

# EXTRAÇÃO DE ALTURAS DE ÁRVORES DE *Eucalyptus benthamii* A PARTIR IMAGENS OBTIDAS COM AERONAVE REMOTAMENTE TRIPULADA

*Naiany Bonamichi Silva<sup>1</sup>, Júlio César Soznoski<sup>1</sup>,  
Ana Paula Dalla Corte<sup>1</sup>, Thiago Wendling Gonçalves de Oliveira<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> UFPR, Av. Prefeito Lothário Meinhart, Curitiba – PR, [naianybonamichii@gmail.com](mailto:naianybonamichii@gmail.com), [jusoznoski@gmail.com](mailto:jusoznoski@gmail.com), [anapaulaorte@gmail.com](mailto:anapaulaorte@gmail.com), [thiagowendling@yahoo.com.br](mailto:thiagowendling@yahoo.com.br)

## 1. INTRODUÇÃO

### RESUMO

Este trabalho objetivou testar o desempenho de técnicas de obtenção de altura total de árvores através de fotografias aéreas providas de aeronave remotamente tripulada (RPA). A área de estudo, localiza-se na Fazenda Canguiri – UFPR em um plantio de *Eucalyptus benthamii*. Foram testados 2 tratamentos: T1 – medição das alturas com hipsômetro Vertex IV e T2 – medição das alturas através da extração de métricas em fotografias aéreas RPA e processadas no software Pix4D. A comparação entre os tratamentos deu-se pelo coeficiente de correlação de Pearson e pelo teste t pareado a um nível de significância de 1% de probabilidade. A correlação entre os tratamentos foi de 0,932 e o valor do teste t foi de 3,48\*\* significativo à 1% de probabilidade, indicando diferença entre as médias. Observou-se que T2 apresentou tendência em subestimar as alturas, sendo necessário passar por alguns ajustes e T1 por sua vez, mostrou-se mais adequado para medições de pequenas áreas.

**Palavras-chave** — altura total, inventário florestal, métricas florestais, plantio florestal, veículo aéreo não- tripulado.

### ABSTRACT

*The objective of this work was to test the performance of techniques to obtain total height of trees through aerial photographs provided with RPA. The study area is located at Fazenda Canguiri - UFPR in a plantation of Eucalyptus benthamii. Two treatments were tested: T1 - measurement of heights with Vertex IV and T2 - measurement of heights by extracting metrics in RPA aerial photographs and processed in Pix4D software. The comparison between treatments was given by the Pearson's correlation coefficient and the paired t-test at a significance level of 1% of probability. The correlation between the treatments was 0.932 and the t-test value was 1.66\*\* significant at 1% probability, indicating difference between the treatments. It was observed that T2 showed a tendency to underestimate the tree heights, being necessary to go through some adjustments and T1, in turn, is more appropriate for small area measurements.*

**Key words** — total height, forest inventory, forest metrics, forest plantation, unmanned aerial vehicle.

O inventário florestal tem por finalidade obter dados qualitativos e quantitativos dos recursos florestais de uma determinada área, fornecendo informações básicas para o planejamento de atividades de manejo e conservação das florestas [1]. Tais conhecimentos subsidiam a tomada de decisão nas empresas, sendo que, melhora nos processos e metodologias do inventário florestal trariam benefícios econômicos às empresas florestais [2].

Arelado a isso, as geotecnologias são imprescindíveis para apoiar avanços neste sentido [3], incluindo identificação, qualificação, quantificação e monitoramento de áreas agrícolas e recursos naturais, possibilitando analisar as informações de forma mais efetiva, rápida e precisa.

Neste sentido, a utilização de imagens aéreas de alta resolução provenientes de aeronaves remotamente tripulada (RPA) para extração de informações métricas da superfície terrestre tem sido vastamente pesquisada. As facilidades existentes na realização do voo autônomo, associado com o baixo custo e alto recobrimento com RPA são os principais atrativos desta nova tecnologia em aplicações aerofotogramétricas [4].

Considerando o exposto, este trabalho buscou mensurar alturas totais individuais de árvores através de fotografias aéreas tomadas com RPA, buscando compara-las com as medições de altura tomadas com hipsômetro em inventário florestal tradicional.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR). A fazenda está localizada no município de Pinhais, estado do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: 25°23'30" S e 49°07'30" W (Figura 1).

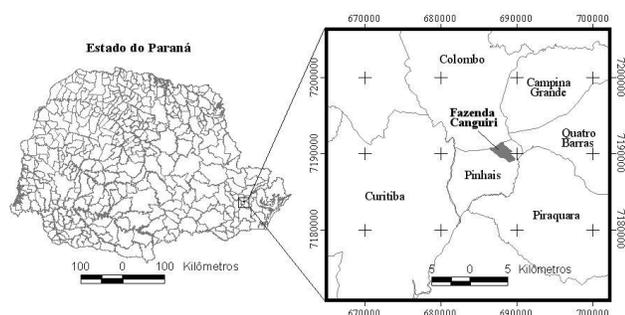


Figura 1. Localização da Fazenda Experimental Canguiri.

A área de estudo consiste em duas linhas de plantio de *Eucalyptus benthamii* com espaçamento de 14x2 m e densidade de aproximadamente 357 indivíduos por hectare. Ao todo foram utilizados 50 indivíduos (Figura 2).



Figura 2. a) vista aérea das linhas de plantio; b) vista lateral das linhas de plantio.

O clima da região é classificado como Cfb, sendo, clima mesotérmico com temperatura média anual do mês mais frio abaixo de 18°C, e clima subtropical úmido sem estação seca com verões brandos [5].

## 2.2 Tratamentos

Foram utilizados dois tratamentos:

- T1 - medição das alturas das árvores individuais com técnica tradicional utilizando o hipsômetro Vertex IV;
- T2 – medição das alturas das árvores individuais através da extração de métricas obtidas nas fotografias áreas obtidas com RPA.

### 2.2.1 Tratamento T1

Em T1 a medição das alturas dos indivíduos foram tomadas com o equipamento Vertex IV da marca Haglöl e mensurado os diâmetros a 1,30 m de todas as árvores servindo como base para o processamento do inventário florestal.

### 2.2.2 Tratamento T2

Em T2 utilizou-se um RPA Phantom 4 PRO, o equipamento possui velocidade máxima de 50 km/h e tempo máximo de autonomia de voo de aproximadamente 30 minutos, sistema de posicionamento GPS/GLONASS e câmera com sensor de 1 polegada com 20 megapixels e lente FOV 84° 8,8 mm/ 24mm (equivalente no formato de 35 mm) Ao todo no processamento passou-se por três etapas:

- planejamento de voo: nesta etapa foram configuradas as variáveis, do qual utilizou-se altura de voo de 100 m, 11 linhas de voo com total de 104 fotografias e recobrimento lateral e longitudinal de 85%. A área total sobrevoada foi de 5,12 hectares.
- execução do voo: o voo foi realizado entre as 10:00 e 14:00 horas com o auxílio do aplicativo MapPilot;
- processamento para a geração das nuvens de pontos para extração das métricas: para a orientação das fotografias, geração de nuvem de pontos, modelo digital de superfície (MDS) e modelo digital do terreno (MDT) utilizou-se o software Pix4D. Todos os produtos foram exportados para o ArcGis para extração das métricas das árvores.

A comparação entre os dois tratamentos foi feita pela correlação de Pearson e pelo teste t com 5% de significância.

## 2.3 Análise dos resultados

Para análise e comparação dos tratamentos (T1 e T2), utilizou-se o coeficiente de variação de Pearson e o teste t pareado, a um nível de significância de 1%, para verificar a ocorrência de diferença estatística.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Identificação da posição individual das árvores

A Figura 3 apresenta o modelo digital de superfície (MDS) estabelecido a partir de imagens obtidas com RPA, e o resultado da ortoimagem RGB na área de estudo. Os 50 indivíduos analisados foram identificados,

sendo que, os que não se destacaram não foram identificados no método, fato este que gerou a identificação de dois indivíduos como apenas um indivíduo [6]. Desta forma, foi necessária uma interpretação visual para identificação e correção desses erros.

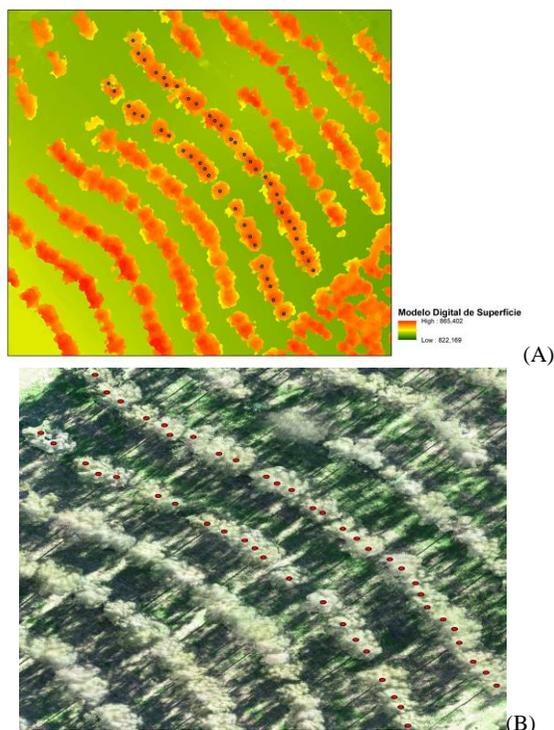


Figura 3. a) modelo digital de superfície, b) ortoimagem

Após o processamento das imagens, as mesmas foram convertidas em arquivos vetoriais. No ArcGis foram determinadas a posição do centróide e altura das árvores pelo ponto mais elevado na escala de cores utilizada, que se refere ao maior valor obtido no MDS (Figura 3). Este processo foi repetido individualmente para cada indivíduo.

### 3.2 Dados obtidos com os tratamentos

Considerando todos os indivíduos analisados obteve-se como média das alturas totais em T1 o valor de 22,9 m, enquanto que para T2 a média foi de 21,7 m. T2 ainda apresentou maior coeficiente de variação quando comparado a T1.

Tabela 1. Estatística descritiva das alturas mensuradas nas parcelas amostradas

Tratamentos	Altura Total (m)				
	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV %
T1	22,9	17,4	26,7	1,80	7,86
T2	21,9	15,9	24,9	1,73	7,97
T1-T2	1,2	1,5	1,8	0,07	

Na Figura 4 pode-se observar a variação das alturas entre os tratamentos, sendo que em quase todos os casos, as alturas providas de T2 foram menores que as encontradas em T1.



Figura 4. Variação das alturas em T1 e T2.

Considerando as médias das alturas nos tratamentos, a diferença entre os resultados está em torno de 5,2%, resultados que corroboram com outros trabalhos [6], que encontraram uma variação de 4,1% a 51,4% e média de 17,3% entre as alturas obtidas com método tradicional e por imagens. Os resultados ainda foram condizentes [7] com a variação encontrada entre a medição de alturas com métodos tradicionais e com laser terrestre, cuja diferença foi de 6,96% entre as médias dos métodos.

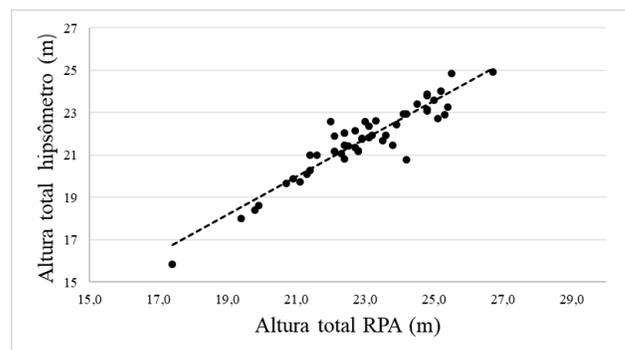


Figura 5. Correlação entre as alturas mensuradas nos tratamentos T1 e T2

Na análise de correlação de Person os métodos apresentaram uma correlação positiva de 0,932, indicando uma alta correlação entre os tratamentos (Figura 5). O valor do teste t pareado para variâncias homogêneas foi de 3,48\*\* (p = 0,00037), sendo significativo a 1% de probabilidade. Os resultados foram condizentes com outros trabalhos [7], onde o teste t foi significativo a 5% de probabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

T2 apresentou tendência de subestimar as alturas das árvores, sendo necessários alguns ajustes. T1 por sua vez, mostra-se, como uma técnica de menor custo e segura.

Recomenda-se novos testes, principalmente no que se diz respeito às alturas de voos, recobrimentos e pontos de controle.

Recomenda-se ajustar o processo de interpolação com base nos parâmetros locais, e obter mais pontos do terreno a fim de aumentar a precisão do MDT e interferir positivamente na melhoria das métricas.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] Vibrans, A.C.; Gasper, A.L.; Müller, J.J.V, “Para que Inventariar Florestas? Reflexões sobre a Finalidade do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina”, *Revista de Estudos Ambientais*, v.14, n.1, pp. 6-13, 2012.
- [2] Ribeiro, G.S. “*Inventários Florestais por linhas de amostragem em reflorestamentos comerciais*”. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, pp. 47, 2011.
- [3] Puliti, S.; Ene, L.T.; Gobakken, T.; Naesset, E. “Use of partial- coverage UAV data in sampling for large scale forest inventories”, *Remote Sensing of Environment*, v. 194, pp. 115-126, 2017.
- [4] Everaerts, J. “The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) for remote sensing and mapping International Archives of the Photogrammetry”, *Remote Sensing and Special Information Sciences*, v.37, pp. 1187 – 1192, 2008.
- [5] Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M. e Sparovek, G. “Köppen’s climate classification map for Brazil”, *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, pp. 711–728, 2013.
- [6] Soares, P.; Firmino, P.; Tomé, M.; Campagnolo, M.; Oliveira, J.; Oliveira, B.; Araujo, J.; Camara, F. “A Utilização de Veículos Aéreos não Tripulados no Inventário Florestal”. *VIII CNCG*, pp. 1- 8, 2015.
- [7] Padilha, A.S. “Emprego de Dados Laser Scanner Terrestre e de Sensores Embargados em Veículos Aéreos não tripulados para a extração de variáveis dendrométricas”. Dissertação de Mestrado, UFSC, 2017.