

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

ALDAIR ROCHA ARAUJO

**VARIABILIDADE ESPACIAL *Artocarpus altilis* A PARTIR DE
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE VANT**

Cruz das Almas – BA
Fevereiro – 2019

ALDAIR ROCHA ARAUJO

**VARIABILIDADE ESPACIAL DE *Artocarpus altilis* A PARTIR DE
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE VANT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pelo estudante Aldair Rocha Araujo como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal, sob orientação do Professor Doutor Elton da Silva Leite.

Cruz das Almas – BA
Fevereiro – 2019

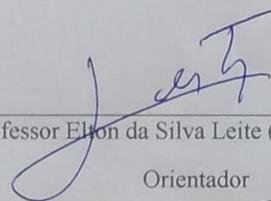
ALDAIR ROCHA ARAUJO

**VARIABILIDADE ESPACIAL DE *Artocarpus altilis* A PARTIR DE
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE VANT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal

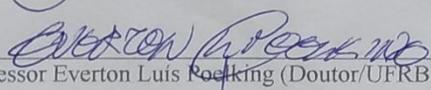
Aprovado em: 11/02/2019

Comissão Examinadora:

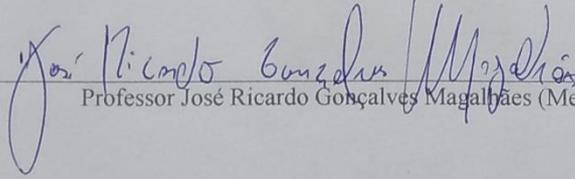


Professor Elton da Silva Leite (Doutor/UFRB)

Orientador



Professor Everton Luis Roeking (Doutor/UFRB)



Professor José Ricardo Gonçalves Magalhães (Mestre/UFRB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as dificuldades encontradas e mais ainda pelas oportunidades em superá-las.

Aos meus pais, José e Valdelice, pelo apoio e amor incondicional.

À minha irmã Helení, pelo apoio e amor incondicional.

À minha querida avó (in memoriam) Cristina, pelo apoio e amor incondicional

Aos meus tios, tias, primos e inúmeros outros parentes que me incentivaram, cada qual à sua maneira.

Aos meus amigos da Pastoral da Juventude, por me ajudarem a desenvolver a minha espiritualidade e mostrar a importância do intangível mais importante: Deus.

Aos meus amigos (as), que estiveram comigo nesta caminhada em especial, André, Catiúrsia, Ítalo, Lucas, Luan, Marcela, Raquel, Roneíse, Rôsangela, Thúlio e Tony.

Ao meu orientador Professor Dr. Elton da Silva Leite, pelo apoio e pelos ensinamentos durante todos os anos que trabalhamos juntos.

Aos professores da Universidade Federal do Recôncavo que auxiliaram na minha formação.

Ao Sr. Alberico Santana pelo apoio e conhecimentos compartilhados.

À banca examinadora, por todas as contribuições, as quais foram essências para a finalização deste trabalho

Ao CNPQ e a FAPESB pelo apoio e auxílio concedidos.

À todos que fizeram e fazem parte desta jornada, meu muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA	8
2.1. Área de estudo	8
2.2. Aquisição das imagens	9
2.3. Processamento digital de imagens	9
2.4. Pós-processamento das imagens	10
2.5. Análise geoestatística	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÕES	16
5. REFERÊNCIAS	17

RESUMO

A fruta-pão, *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, destaca-se pela sua importância alimentícia. Necessitando conhecer a variabilidade espacial de atributos de fruta-pão por meio da geoestatística e testar o uso da tecnologia VANT na cultura. Objetivou-se com este trabalho verificar a variabilidade espacial de *Artocarpus altilis* a partir de processamento digital de imagens de VANT. O povoamento apresentava plantas obtidas por sementes, por enxertia e raiz. A altura das árvores de fruta pão foi determinada graças a subtração do MDE - MDT isto foi possível devido a boa qualidade das imagens do MDE e MDT e por meio do ortomosaico avaliou-se a área de copa. As avaliações da variabilidade espacial resultaram em maior altura e área e copa para a propagação de raiz, seguido das plantas propagadas por semente e enxertia. Os resultados da análise das alturas e área de copa sob diferentes formas de propagação foram: i) as alturas médias das plantas obtidas por raiz, por sementes e enxertia, respectivamente foram 3,78 m, 2,99 m e 2,67 m e ii) as médias de área de copa das plantas obtidas por raiz, por sementes e enxertia são 13,09m², 10,45m² e 8,04m².

Palavra-chave: fruta-pão, geoestatística , processamento de imagens.

1. INTRODUÇÃO

A fruta-pão, *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, é originária da região do Pacífico ocidental, apresenta adaptação versátil e amplamente cultivada por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, incluindo o Brasil, onde possui ótima aclimação (SOARES et al., 2015; HSU et al., 2011). Apresenta-se sob duas variedades: apyrena, que não possui sementes, conhecida por fruta-pão de massa e seminífera, conhecida por fruta-pão de caroço, apresentando sementes (CAVALCANTE, 1991).

O fruto da espécie *Artocarpus altilis* variedade. apyrena tem a polpa rica em carboidratos, água, vitamina B1, B2, C, cálcio, fósforo, ferro, com baixo teor de gorduras (MA et al., 2012), sendo sua polpa consumida cozida, frita ou assada e industrialmente utilizada para preparar pães e farinhas (SOUZA et al., 2016). De forma geral, é importante na alimentação humana e animal e geração de renda, sendo cultivada, principalmente, em quintais agroflorestais da Amazônia e pomares do litoral do nordeste brasileiro (SACRAMENTO et al., 2009). A importância econômica da espécie em foco motivou vários estudos pela utilização do fruto. Entretanto, são poucos os estudos com informações técnicas sobre o comportamento do crescimento dessa essência florestal.

No meio florestal o emprego de técnicas da geoestatística e o uso de Veículos aéreos não tripulados (VANTs) aliado a técnicas de processamento digital de imagens (PDI) tem sido foco de muitas pesquisas, como por exemplo, na análise da variabilidade espacial de propriedades dendrométricas do eucalipto e de atributos físicos do solo (ROSA FILHO et al., 2011), para o mapeamento de sítios florestais por meio de análises geoestatística (PELISSARI et al., 2015), e no inventário de sobrevivência de povoamento de *Eucalyptus* com uso de redes neurais artificiais em fotografias obtidas por VANTs (RUZA et al., 2017).

A coleta de imagens aéreas de alta resolução provenientes de VANTs de extensas áreas em curto espaço de tempo e com maior frequência, associado com o baixo custo do recobrimento em menor altura de voo, com melhor resolução espacial (FERREIRA; MARCACINI, 2017; TORRES; TOMMASELLI, 2018) são alguns dos aspectos relevantes que vem contribuindo para uso desta tecnologia em práticas florestais. De modo simultâneo, a aplicação de técnicas de geoestatística permite descrever a variabilidade espacial dos atributos de planta, favorecendo a construção de mapas de produtividade.

Avaliar atributos da fruta-pão a partir de técnicas de PDI e geoestatísticas seria é importante para promover a sustentabilidade na agricultura, fornecendo subsídio à tomada de decisão no manejo da cultura, atualmente carente no setor.

Assim, objetivou-se com este trabalho verificar a variabilidade espacial de *Artocarpus altilis* a partir de processamento digital de imagens de VANT.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O povoamento de fruta-pão foi instalado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA. (Figura 1). O clima da região segundo Köppen (1948) foi classificado como As (tropical com ocorrência de inverno chuvoso). O solo do povoamento foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso (SANTOS et al., 2018).

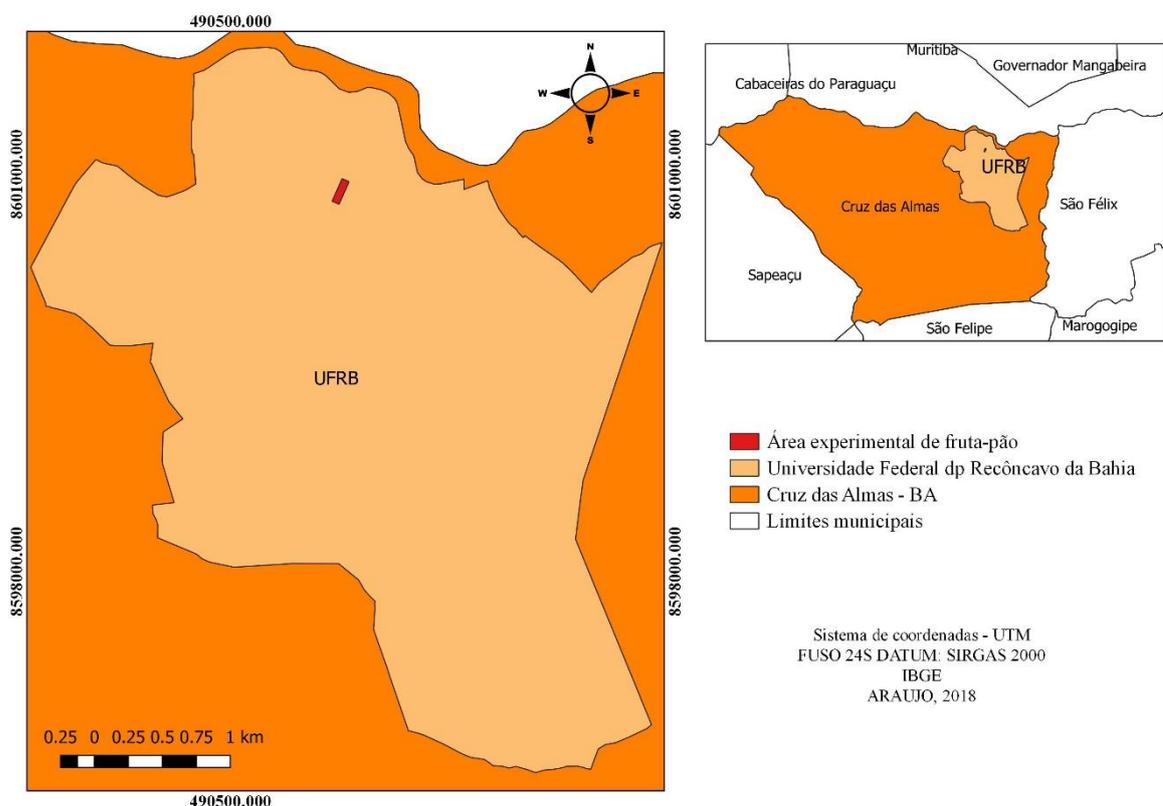


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na região da UFRB.

A área total do plantio foi de 10.368 m², sendo implantado em junho de 2012 com espaçamento 8x8 m. A avaliação da variabilidade espacial ocorreu em 70 plantas da variedade

apirena, provenientes de propagação vegetativa (50 obtidas por enxertia e 20 por fragmentos de raiz) e 28 da variedade seminífera, oriundas de reprodução sexuada.

O presente trabalho foi dividido em quatro etapas: aquisição das imagens, processamento digital de imagens (PDI), pós-processamento de imagens e análise geoestatística.

2.2. Aquisição das imagens

Para aquisição das imagens utilizou-se o VANT quadricóptero, modelo DJI Phantom 4 Pro com câmera RGB de 20 megapixel. A altura de voo foi de 55.2 metros com sobreposição lateral de 80% e recobrimento frontal de 80% metros, determinando conjunto de 43 imagens para cobrir a área, com resolução espacial de 1,39 cm/pixel, sendo o plano de voo obtido pelo aplicativo Drone Deploy.

O voo foi realizado em 02 de agosto de 2018, às 13:00 horas, horário ensolarado e com presença de poucas nuvens, favorecendo maior incidência da energia eletromagnética sobre o povoamento.

2.3. Processamento digital de imagens

O processamento das imagens se deu por meio do programa Agisoft PhotoScan que baseia-se no processamento *structure from motion*, que produz um conjunto de dados denso de nuvem de pontos, por intermédio deste método fotogramétrico foi possível criar o Modelo digital de elevação (MDE), o Modelo digital do terreno (MDT) e ortomosaico O MDT se difere do MDE por representar apenas o solo, eliminando vegetação e outros alvos. No estudo não foi adotado o método de correção geométrica das imagens a partir de pontos de controle. A figura 2 representa um fluxograma com os passos desse processamento.

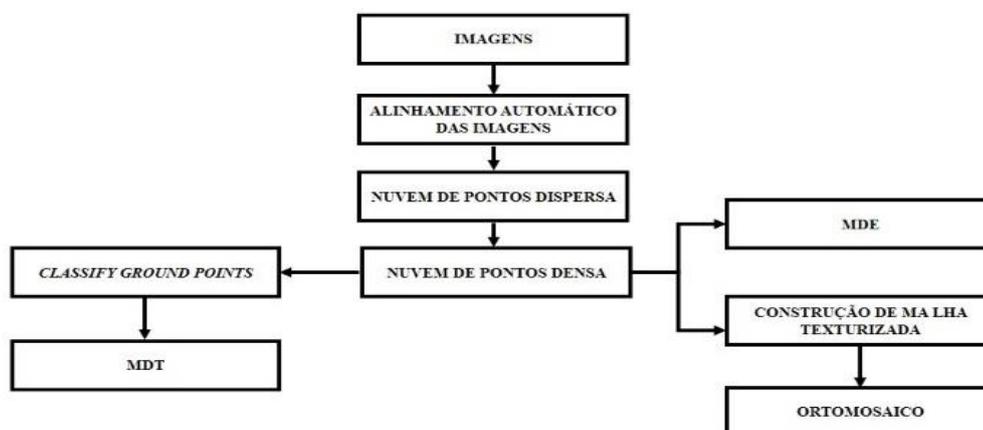


Figura 2. Fluxograma com etapas de processamento no Agisoft PhotoScan.

2.4. Pós-processamento das imagens

As árvores de fruta-pão foram identificados via fotointerpretação no ortomosaico e tiveram sua área de copa medida por meio da vetorização no programa de Sistema de Informação Geográfica. (SIG) QGIS 3.2.1, foi utilizada a ferramenta “Calculadora de campo” para obtenção da área de copa por planta. Com a subtração algébrica dos modelos (MDE - MDT), pela ferramenta calculadora *raster*, no programa QGIS 3.2.1, obteve-se o Modelo digital de alturas (MDA), no qual foi delimitada a área de estudo a partir de um de polígono cujas dimensões são 185x56 metros. A partir do polígono gerado foi criada uma grade regular de 8x8 metros. Essa grade e possibilitou a criação de centroides, que foram utilizados para locar o centro de cada árvore, em seguida expandiu os centroides aplicando a ferramenta *buffer* de dois metros de raio, extraindo os valores de máxima altura nas área da copa de cada árvore com a ferramenta “Estatísticas zonais”. Estas operações permitiram extrair a maior altura da árvore na área de cada buffer locado sobre o MDA aumentando a precisão. O fluxograma apresentado na Figura 3 ilustra os processos acima descritos.

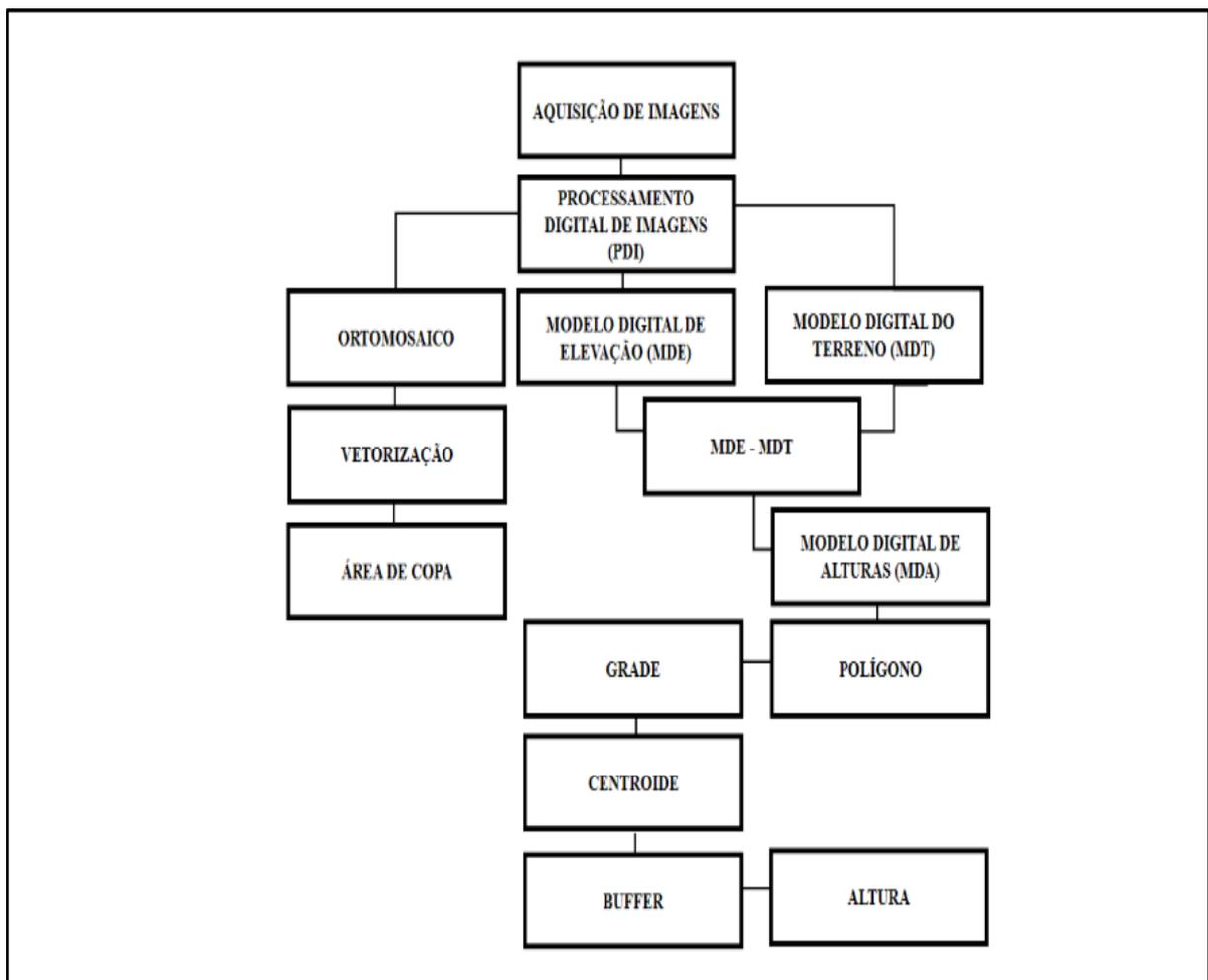


Figura 3. Fluxograma de pós-processamento da imagens.

A partir dos dados de altura de árvores medidas em campo no mesmo dia do voo por meio do hipsômetro a laser TruPulse 200B, com precisão de $\pm 0,2$ m, avaliou-se a precisão por meio da análise descritiva da altura, especialmente pelo cálculo da raiz do erro quadrático médio (RMSE), equação 1, conforme utilizado no trabalho de Ferreira et al. (2017). O RMSE foi avaliado a partir de seleção aleatória de 25 plantas do ortomosaico, o que equivale a 25% do experimento, obtendo o valor das alturas medidas em campo e através do MDA.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N (He - Hi)^2} \quad (Eq. 1)$$

em que: RMSE = erro quadrático médio (m); He = altura estimada através do MDA (m); e Hi = altura medida em campo (m).

2.5. Análise geoestatística

As mensurações de área de copa e altura foram avaliadas pela geoestatística a partir do programa GS+ versão 5.1.1. Com isso, elaborou-se o cálculo do semivariograma para analisar o grau de dependência espacial entre amostras experimentais, estimando valores para locais não amostrados, através da técnica de krigagem ordinária (NASCIMENTO et al., 2017; LANDIM, 2006; JUNG et al., 2006; ZHOU et al., 2007).

A escolha do melhor modelo dos semivariogramas foi realizada com base nos seguintes parâmetros: patamar (Co), efeito pepita (Co+C), alcance (Ao), coeficiente de determinação (R²) e índice de dependência espacial dos atributos (IDE), com os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para IDE < 25%, moderada para 25% < IDE < 75% e forte para IDE > 75% (FERREIRA et al., 2017; UMBELINO et al., 2018;).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O MDE variou de 144 a 159 m e o MDT variou de 144 a 148 m na área do povoamento de fruteira-pão (Figuras 3A e 3B). O ortomosaico do povoamento de fruta-pão (Figura 3C) com resolução *Ground Sample Distance* (GSD) de 1,39cm/pixel apresentou uma boa qualidade. O valor do GSD foi proveniente do Argisoft Photoscan. O GSD é uma representação do pixel da no terreno. Quanto menor for o GSD, maior será o nível de detalhamento da imagem, Os dados foram processados no Datum SIRGAS 2000 - sistema de projeção UTM, zona 24 S.

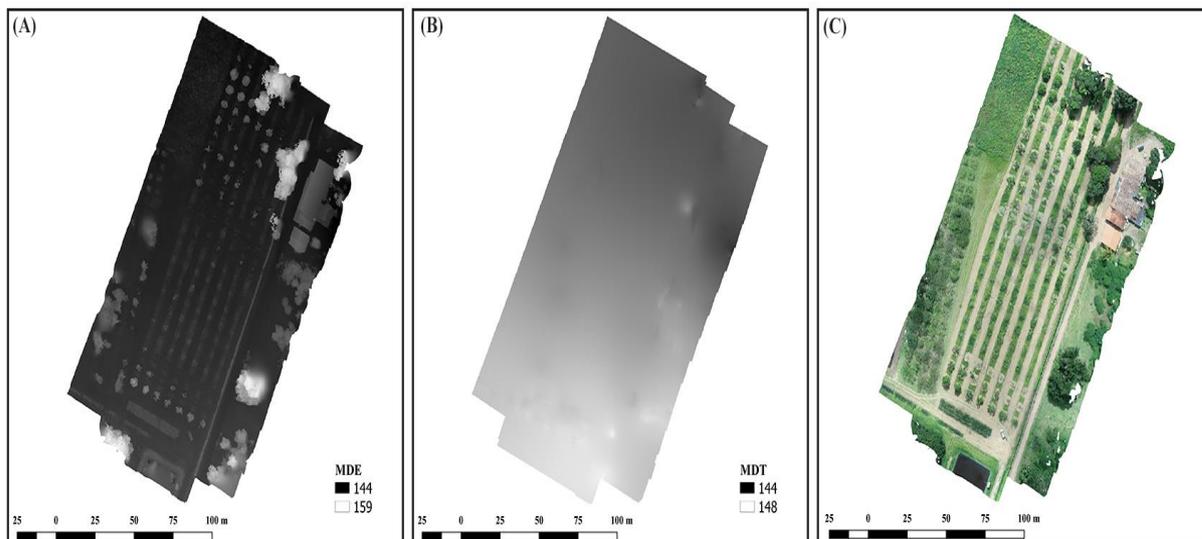


Figura 3. Modelo digital de elevação A, Modelo digital do terreno-B e Ortomosaico-C do povoamento de frutapão.

Realizou-se a comparação entre as alturas mensuradas em campo e as alturas extraídas do MDA. Não foi possível a derrubada das árvores para realização de cubagem rigorosa e obtenção das alturas, portanto a Tabela 1 apresenta uma comparação relativa entre os métodos de mensuração em campo e através dos MDA.

Tabela 1. Diferença entre as alturas medidas em campo e através do MDA.

Árvore	Altura (m)	
	Campo	MDA
1	5.10	5.60
2	4.10	3.90
3	5.10	4.90
4	4.40	4.80
5	2.10	2.60
6	3.40	3.90
7	2.80	3.40
8	4.70	4.80
9	3.80	3.70
10	3.60	4.10
11	5.50	4.70
12	4.60	4.80
13	3.50	4.10
14	3.30	3.00
15	5.50	4.90
16	4.10	4.50
17	3.90	3.50
18	3.90	3.70
19	3.00	2.80

20	3.00	3.10
21	4.50	4.40
22	4.70	4.50
23	3.90	4.50
24	4.00	4.40
25	4.00	4.00
Média	4.02	4.10
Máximo	5.50	5.60
Mínimo	2.10	2.60
Desvio padrão	0.84	0.75
Variância	0.71	0.56

Desta maneira, a diferença das médias das alturas obtidas no campo (média de 4,02m) e pelo MDA (4.10m) foi de 0,08m menor para a mensuração do VANT. Desta forma, a altura das árvores extraídas a partir dessa subtração, apresenta tendência de subestimativa, corroborando com o trabalho de Almeida et al. (2014).

O RMSE foi de 0,40m, representando 10% de erro médio em relação as médias observadas com o hipsômetro, valor positivo e próximo de zero, evidenciando qualidade dos valores medidos ou estimados (SANTOS et al.,2014).

Levando em consideração o RSME encontrado, a praticidade do método e a possibilidade de abrangência de 25% da área avaliada, a técnica de subtração do MDE e MDT pode ser utilizados com boa segurança na estimativa da altura das árvores de fruta-pão, apesar da subestimativa. De forma geral o resultado encontrado é bom, tendo $R^2 = 0,77$ (Figura 4) e valor de abrangência muito maior e em menor tempo que os de inventario de campo, onde a mensuração restringe a 10% das árvores (BINOTI et al, 2014).

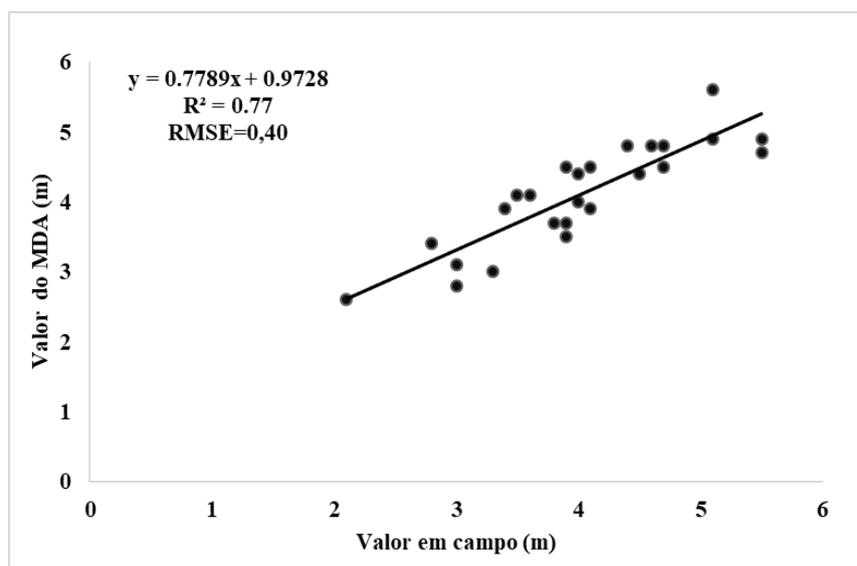


Figura 4. Gráfico de dispersão da diferença entre as alturas medidas em campo e através do MDA.

O resultado da álgebra subtração de mapas do MDE e MDT, o MDA, variou de 0 a 12m, e pode ser observado na figura 5A., apresentando as camadas vetoriais utilizadas para obtenção de valores da variável dendrométrica altura (ALT) e na figura 5B os indivíduos de fruta-pão identificados visualmente na imagem em ambiente SIG, onde foram vetorizadas as copas para extração dos valores da variável dendrométrica área de copa (AC).

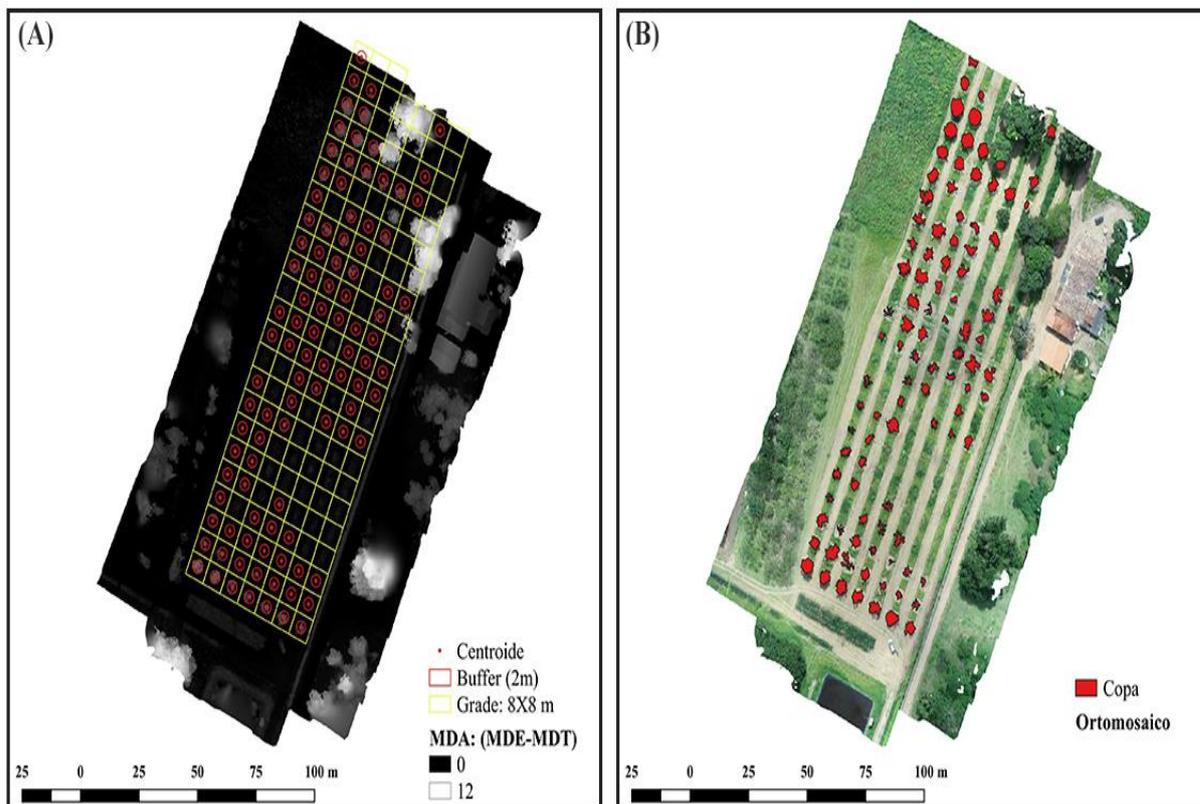


Figura 5. Mapa de subtração MDS e MDT do povoamento de fruta-pão - A e copas vetorizadas – B

Na análise geostatística, as estimativas dos parâmetros evidenciam que o modelo esférico e exponencial teve os melhores ajustes para a variável área de copa ($R^2 = 0,86$) e altura ($R^2 = 0,65$) (Tabela 1). A área de copa apresentou forte dependência espacial (78%) e a altura apresentou moderada dependência espacial (65%).

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados em função área de copa e altura do povoamento de fruta-pão.

Parâmetros	Modelo	Co	Co+C	Ao	IDE	R ²
Altura	Esférico	0,58	1,53	85,50	0,62	0,65
Área de copa	Exponencial	17,50	60,25	235,70	0,71	0,86

R²-Coeficiente de determinação; Co-Efeito pepita; Co+C – Patamar; Ao- Alcance; IDE - Índice de dependência espacial.

Na Tabela 1 os valores de alcance para altura (85,50) e área de copa (235,70) foram altos em relação ao espaçamento do experimento, fato que melhora a qualidade das estimativas

(KANGAE JUNIOR et al., 2007). A variável área de copa resultou em maior alcance, indicando maior continuidade espacial.

Os mapa de variabilidade espacial (Figura 6) das propriedades dendrométricas de *Artocarpus altilis* (ALT e AC) mostram que há uma relação definida entre a variabilidade entre as propriedades de *Artocarpus altilis* estudadas (ALT e AC) em função da forma de obtenção.

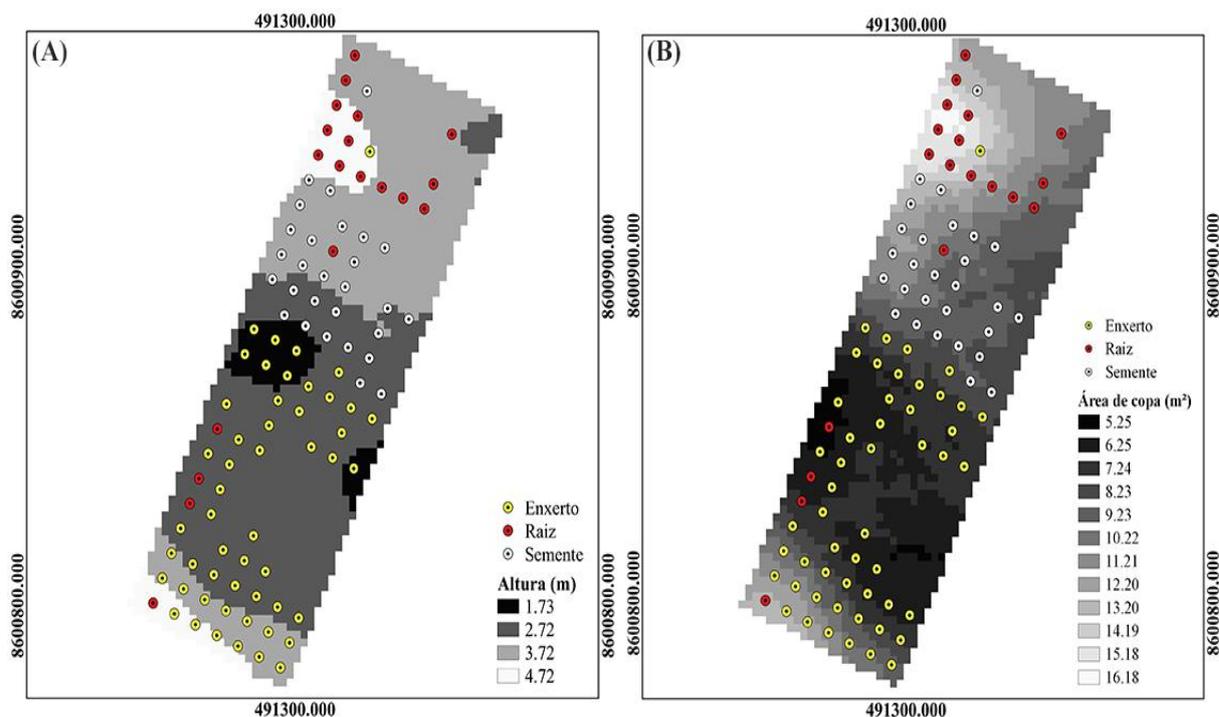


Figura 6. Distribuição espacial da altura e área de copa das plantas de fruta-pão.

Quando comparados os mapas da altura (ALT) e da área de copa (AC), verifica-se que há um padrão de similaridade dos valores do atributos. Nota-se que as plantas obtidas por raiz assumiram os maiores valores de altura e área de copa, seguido das plantas obtidas por sementes e enxertia. Com relação as médias dos dados brutos de ALT extraídos do MDA e AC obtidos por meio de vetorização apresentados na Tabela 2. O valores médios para o atributo altura da (ALT) para plantas oriundas de sementes, enxertia e raiz, respectivamente foram 2,99 m, 2,67 m e 3,78 m, as plantas oriundas de sementes, enxertia e raiz revela valores de área de copa (AC) de 10,45m², 8,04m² e 13,09m², respectivas

Tabela 2. Médias de dados dendrométricos do povoamento de fruta-pão, para plantas obtidas por sementes, enxertia e raiz.

Medidas	Plantas de sementes	Plantas enxertadas	Plantas de raiz
Área de copa (m ²)	10.45	8.04	13.09
Altura (m)	2.99	2.67	3.78

4. CONCLUSÕES

O uso de VANT permitiu determinar a altura das plantas de fruta pão a partir das imagens de boa qualidade do MDE e MDT. Já o ortomosaico permitiu avaliar as áreas de copa.

O povoamento apresentou dependência espacial considerando formas de propagação. As características dendrométricas da fruta-pão apresentaram moderada e forte dependência espacial para a altura e área de copa, respectivamente.

As plantas propagadas por raiz apresentou o melhor resultado no crescimento em altura e área de copa.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. Q.; MELLO, A. A.; DÓRIA NETO, A. L.; FERRAZ, R. C. Relações empíricas entre características dendrométricas da Caatinga brasileira e dados TM Landsat 5. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 4, p.306- 315, 2014.

BINOTI, D. H. B.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G. Redução dos custos em inventário de povoamentos equiâneos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, p.125-129, 2014.

CAVALCANTE, P. *Frutas comestíveis da Amazônia*. 5.ed. Belém: CEJUP, 279p. 1991.

FERREIRA, F.A.C.; LEITE, E.S.; FREITAS, L.C.; VIRGENS, A.P. Potencial de krigagem em modelos digitais de elevação para o planejamento da colheita florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*. v. 37, n. 92, p. 579-586, 2017.

FERREIRA, R. M. e MARCACINI, R. M. Avaliação de Classificadores para Segmentação de Imagens: Aplicações para Inventário Florestal de Eucalipto. Cornell University, arXiv: 1703.09436v1 [cs.CV] 28 Mar 2017.

HSU, C.; SHYU, M.; LIN, J.; YEN, G.; FANG, S. Cytotoxic effects of geranyl flavonoid derivatives from the fruit of *Artocarpus communis* in SK-Hep-1 human hepatocellular carcinoma cells. *Food Chemistry*, v. 127, n. 1, p. 127-134, 2011.

JUNG, K.; STELZENMÜLLER, V.; ZAUKE, G.P. Spatial distribution of heavy metal concentrations and biomass indices in *Cerastodermaedule* Linnaeus (1758) from the German Wadden Sea: an integrated biomonitoring approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 338, p. 81-95, 2006.

KANEGAE JUNIOR, H.; MELLO, J. M. de; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de. Avaliação da continuidade espacial de características dendrométricas em diferentes idades de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. *Revista Árvore*, v. 31, n. 5, p. 859-866, 2007.

KÖPPEN, W. Climatologia: conunestudio de los climas de latierra. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948, 479p.

LANDIM, P.M.B. Sobre geoestatística e mapas. Terra e Didática, v. 2, n. 1, p. 19-33, 2006.

LIMA, J. S.S.; SOUZA, G. S.; SILVA, S. A. amostragem e variabilidade espacial de atributos químicos do solo em área de vegetação natural em regeneração. RevistaÁrvore, v. 34, n. 1, p. 127-136, 2010.

MA, H.; PAN, Z.; LI, B.; ATUNGULU, G.G.; OLSON, D.A.; WALL, M.M.; MCHUGH, T.H. Properties of extruded expandable breadfruit products. LWT - Food Science and Technology, v. 46, p. 326-334, 2012.

MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S.; BATISTA, J. L. F.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J.; KANEGAE JUNIOR, H. Uso do estimador geoestatístico para predição volumétrica por talhão. Floresta, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 251-260, 2006.

NASCIMENTO, J.M.; SCHUEROFF, P. R.; SILVA, F. M.; SILVA, F. M.; SECRETTI, M. L.; SILVA, P. M. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em um latossolo vermelho distrófico. A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias Produção/construção e tecnologia, v. 6, n. 10, 2017.

OLIVEIRA, L. T. et al. Determinação do volume de madeira em povoamento de eucalipto por escâner a laser aerotransportado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, p. 692- 700, 2014.

OLIVEIRA, Raquel Alves de; TOMMASELLI, Antônio Maria Garcia. Avaliação de uma técnica para geração de modelos digitais de superfície utilizando múltiplas imagens. Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba, v. 20, n. 2, p. 257-278, 2014.

PELLISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A. Propostas de mapeamentos da capacidade produtiva de sítios florestais por meio de análises geoestatística. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, p.601-608, 2015.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. P.; MONTANARI, R.; SILVA, J. M.; SIQUEIRA, G. M.; ZAMBIANCO, E. C. Variabilidade espacial de propriedades dendrométricas do eucalipto e de atributos físicos de um Latossolo Vermelho. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.439–446, 2011.

RUZA, M. S.; CORTE, A. P. D.; HENTZ, Â. M. K.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, C. A.; SCHOENINGER, E. R. Inventário de Sobrevivência de povoamento de Eucalyptus com uso de Redes Neurais Artificiais em Fotografias obtidas por VANTs. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.1, p.83-88, 2017.

SACRAMENTO, C. K.; LEITE, J. B. V. ; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. Fruta-pão. In: SANTOS-SEREJO, J.A.; DANTAS, J.L.L.; SAMPAIO, C.V.; COELHO, Y.S. (Org.). Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas. Cruz das Almas: Embrapa, 2009. p.187-200.

SANTOS W. O.; SILVA, K. B. DA; COELHO, D. DA. C. L.; SILVA, K. M. P.; SOBRINHO, J. E.; SILVA, P. C. M. DA; BATISTA, R. O. Variabilidade espacial e temporal das precipitações para a Microrregião de Pau dos Ferros – RN. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.07, n.03, 434-441, 2014.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. revista. e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 278 p.

SOARES, E. F.; SILVA A. C.; QUEIROZ, A. E. S. F.; GOMES, J. E. G.; HERCULANO, P. N.; MOREIRA, K. A. Potencial do latex da fruta pão (*Artocarpus altilis*) como agente coagulante do leite. *Ciência Rural*, v.45, n.1, p.149-154, 2015.

SOUZA, C.T.; SOARES, S.A.R; QUEIROZ, A.F.S; SANTOS, A.M.P.; FERREIRA, S.L.C. Determination and evaluation of the mineral composition of breadfruit (*Artocarpus altilis*) using multivariate analysis technique. *Micro chemical Journal*, v. 128 p. 84–88, 2016.

TORRES, F.M.; TOMMASELLI, A.M.G. A lightweight UAV-based laser scanning system for forest application. Bol. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 24, n. 3, p. 318-334, 2018.

UMBELINO, A. S.; OLIVEIRA, D. G.; MARTINS, M. P. O.; REIS, E. F. Definições de zona de manejo para soja de alta produtividade. Revista de Ciências Agrárias, v. 41, n. 3, p. 91-100,2018.

ZHOU, F.; GUO, H.; HÃO, Z. Spatial distribution of heavy metals in Hong Kong's marine sediments and their human impacts: a GIS-based chemometric approach. Marine Pollution Bulletin, v. 54, p. 1371-1384, 2007.