

METODOLOGIA PARA ESTIMAR ALTURA DE ÁRVORES COM BASE EM IMAGENS AÉREAS CAPTURADAS POR DRONE

J. O. A. Bueno^{1,*}, V. Bourscheidt², J.R.M. Pezzopane³, A. C. C. Bernardi³, S. Crestana⁴

¹ Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, Av. Trabalhador São Carlense, 400, 13566-590, São Carlos, SP

² Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz, Km 235, 13565-905, São Carlos, SP

³ Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, Km 234, 13560-970, São Carlos, SP

⁴ Embrapa Instrumentação, R. 15 de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP

* Autor correspondente, e-mail: tvnalmeida@gmail.com

Resumo: Com os avanços tecnológicos nos últimos tempos surgem novas oportunidades de se obter dados de sensoriamento remoto utilizando diversos equipamentos, como as fotografias aéreas obtidas utilizando câmeras digitais acopladas às aeronaves remotamente pilotadas, popularmente conhecidas como drones. Utilizar fotografias aéreas de pequeno formato é uma das técnicas de sensoriamento remoto que torna possível caracterizar florestas, mapear danos causados por incêndios, fenologia e contagem de copas. Sendo assim, tendo em vista o fato de obter dados de forma rápida, precisa e que possam ser reproduzidos de maneira eficiente, este estudo teve o objetivo de estimar a altura de árvores com base em modelos digitais de terreno e de superfície, utilizando imagens aéreas capturadas por drone em um sistema integrado de produção agropecuária. Os resultados obtidos por meio do Modelo Digital de Altura gerado permitiram estimar a altura das árvores com resultados de até 37 metros.

Palavras-chave: modelo digital de altura, sensoriamento remoto, geoprocessamento, SIG, sistema integrado.

METHODOLOGY FOR ESTIMATE TREE HEIGHT BASED IN IMAGES CAPTURED BY DRONE

Abstract: With technological advances in recent times there are new opportunities to obtain remote sensing data using various equipment, as the aerial photographs taken using digital cameras coupled with remotely piloted aircraft, popularly known as drones. Using small-format aerial photography is one of the remote sensing techniques that makes it possible to characterize forests, map fire damage, phenology and crown counting. Thus, considering that data can be obtained quickly, accurately and that can be efficiently reproduced, this study aimed to estimate tree height based on digital terrain and surface models using aerial images captured by drone in as integrated agricultural system. The results obtained through the generated Digital Height Model allowed to estimate tree heights with results up to 37 meters.

Keywords: digital height model, remote sensing, geoprocessing, GIS, integrated system.

1. Introdução

As aeronaves sem piloto foram produzidas inicialmente para uso militar com o propósito de executar missões sem que houvesse risco de morte da tripulação a bordo. Posteriormente, começaram a ser produzidos vários modelos de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) em todo o mundo, devido a redução do tamanho dos componentes eletrônicos ocorridos nas últimas décadas, fato que contribuiu para o aumento do número de projetos que envolvem essa tecnologia (SLOMPO, 2013).

O termo ARP também possui outras definições. Popularmente são conhecidas como drone, principalmente nos Estados Unidos, quando se trata de uma aeronave que tem um envolvimento

mais acentuado da robótica e possui uma autonomia maior na operação (LONGHITANO, 2010).

Conforme já descrito, essa tecnologia foi utilizada inicialmente para uso militar. No entanto, a sua utilização está se tornando cada vez mais constante em aplicações comerciais e governamentais locais, visto que possui um enorme potencial de monitoramento e inspeção (GIUFFRIDA, 2015).

Quando comparado com as técnicas de sensoriamento remoto obtidas via satélite, aérea e/ou métodos de aquisição de imagens de alta resolução, o uso dessas aeronaves vem surgindo como uma alternativa mais viável (GRAÇA, 2017). Utilizar fotografias aéreas de pequeno formato é uma das técnicas de sensoriamento remoto que torna possível caracterizar florestas, mapear danos causados por incêndios, fenologia e contagem de copas (DISPERATTI et al., 2007).

Com o sensoriamento remoto é possível se obter novas informações, que se assemelham ao levantamento realizado diretamente no campo, entretanto, tem-se a possibilidade de realizar a amostragem do ambiente de uma maneira mais rápida (SILVA, 2016).

Sendo assim, tendo em vista o fato de obter dados de forma rápida, precisa e que possam ser reproduzidos de maneira eficiente, este estudo teve o objetivo de estimar a altura de árvores com base em modelos digitais de terreno e de superfície, utilizando imagens aéreas capturadas por drone em um sistema integrado de produção agropecuária.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos-SP, em área de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) (figura1). A área tem 12 ha., divididos em 24 piquetes com 0.5 ha. cada, plantado com *Eucalyptus urograndis* (GG100) em fileiras simples com espaçamento de 15 m e distância de 4 m entre árvores e sistemas de pastagens de capim-piatã.

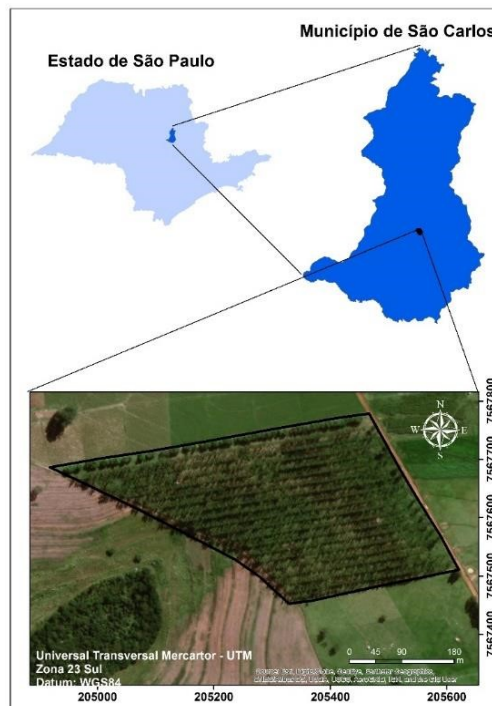


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

2.2. Preparação dos dados

Para realizar o levantamento aéreo foram definidos o limite e o plano de voo para uma área ligeiramente maior que a de estudo. A ARP utilizada foi o drone Phantom 4 Advanced, da DJI. O voo foi executado de modo automático a uma altura de 90 metros com base no ponto inicial, e com uma sobreposição de imagens tanto frontal quanto lateral de 80%. Ressalta-se que o levantamento

foi feito sem pontos de controle, sendo que foi tomado como base a orientação das coordenadas obtidas pelo GNSS (Global Navigation Satellite System) da própria aeronave (HUNG et al., 2018), o que impõe limitações na precisão do levantamento, ao passo que algumas imagens precisaram ser realinhadas/georreferenciadas de forma manual para um ajuste mais preciso.

Os dados de altura utilizados como base para comparação foram obtidos utilizando clinômetro. Foram medidas 15 árvores por piquete experimental e de cada um foram extraídos os valores das médias das alturas das árvores.

As imagens obtidas foram processadas no software Agisoft PhotoScan Professional, em que foram realizadas uma série de procedimentos, em sequência: alinhamento das imagens; geração e classificação automática da nuvem de pontos; geração do Modelo Digital de Superfície – MDS e de Terreno – MDT (HUNG et al., 2018). Os modelos digitais gerados foram exportados para o software ArcGis 10.4 onde se utilizou a ferramenta “raster calculator” para subtrair o MDT do MDS, gerando o Modelo Digital de Altura (MDA). Em seguida, no ArcGis 10.4, os modelos foram recortados apenas para a área de estudo.

Para extrair os valores de altura das árvores do MDA foram criados pontos aleatórios dentro de cada piquete e os valores dos pixels que representam as alturas das árvores foram obtidos utilizando a ferramenta “extrair valores para pontos” no ArcGis 10.4. Por fim fez-se uma média das alturas de cada piquete que posteriormente foram correlacionadas com as médias das alturas nos piquetes obtidas com clinômetro.

3. Resultados e Discussão

Após a execução do plano de voo foram capturadas 474 fotos. O alinhamento, procedimento em que o software busca semelhança entre os pontos comuns nas imagens, foi executado na mais alta qualidade e obteve-se um total de 333.928 pontos (Figura 2). A nuvem densa de pontos gerada em alta qualidade, obteve um total de 100.202.337 pontos (Figura 3).

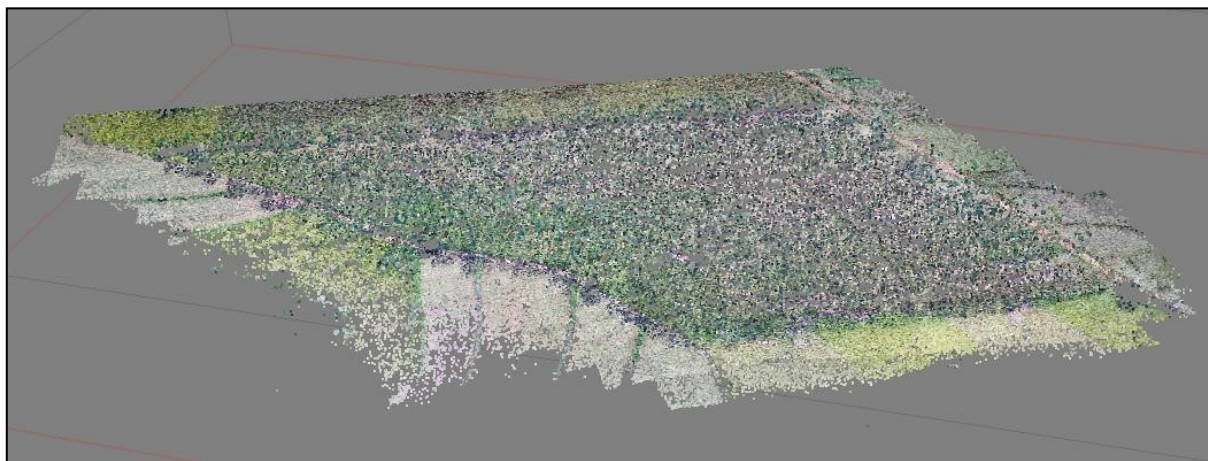


Figura 2. Alinhamento das 474 fotos obtidas.



Figura 3. Nuvem densa de pontos.

Após a classificação automática da nuvem de pontos, foram retirados alguns pontos (ruídos) de forma manual, ao passo que estavam fora da tendência da superfície de relevo (HUNG et al., 2018). A figura 4 representa a nuvem de pontos reclassificada, sendo que os pontos em cor escura (marrom) são considerados como pertencentes ao nível do solo, enquanto os mais claros (brancos) são pertencentes ao que está acima do solo.

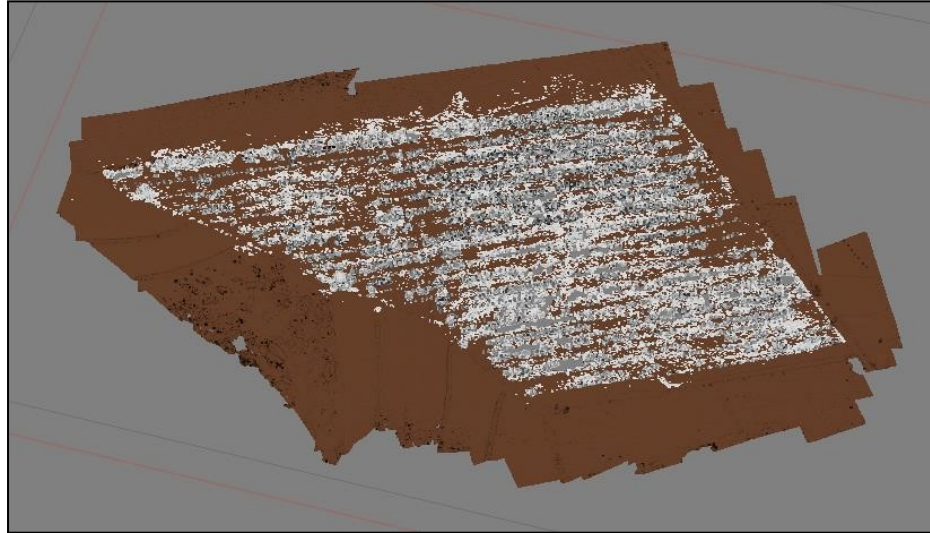


Figura 4. Reclassificação da nuvem de pontos.

O MDT gerado compreende apenas os pontos considerados como pertencentes ao solo, variando de 795 a 825 metros (Figura 5, esquerda), enquanto o MDS representa todas as estruturas presentes na superfície do terreno, neste caso inclui a vegetação, variando de 795 a 855 metros (Figura 5, direita).

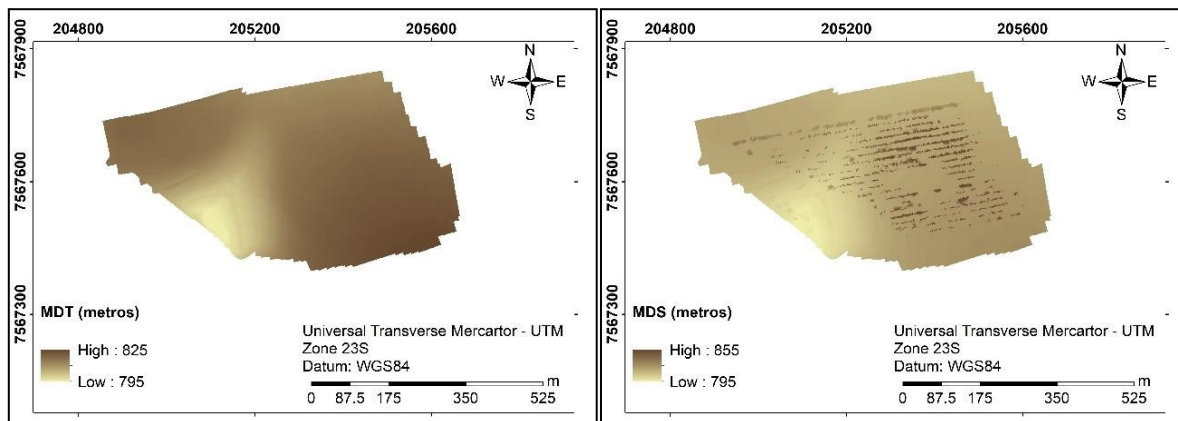


Figura 5. Modelo Digital de Terreno – esquerda, Modelo Digital de Superfície – direita.

O MDA gerado (figura 6) contém as informações dos dados que são pertencentes apenas aos objetos, no caso a vegetação, uma vez que os dados referentes ao solo foram removidos (PEREIRA, 2014). O MDA, já recortado para a área de estudo, apresentou valores que variam de 0 (nível do solo) a 37 metros de altura (vegetação - eucaliptos). O modelo apresentou alguns pontos com vazios o que dificultou a aquisição de mais de 15 pontos em todos os piquetes, sendo que a média das alturas destes piquetes foram desconsideradas, mas ressalta-se que o projeto ainda está em desenvolvimento e essas falhas serão corrigidas.

Foram comparadas as médias de alturas de árvores de 14 piquetes. A média das alturas das árvores nos piquetes, obtida com clinômetro foi de 30.69 metros, enquanto a média do MDA foi de 29.09 metros. O R^2 obtido foi de 0.71.

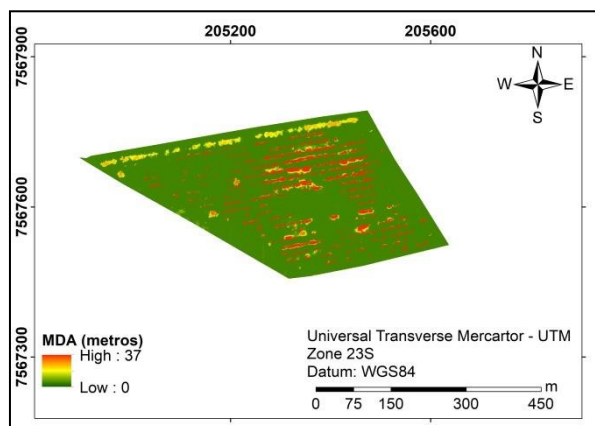


Figura 6. Modelo Digital de Altura.

4. Conclusões

Os resultados obtidos por meio do MDA gerado permitiram estimar a altura das árvores em um sistema integrado, com valores de até 37 metros. Quando comparadas as médias estimadas por meio do MDA e medidas com clinômetro em campo, obteve-se um R^2 de 0.71.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e à Associação Rede-ILPF pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa.

Referências

- DISPERATI, A. A.; AMARAL, R. F.; SCHULER, C. A. B. Introdução. Fotografias aéreas de pequeno formato: aplicações ambientais. Guarapuava: Unicentro. p. 262, 2007.
- GIUFFRIDA, F. Potential Uses and Considerations Regarding the Use of UAS Technology in Assessment. Inc.: Property Drone Consortium. 2015. Disponível em: <http://www.propertydrone.org/docs/Potential_Uses_Considerations_Regarding_UAS_Technology_Assessment.pdf>. Acesso em: 05/09/2019.
- GRAÇA, N.L.S.D.S.; MITISHITA, E. A.; GONÇALVES, J. E. Use of UAV platform as an autonomous tool for estimating expansion on invaded agricultural land. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 23, n. 3, p. 509-519, 2017.
- HUNG, M. N. W. B.; SAMPAIO, T. V. M.; SCHULTZ, G. B.; SIEFERT, C. A. C.; LANGE, D. R.; MARANGON, F. H. S.; SANTOS, I. Levantamento com Veículo Aéreo Não Tripulado para Geração de Modelo Digital do Terreno em Bacia Experimental com Vegetação Florestal Esparsa. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, 43, p. 215-231, 2018.
- LONGHITANO, G. A. VANTS para Sensoriamento Remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-10012011-105505/pt-br.php>>. Acesso em: 05/09/2019.
- PEREIRA, J. P. Mensuração automática de copas de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze a partir de dados LiDAR para estimativa de variáveis dendrométricas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.
- SILVA, M. B. Uso de VANT para a adequação ambiental e restauração de áreas degradadas do uso do solo em propriedades rurais: "estudo de caso em uma propriedade rural no município de Dourados-MS". Universidade Federal do Paraná, p. 58, 2016.
- SLOMPO, P. J. H. Utilização de um veículo aéreo não tripulado para obtenção de dados dendrométricos de Eucalyptus Benthamii maiden et cambage. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Concentração e Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, p. 51, 2013.