

UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PARA MENSURAÇÃO DE MADEIRA EMPILHADA

Maurício BATISTA ¹

Tales de Campos PIEDADE ²

¹Discente, Faculdades FatiFajar, Jaguariaíva, Paraná, (mauricio.woellner@gmail.com), ²Mestre em Ciência do Solo, docente, Faculdades FatiFajar, Jaguariaíva, Paraná, (talescp@yahoo.com.br)

RESUMO

A utilização dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), tem proporcionado a obtenção de informações geográficas utilizadas em diversos campos da Engenharia Florestal, incluindo o inventário florestal. A facilidade e versatilidade na operação destes equipamentos, aumenta a gama de informações cartográficas produzidas, permitindo a obtenção de fotos aéreas atualizadas, visando à estimativa volumétrica das madeiras empilhadas em campo. O objetivo deste trabalho foi gerar um ortomosaico com imagens obtidas por um VANT, para comparar a assertividade do volume de madeira empilhada calculado com uso das fotografias aéreas, em relação ao volume adquirido pelo método tradicional de inventário. Nesse sentido, foi executado um plano de voo semiautônomo de fotogrametria, e realizado a mensuração das pilhas de madeira. Como comparativo, foi realizado também, a mensuração pelo método tradicional (inventário manual) com uso de trena, régua e um *tablet*. Os resultados do estoque de madeira em campo obtidos através da medição de 44 pilhas de madeira pelo método tradicional (inventário manual), foi de 7.424,5 m³, e pelo método de fotografias aéreas obtidas por VANT, foi de 7.343 m³. Os dados tiveram variação média ponderada de 10,82% os mesmos se comportaram com dispersão significativa, gerando um desvio padrão de 9,18%. Pelas resultados adquiridos, conclui-se que a metodologia aplicada nesta pesquisa para o método de inventário com o uso de imagens obtidas pela plataforma VANT para mensuração de pilhas de madeira em campo não foi preciso, comparando-o com o método de inventário tradicional (inventário manual).

Palavras-chave: VANT; Ortomosaico; Mensuração de madeira; Inventário; Madeira empilhada.

1 INTRODUÇÃO

Para realizar a medição do estoque de madeira em campo, existe o método tradicional (inventário manual), onde a medição das pilhas de madeira é feita com o uso de trena, régua e *tablet*. Este método é consagrado, e amplamente utilizado pelos profissionais que realizam inventários florestais. Atualmente, para realizar as mensurações mensais de estoque de madeira empilhada em campo, levam-se aproximadamente 8 dias, divididos em 5 dias de trabalho em campo com o número de 18 pessoas/dia, e 3 dias de processamento dos dados em escritório com um colaborador especialista da área.

Para agilizar o processo, diminuir seu custo, e principalmente, buscar um novo método de trabalho para medição do estoque de madeira em campo, foi encontrado no VANT a oportunidade para desenvolver uma nova forma de medição. Com o uso das fotografias aéreas coletadas com o VANT, é possível gerar mapas com imagens dos produtos em estoque, com isso, ter o controle de madeira em campo e também gerar relatórios de controle, de forma a saber o volume de cada produto identificado e conseqüentemente auxiliar o departamento de vendas de madeira, visto que existe uma perda de qualidade do produto em torno de 10 a 15% pelo fato do produto ficar muito tempo em estoque.

O uso dos VANTs na área florestal tem sido cada vez mais comum, pois surge como auxílio ao planejamento e gestão dos ativos florestais, portanto, o objetivo deste trabalho, foi avaliar a utilização das fotografias aéreas coletadas com um VANT para mensuração de volume de madeira empilhada, em comparação aos dados coletados através do método de mensuração tradicional (inventário manual). O estudo foi realizado em uma empresa florestal localizada no município de Arapoti na região norte do Estado do Paraná, também conhecida como polo florestal do norte pioneiro.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Os VANTs vêm sendo empregados nas mais variadas aplicações, desde entrega de produtos (RODRIGUES et al., 2014), monitoramento de doenças e

infestações de insetos (GARCIA-RUIZ et al., 2013), no mapeamento de espécies invasoras (MICHEZ et al., 2016), no monitoramento da variação da estrutura da floresta e na análise do padrão espacial (INOUE et al., 2014), bem como na alteração do uso do solo (PANEQUE-GÁLVEZ, 2014). Também é crescente a utilização na pulverização e outras aplicações na agricultura (SIMPSON, 2003), no monitoramento de impactos ambientais (LONGHITANO, 2010), gestão pública (PEGORARO et al. 2013), mapeamento de sítios arqueológicos e controle da quantidade de animais e sua migração (AEROSPACE, 2012).

Observa-se no Brasil o crescente uso de VANTs para aplicações em agricultura de precisão (JORGE et al., 2014), cujo trabalho, mostra a eficiência em detectar com alta precisão a infestação de doenças destrutivas encontradas na agricultura de citros no Brasil. Portanto, esta nova tecnologia vem sendo utilizada na obtenção de informações aeroespaciais diversas, e aplicada como ferramenta em vários setores, sobretudo nas áreas agrícolas e florestas.

Esta tecnologia proporciona baixo custo de aquisição de dados e alta qualidade geométrica, assim como permite que os resultados sejam integrados a um Sistema de Informação Geográfica (TAHAR 2012).

Em estudos relacionados com florestas, conservação do meio ambiente, e agricultura, os VANTs podem ser usadas para os seguintes casos (GRENZDÖRFFER, ENGEL et al., 2008): detecção de incêndios florestais; monitoramento e detecção de mudanças dentro das florestas (em casos de difícil acesso); localizar locais de colheitas em campos agrícolas; determinação da biomassa e crescimento de plantas.

Atualmente com as mudanças constantes que se verificam em espaços geográficos, tem havido necessidade da realização rápida e eficiente de levantamentos que combinam dados de campo, ortoimagens, modelos 3D de estruturas e modelos de elevação para realização da atualização da informação geográfica. Portanto, uma das formas de efetuar cadastro é a utilização de imagens obtidas com VANTs, estas imagens são combinadas com dados de campo realizados com estações totais ou GPS de dupla frequência (MANYOKY, THEILER et al., 2011).

2.1 METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se no município de Arapoti-PR, de acordo com o DATUM SIRGAS 2000, nas coordenadas planas, N (norte) = 7338790 m, E (este) = 593937 m, fuso 22. Foram utilizadas 44 pilhas de madeira de *Pinus taeda* empilhadas lateralmente nas estradas principais e secundárias dos talhões. Em cada pilha foi obtido o volume real em (m³) e o volume em estéreo (st) pelo método de mensuração tradicional (inventário manual), e também com a coleta de fotografias aéreas utilizando o VANT, em seguida, as imagens foram processadas e calculadas a fim de obter seu volume real em (m³) e em (st), os quais foram confrontados com os valores do inventário manual.

Para se obter os volumes em (m³) e (st) pelo método tradicional, foram realizados os seguintes passos: com uma trena de 5m foi coletado o diâmetro e o comprimento de três toras por pilha para identificar seu sortimento; na sequência foi esticada a trena de 50m para coletar o comprimento da pilha; com base nesse comprimento, foram coletadas as alturas de 2 em 2 metros com uma régua. Com uso do aplicativo KoBoCollect instalado em um tablet, os dados foram cadastrados e gerou-se alguns formulários os quais foram exportados e importados para uma planilha eletrônica, onde foram calculados pela fórmula do trapézio chegando-se no resultado em (m³) e (st). Para o teste em questão foram coletados os dados de 44 pilhas de madeira, onde o tempo gasto para medir essas pilhas em campo foi de 1 dia e mais 1 dia de processamento em escritório.

Para coletar as fotografias aéreas foi utilizado um equipamento com plataforma asa-fixa (com formato em delta), com funções autônomas de voo para aerofotogrametria e mapeamento. Sua decolagem é por arremesso manual, não exigindo qualquer estrutura de lançamento. Recomenda-se, para execução do trabalho, o conhecimento básico em pilotagem de VANTs asa-fixa. Para calcular o volume das pilhas foi necessário obter a área da face lateral da pilha e multiplicar pelo comprimento das toras. Para a definição da face da pilha, foram determinadas: a) a altura da pilha; b) altura do solo. A área da face foi calculada pela fórmula da área do trapézio. A altura da pilha foi medida conforme o traçado de uma linha longitudinal ao longo da pilha, onde o valor da coordenada z (altitude) de cada pixel com resolução

espacial de 2,85 cm atravessado pela linha, define a altura daquela posição. Esse mesmo procedimento foi adotado para determinação da altura do solo. Isso permitiu gerar dois perfis: da altura da pilha; e da altura do solo. Para coletar as alturas do solo no sentido transversal da pilha, foram gerados duas linhas sobre o solo paralelo a pilha, com base nisso, gerou-se uma média de altura do solo sob o centro da pilha.

Deste modo, desconsiderando as possíveis variações de inclinação da base da pilha foi obtida as alturas médias do solo em relação a pilha. Após isso foi realizado os cálculos com a formula da área do trapézio, obtendo a área da face da pilha. Está área multiplicada pelo comprimento da tora gerou como resultado o volume em (st), em seguida foi convertido o volume em (st) para (m^3) de cada pilha.

2.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados do estoque de madeira em campo (Tabela 1), obtidos através da medição de 44 pilhas de madeira pelo método tradicional (inventário manual), foi de 7.424,47 m^3 , e pelo método de fotografias aéreas obtidas por VANT, foi de 7.343,14 m^3 , sendo que a variação média em módulo, entre um método e outro foi de 10,82%.

Analisando os dados das variações em porcentagem, das pilhas destacadas na Tabela 1, pode se dizer que tanto a altitude de voo, o tamanho das pilhas, e o relevo tiveram impacto nesta variação.

As pilhas de número (292 e 154), que obtiveram maiores variações estavam localizadas em locais onde o terreno apresenta declividade alta, ao contrário da pilha de número (94) localizada em relevo plano.

Entre ambos os métodos houve uma diferença de 81,5 m^3 , positivo ao método de inventário manual, o que equivale à carga de dois caminhões Romeu e Julieta. Lembrando que a diferença de volume de 81,5 m^3 , corresponde à medição de 44 pilhas de madeira. Tendo em vista, medir em torno de 1050 pilhas de madeira mês, quantidade essa, mensurada atualmente pelo método de inventário manual, é necessário ter um cuidado especial ao realizar o planejamento para a escolha da altitude de voo, de forma a escolher uma altitude que consiga eliminar ou minimizar as dificuldades encontradas pelo tamanho de algumas pilhas, e com a diferença de altitude do relevo onde a madeira está empilhada.

TABELA 1 - Resultado dos dados coletados por ambos os métodos.

Nº Pilha	Cod. Pilha	Comp. Tora (m)	Produto	Volume Inv (m³)	Volume VANT (m³)	Varição inv manual vs. Vant (%)
94	1-PILHA 04	260	Pr	102,49	102,4659	0,02%
284	3-PILHA 05	260	Pr	118,18	117,5258	0,55%
293	1-PILHA 10	260	Pr	150,42	151,8985	0,98%
92	4-PILHA 05	260	Pr	186,26	183,0026	1,75%
302	2-PILHA 13	260	Pr	162,24	165,1158	1,77%
153	2-PILHA 07	260	Pr	68,54	70,34	2,63%
298	1-PILHA 01	260	Pr	152,66	147,8954	3,12%
283	3-PILHA 03	260	Pr	223,73	216,3441	3,30%
281	3-PILHA 02	260	Pr	309,08	298,1702	3,53%
156	2-PILHA 04	260	Pr	134,83	140,5282	4,23%
97	1-PILHA 06	260	Pr	81,4	85,4155	4,93%
89	3-PILHA 09	245	S2	47,51	45,1073	5,06%
204	2-PILHA 03	260	Pr	121,84	115,3428	5,33%
303	2-PILHA 12	260	Pr	455,98	428,2349	6,08%
93	4-PILHA 01	260	Pr	107,9	100,8317	6,55%
80	4-PILHA 07	260	Pr	139,59	130,3958	6,59%
304	2-PILHA 11	260	Pr	508,3	470,6852	7,40%
82	4-PILHA 09	260	Pr	89,3	95,914	7,41%
155	2-PILHA 06	260	Pr	97,37	104,8509	7,68%
280	3-PILHA 01	260	Pr	442,17	405,1959	8,36%
290	4-PILHA 03	260	Pr	164,88	150,3958	8,78%
203	2-PILHA 02	260	Pr	288,99	262,9597	9,01%
95	1-PILHA 05	260	Pr	100,36	109,6303	9,24%
296	1-PILHA 08	260	Pr	254,57	278,3779	9,35%
307	2-PILHA 10	260	Pr	58,37	63,9212	9,51%
285	3-PILHA 06	260	Pr	124,8	112,4326	9,91%
86	3-PILHA 13	260	Pr	142,29	127,707	10,25%
90	3-PILHA 10	260	Pr	69,03	61,4364	11,00%
85	3-PILHA 14	300	S3	3,39	3,7748	11,35%
81	4-PILHA 08	260	Pr	367,32	322,4461	12,22%
98	1-PILHA 07	260	Pr	596,74	670,7598	12,40%
282	3-PILHA 04	260	Pr	246,92	215,256	12,82%
79	4-PILHA 06	260	Pr	99,16	114,4943	15,46%
149	2-PILHA 09	405	S2	17,96	20,7497	15,53%
88	3-PILHA 11	260	Pr	294,76	248,9364	15,55%
295	1-PILHA 09	260	Pr	17,59	20,3496	15,69%
289	4-PILHA 04	210	S2	15,86	18,3688	15,82%
299	1-PILHA 02	260	Pr	550,99	641,6846	16,46%
87	3-PILHA 12	260	Pr	126,37	105,4952	16,52%
83	4-PILHA 10	260	Pr	39,26	32,4668	17,30%
201	2-PILHA 01	260	Pr	50,9	61,7056	21,23%
300	1-PILHA 03	260	Pr	73,84	95,323	29,09%
292	4-PILHA 02	405	S2	4,42	6,1637	39,45%
Nº Pilha	Cod. Pilha	Comp. Tora (m)	Produto	Volume Inv (m³)	Volume VANT (m³)	Varição inv manual vs. Vant (%)
154	2-PILHA 05	260	Pr	15,91	23,0506	44,88%
Total				7424,47	7343,1466	10,82%

FONTE: O autor (2019).

Percebeu-se também, que a variação final em porcentagem entre o método de inventário manual e o método de inventário com uso das imagens, se dá em torno de 10,82% positivo ao método de inventário manual. Com a variação média de 10,82% os dados se comportaram com dispersão significativa entre um método e outro, gerando um desvio padrão de 9,18%.

Esse desvio, é ocasionado pelas dificuldades encontradas na metodologia de trabalho realizado com o VANT asa-fixa. As maiores dificuldades foram encontradas nas pilhas de menor tamanho, na diferença de altura do relevo onde as madeiras estavam empilhadas, e com a altura de vôo de 70m definido para este estudo, onde a mesma gerou impacto ao mensurar as pilhas pequenas devido ao tamanho de representação em relação ao campo de visada.

KUNG et al. (2011), consideram que, ao estimar volume de madeira por meio de VANTs, os maiores erros apresentam-se associados ao plano de voo, de modo que, quanto mais alto o voo, maior será o erro.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste estudo, foi possível concluir, que as pilhas de menores tamanhos e a altitude de voo planejado para este estudo, impactaram no desenvolvimento do método de mensuração de madeira empilhada com o uso de fotografias aéreas coletadas com o VANT, uma vez que, com a altitude de voo definida em 70m se obteve um campo de visada com resolução espacial de 2,85 cm, havendo dificuldade para capturar as pilhas de menores tamanhos.

Para se obter um campo de visada, que possibilite uma melhor resolução das pilhas de madeira, é necessário realizar o voo em altitudes igual ou menor a 30m, o que deixará o método mais preciso, porém, com menor rendimento na quantidade de pilhas de madeira coletadas por voo, e com maior tempo de processamento dos dados, visto que aumentará o número de fotos aéreas para coletar dados de uma mesma quantidade de pilhas.

O relevo impacta diretamente na precisão do método de inventário com uso das fotografias aéreas coletadas com o VANT, é necessário realizar a ponderação do

perfil do solo em ambos os lados das pilhas, trata-se de coletar as alturas do solo paralelo à pilha, no seu lado superior e inferior. Com base nisso, gera-se uma média de altura do solo sob o centro da pilha. Deste modo, desconsiderando as possíveis variações de inclinação da base da pilha será possível obter as alturas médias do solo em relação a pilha.

Por outro lado, o uso da plataforma VANT, irá minimizar o risco de acidentes em relação aos colaboradores que realizam o inventário de estoque pelo método tradicional (inventário manual). Uma vez que reduzirá o número de pessoas envolvidas nesta atividade.

Desta forma, conclui-se que a metodologia aplicada nesta pesquisa para o método de inventário com o uso de imagens obtidas pela plataforma VANT para mensuração de pilhas de madeira em campo não foi preciso, comparando-o com o método de inventário tradicional (inventário manual).

REFERÊNCIAS

AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION. **Unmanned aircraft systems: perceptions & potential**. 2012.

EHSANI, R. Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees Computers and Electronics. **Agriculture** v. 91 p.106–115, 2013.

GARCIA-RUIZ, F.; SANKARAN, S.; MAJA, J. M.; LEE, W. S.; RASMUSSEN, J.;

GRENDÖRFFER, G., J., et al. (2008). "The Photogrammetric Potential Of Low-Cost VANTs In Forestry And Agriculture." The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XXXVII. Part B1.

INOUE, T., NAGAI, S., YAMASHITA, S., FADAEI, H., ISHII, R., OKABE, K., SUZUKI, R. Unmanned aerial survey of fallen trees in a deciduous broadleaved forest in eastern Japan. **PLoS one**, v. 9, n. 10, p. e109881, 2014.

JORGE, L. A. C.; BRANDÃO, Z. N.; INAMASU, R. Y. Insights and recommendations of use of UAV platforms in precision agriculture in Brazil. (C. M. U. Neale & A. Maltese, Eds.) **Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVI**, v. 9239, n. 2004, p. 923911, 2014.

KÜNG, O.; STRECHA, C.; BEYELER, A.; ZUFFEREY, J. C.; FLOREANO, D.; FUA, P.; GERVAIX, F. The accuracy of automatic photogrammetric techniques on ultra-light UAV imagery. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON UNMANNED AERIAL VEHICLE IN GEOMATICS (UAV-g), 2011, Zurich. Proceedings... Zurich: ETH Zurich; IGP; geomETH; UAV Research Group, 2011. (N. EPFL-CONF-168806).

LONGHITANO, G. A. VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MANYOKY, M., et al. (2011). Unmanned Aerial Vehicle In Cadastral Applications. Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zurich, Switzerland. Switzerland.

MICHEZ, A., PIÉGAY, H., JONATHAN, L., CLAESSENS, H., & LEJEUNE, P. Mapping of riparian invasive species with supervised classification of Unmanned Aerial System (UAS) imagery. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 44, p. 88-94, 2016.

PANEQUE -GÁLVEZ, J.; MCCALL, M.K.; NAPOLETANO, B.M.; WICH, S.A.; KOH, L.P. Small drones for community-based forest monitoring: an assessment of their feasibility and potential in tropical areas. **Forests**, 5: 1481-1507, 2014.

PEGORARO, A. J. **Uso do paramotor e da grade canadense para obtenção de fotografias e informações aéreas sobre o meio ambiente**. Dissertação de mestrado, Santa Maria, 2000.

RODRIGUES R. S., MURILO, A., FILHO, W. B. V. Desenvolvimento de um sistema de controle embarcado para um veículo aéreo não tripulado para fotogrametria. **ABCM Symposium Series in Mechatronics** - Vol. 6, 2014.

SIMPSON, A.D. **Development of an unmanned aerial vehicle for low-cost remote sensing and aerial photography**. Master of Science Thesis. University of Kentucky, Lexington, Kentucky. 2003.

TAHAR, K., N. (2012). "A New Approach On Slope Data Acquisition Using Unmanned Aerial Vehicle." **International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences** Vol:13.