonas plásticas pintadas, fixadas com um prego no centro, para serem utilizados de pontos de apoio na formação da ortofoto do levantamento aerofotogramétrico da propriedade (Figura 2).



Figura 2. Imagem da lona plástica utilizada como apoio aerofotogramétrico.

Para o levantamento aerofotogramétrico foi usado um drone da marca DJI, modelo MAVIC PRO com as seguintes características: Velocidade máxima: 65 km/h;

Tempo máximo de voo de 27 min. a 25 km/h; GNSS: GPS/GLONASS; Sensor imageador CMOS de 1/2,3", com 12,35 Mp; Imagem com 4000x3000 pixels.

Para a realização dos voos foi utilizado o aplicativo DroneDeploy, que gera o planejamento de voo com as informações de altitude de voo, recobrimento entre fotos (Sidelap e Frontlap) e velocidade de voo. Desta forma o plano de voo (Figura 3) pôde ser realizado on-line, e posteriormente carregado no drone para executar a missão.

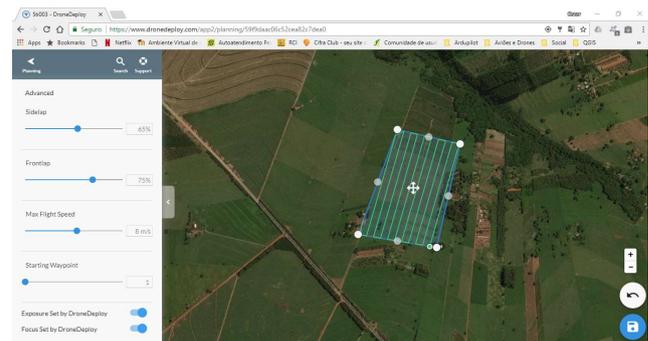


Figura 3. Plano de voo desenvolvido para a área de estudo

Foi realizado o levantamento de imagens na propriedade, sendo este processo dividido em 5 voos, e após processamento, foi gerado o total de 1600 fotos.

As coordenadas da base foram corrigidas pelo IBGE-PPP e com a utilização do próprio software interno do aparelho (SurvCE) foram realizados os ajustes dos outros pontos com a correção da base. A ortofoto foi gerada então com o uso do software Agisoft PhotoScan. Com a ortofoto foi possível confeccionar uma carta de ocupação do solo, usando o software livre QGIS, assim como realizar comparações entre os levantamentos e o croqui realizado com os dados de registro do imóvel. Ainda com o QGIS, foi possível georreferenciar os pontos de controle, e assim, determinar o PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) com todos os pontos levantados, aumentando o nível de confiança entre os resultados obtidos.

Todo processo foi marcado com a hora de início e fim da atividade para comparação entre os métodos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 possui os dados do levantamento de campo, assim como os erros calculados para cada ponto.

Tabela 1. Pontos levantados em campo

Pontos	UTM N (m)	UTM E (m)	Alt. Geo. (m)	Erro Alt. (m)	Erro N (m)	Erro E (m)	Erro Vert. (m)
1 MC	7383145.47	326474.10	447.68	0.014	0.002	0.002	0.002
2 RIO	7383256.15	326566.44	434.87	1.303	0.492	0.487	0.692
3 RIO	7383276.40	326546.12	430.34	1.249	0.441	0.442	0.625
4 RIO	7383292.09	326529.67	432.15	1.643	0.438	0.516	0.677
5 RIO	7383298.81	326520.38	428.46	0.944	0.408	0.346	0.535
6 RIO	7383310.56	326509.94	430.48	1.648	0.479	0.278	0.554
7 RIO	7383317.96	326495.04	426.72	0.007	0.005	0.002	0.005
8 RIO	7383334.82	326473.05	430.16	1.118	0.501	0.414	0.650
9 RIO	7383347.64	326466.05	429.83	1.120	0.505	0.415	0.653
10 RIO	7383362.17	326460.81	427.11	1.025	0.482	0.399	0.626
11 RIO	7383375.82	326445.50	431.17	1.025	0.568	0.472	0.739
12 RIO	7383387.45	326431.70	419.25	0.947	0.484	0.397	0.626
13 MC	7383286.49	326363.79	444.32	0.005	0.002	0.003	0.003
14 RIO	7383424.72	326389.10	422.72	1.145	0.500	0.367	0.620
15 RIO	7383448.95	326368.79	424.80	0.879	0.535	0.446	0.697
16 RIO	7383460.76	326364.86	424.04	0.865	0.539	0.444	0.699
17 RIO	7383468.86	326349.86	422.08	0.788	0.484	0.383	0.617
18 MC	7383312.39	326296.88	441.07	0.004	0.002	0.002	0.002
19 MC	7382316.98	325932.38	496.97	0.005	0.002	0.002	0.003
20 EST	7382304.09	325922.33	496.71	0.005	0.002	0.002	0.002
21 EST	7382231.52	325989.95	501.18	0.021	0.007	0.008	0.011
22 MC	7382259.37	325997.30	500.74	0.008	0.002	0.003	0.003
23 MC	7381954.00	326267.92	510.15	0.008	0.002	0.002	0.003
24 EST	7381929.52	326265.53	510.20	0.011	0.002	0.003	0.003
B1 BASE	7382465.30	326233.23	490.65	0.014	0.003	0.006	0.007

Para a avaliação da ortofoto gerada, foi considerada a proposta da Comissão Nacional de Cartografia para a PEC Digital^[4]. Na tabela 2 podem ser observados os valores de coordenadas e erros para cada ponto de apoio. Após a avaliação em conjunto dos 20 pontos de controle foi considerado para o padrão de exatidão a soma dos desvios padrões do RMS e ΔP que foi de 0,67 metros e calculado o erro padrão (EP), que foi de 0,41 metros.

Tabela 2. Comparação entre coordenadas extraídas na ortofoto e coordenadas levantadas por GNSS

Pontos	Coordenadas Ortofoto		Coordenadas GNSS		ΔN	ΔE	ΔP	Erro RMS (m)
	N	E	N	E				
PC01	7382321,880	326566,411	7382321,430	326565,550	0,450	0,861	0,972	0,0916
PC02	7382263,412	326076,579	7382262,750	326075,990	0,662	0,589	0,886	0,0331
PC03	7382222,151	326147,414	7382221,330	326146,890	0,821	0,524	0,974	0,2251
PC04	7382202,080	326242,159	7382201,400	326241,950	0,680	0,209	0,711	0,0684
PC05	7382342,411	326219,133	7382342,610	326219,500	-0,199	-0,367	0,417	0,0353
PC06	7382442,751	326073,059	7382443,120	326073,220	-0,369	-0,161	0,403	0,0290
PC07	7382388,736	326563,434	7382388,620	326562,920	0,116	0,514	0,527	0,5843
PC08	7382558,862	326145,329	7382560,640	326146,390	-1,778	-1,061	2,071	0,2131
PC09	7382560,452	326351,776	7382561,870	326353,000	-1,418	-1,224	1,873	0,0887
PC10	7382651,884	326333,815	7382652,810	326334,680	-0,926	-0,865	1,267	0,0218
PC11	7382688,205	326256,611	7382688,860	326257,300	-0,655	-0,689	0,951	0,0306
PC12	7382889,770	326259,585	7382889,700	326259,620	0,070	-0,035	0,078	0,0260
PC13	7382858,233	326376,762	7382858,200	326377,210	0,033	-0,448	0,449	0,0318
PC14	7383112,442	326248,114	7383111,560	326247,530	0,882	0,584	1,058	0,0765
PC15	7383199,549	326346,962	7383198,560	326345,950	0,989	1,012	1,415	0,0427
PC16	7383037,786	326452,932	7383037,040	326452,860	0,746	0,072	0,749	0,1829
PV01	7382287,864	326272,376	7382287,750	326272,660	0,114	-0,284	0,306	0,0422
PV02	7382435,142	326161,025	7382435,780	326161,450	-0,638	-0,425	0,767	0,0224
PV03	7382579,077	326273,187	7382580,330	326274,230	-1,253	-1,043	1,630	0,0406
PV04	7382953,960	326353,299	7382953,660	326353,360	0,300	-0,061	0,306	0,0389
Média RMS:								0,0963
Desvio Padrão RMS:								0,1310
PEC: Qualidade determinada pela soma de Desvio Padrão RMS e Desvio Padrão de ΔP:								0,6722
Erro Padrão (EP) $EP = \sigma_p \cdot \sqrt{2}$:								0,4143

Como observado na Tabela 3, o padrão de exatidão para a ortofoto gerada foi de Classe A para escalas acima de 1:5.000, Classe B para escala de 1:2.000 e finalmente, Classe C para escala de 1:1.000. Com o desvio padrão de 0,67 metros e erro padrão de 0,41 metros, a carta atende a qualidade necessária para se atribuir os pontos de localização do

córrego Guaricanga, já que pela norma INCRA^[5], a exigência de precisão é de 3 metros.

Tabela 3. Classificação da ortofoto

PEC-PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000		1:10.000	
	PEC (m)	Ep (m)	PEC (m)	Ep (m)	PEC (m)	Ep (m)	PEC (m)	Ep (m)
A	Não Atende		Não Atende		Atende		Atende	
B	Não Atende		Atende		Atende		Atende	
C	Atende		Atende		Atende		Atende	
D	Atende		Atende		Atende		Atende	

Segundo Monico (2010)^[6] não é necessária a análise conjunta da acurácia e precisão de produtos cartográficos, sendo suficiente somente a análise de sua acurácia, pois esta engloba a tendência e a precisão dos erros. Em suas conclusões os autores citam: “Não faz sentido dizer que um valor acurado é preciso ou não, pois a precisão faz parte da própria definição de acurácia”.

Vários produtos, principalmente de interesses agrícolas, podem ser gerados pela ortofoto. Entretanto o maior interesse neste estudo foi encontrar uma solução para o levantamento de uma área de difícil acesso, no caso o Córrego Guaricanga, que compõe uma das divisas da propriedade. Como o córrego era pequeno, e a área composta de mata densa, fica difícil demarcar a sua passagem somente com a imagem da área. Para isso, foi necessário o uso da ortofoto, aliada com a geração do modelo digital de superfície, geração das curvas em nível, assim como a avaliação do modelo 3D com textura. Com a Figura 4 é possível observar uma mudança drástica no relevo pelas copas das árvores, mudança esta que pode ser comprovada pela Figura 5 com o modelo de superfície.



Figura 4. Perspectiva 3D da área de estudo

Foi realizado também o levantamento dos tempos decorridos para cada processo dos métodos de posicionamento realizados com a finalidade de verificar a eficiência de cada um (Tabela 4).

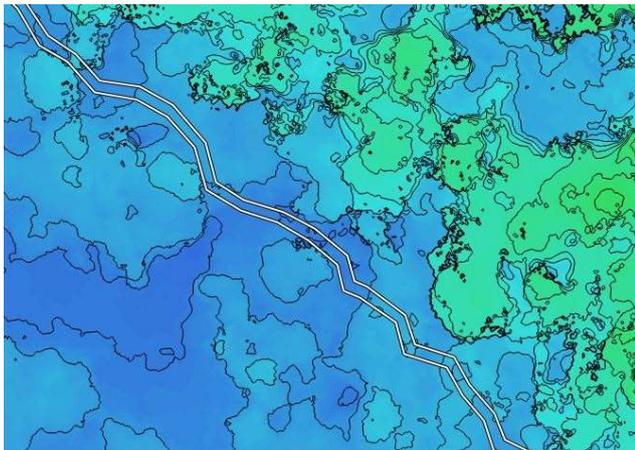


Figura 5. Modelo Digital de Superfície da área de estudo

Tabela 4. Tempo de execução dos levantamentos de campo

Tipo	Data	Início	Fim	Total
Levantamento GNSS				5:20
Rastreo BASE	12/10/2017	9:23	16:42	7:18
Curso Córrego Guaricanga	12/10/2017	9:38	13:18	3:39
Marcos Materializados	12/10/2017	14:21	15:18	0:57
Pontos de Controle	12/10/2017	15:18	16:02	0:44
Voos Mavic PRO				2:40
Voo 01	13/10/2017	10:05	10:21	0:15
Voo 02	13/10/2017	13:02	13:27	0:25
Voo 03	13/10/2017	12:04	12:36	0:32
Voo 04	13/10/2017	10:42	10:58	0:16
Voo 05	13/10/2017	10:28	10:42	0:14
Voo 01	14/10/2017	11:22	11:39	0:17
Voo 03	14/10/2017	10:32	11:00	0:28
Voo 05	14/10/2017	10:03	10:16	0:13
Tempo Gasto para Levantamento por Aerofotogrametria:				4:21
Tempo Gasto para Levantamento por GNSS:				4:36

De acordo com a Tabela 4, o tempo gasto para o levantamento por aerofotogrametria foi composto pelo tempo total gasto para realização dos voos, somados pelo tempo gasto para levantamento dos pontos de controle e dos marcos materializados, totalizando em 4 horas e 21 minutos. Já para o levantamento por GNSS foi considerado a soma entre o tempo gasto para o levantamento do curso do Córrego Guaricanga e dos marcos materializados, totalizando em 4 horas e 36 minutos. O tempo de rastreo da base foi desconsiderado, pois os mesmo é composto pelo tempo gasto no dia do levantamento por GNSS de todos os pontos de referência.

No processamento dos resultados, a correção da BASE foi realizada 2 horas após o término do levantamento em campo por PPP-IBGE, e em cerca de 20 minutos, pelo próprio software do aparelho utilizado para este trabalho (SurvCE) foi realizado a correção dos pontos colhidos.

Para confecção do croqui entre as divisas, realizado pelo software QGIS, foi gasto mais 1 hora 34 minutos. Já para o processamento da ortofoto, primeiramente, com o software Agisoft PhotoScan, se gastou 14 horas e 48 minutos, e posteriormente, novamente com o software QGIS foi utilizado mais 4 horas para gerar os trabalhos posteriores. Como ressalva, o tempo gasto com o software Agisoft

PhotoScan poderia ser drasticamente menor dependendo do hardware de processamento disponível.

Portanto, mesmo que a diferença de tempo no levantamento em campo de 15 minutos inferior, para a Aerofotogrametria, se considerado o tempo gasto no processamento das imagens, torna este tipo de levantamento inviável quando comparado com o Posicionamento por GNSS.

4. CONCLUSÕES

Comparando o método de posicionamento por GNSS com o posicionamento por sensoriamento remoto, usando o método indireto de aquisição de dados baseado no recobrimento aerofotogramétrico realizado com um Drone, permitido apenas para limites naturais ou inacessíveis, se conclui que: com acurácia de 67 cm e erro padrão de 41 cm, a carta ortofoto se mostrou apta para o levantamento de limites naturais, como o Córrego Guaricanga da propriedade estudada, pois estão dentro da norma, que permite precisão de até 3 metros; quando comparado o tempo de levantamento em campo dos métodos mencionados, a aerofotogrametria levou 15 minutos a menos do que o posicionamento por GNSS, valor muito baixo pelas horas a mais de processamento que foi exigido para renderização da ortofoto, que foi de 14 horas e 48 minutos, contra 1 hora e 34 minutos para a confecção do croqui para o levantamento por GNSS.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Cadastro de Imóveis Rurais (Cafir) da RFB. Brasil. Disponível em: <<http://www.cadastrorural.gov.br>>.
- [2] Amianti, G. "INCRA elege Drones da XMobots para Georreferenciamento de Imóveis Rurais." DRONESHOW, Curitiba, abril 2017. Disponível em: <http://www.droneshowla.com>>.
- [3] Barbosa, E.M.; Monico, J.F.G.; Alves, D.B.M.; Oliveira, L.C. Integridade no Posicionamento RTK e RTK em Rede. Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba, v. 16, nº4, p.589-605, 2010.
- [4] Prado, A.; Krueger, C.P. Análise da Acurácia nos Posicionamentos Diferenciais aplicando as técnicas DGPS e RTK. Revista Brasileira de Cartografia, [s. L.], v.1, nº 55, p.29-38, 2003.
- [5] INCRA - Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais. 3ª EDIÇÃO. Brasília, 2013.
- [6] Monico, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. 2. Ed. São Paulo: UNESP, 2008.