

USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PARA ESPACIALIZAÇÃO E MAPEAMENTO DE CULTIVARES EXPERIMENTAIS DE EUCALIPTO DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS/UFAL.

Christopher H. Scheibel^{1*}, Gabriel P. Marangon², Vania A. de Sá³, Jhonatan G. dos Santos⁴, Letícia S. Pereira⁵

1. Aluno do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. BR 104 Norte KM 85, s/n, Mata do Rolo, Rio Largo, AL, CEP 57100-000, e-mail: chsa889a@gmail.com.
2. Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. BR 104 Norte KM 85, s/n, Mata do Rolo, Rio Largo, AL, CEP 57100-000, e-mail: gabriel.marangon@ceca.ufal.br / Orientador
3. Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. BR 104 Norte KM 85, s/n, Mata do Rolo, Rio Largo, AL, CEP 57100-000.
4. Professor Assistente do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. BR 104 Norte KM 85, s/n, Mata do Rolo, Rio Largo, AL, CEP 57100-000.
5. Aluno do curso de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. BR 104 Norte KM 85, s/n, Mata do Rolo, Rio Largo, AL, CEP 57100-000.

Resumo:

Objetivou-se a realização de um levantamento aéreo em área experimental com clones de eucalipto e a espacialização de seus tratamentos localizados no Centro de Ciências Agrárias da UFAL por meio de um VANT. Para o estudo contou-se com o auxílio de geotecnologias, como posicionamento por satélites, processamento de imagens e sensoriamento remoto para geração de modelos digitais de superfícies. Avaliando-se a área experimental de clones de eucalipto, para a observação do grau de sobrevivência, falhas de plantio, ataque de pragas e desenvolvimento da área percebeu-se que ocorreu uma mortalidade de 103 indivíduos na área total do experimento, sendo 35 mortes na área útil do experimento. Outro aspecto relevante foi uma maior celeridade no nível de obtenção de informações preliminares em plantios florestais com o uso de tecnologia VANT, permitindo uma diminuição da necessidade de pessoal em campo, avaliações em tempo quase real, com resultados consistentes e de baixo custo.

Palavras-chave: Drone; *Eucalyptus* spp.; Sensoriamento Remoto.

Apoio financeiro: FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas.

Introdução:

Aeronaves remotamente pilotadas também conhecidas como drone, advindo do idioma inglês, cujo significado é "zangão" na tradução literal para a língua portuguesa. No Brasil, conhecidos e chamados de VANTs e RPA (Aeronave Remotamente Pilotada) diante a nova lei de regulamentação em 2017. Sendo como objetivos militares, os drones se popularizaram no final da primeira década do século XXI. No Brasil, o investimento na tecnologia dos drones ganhou força a partir dos anos 2000, e pesquisas científicas realizadas por meio desta ferramenta tecnológica ainda se encontram incipientes no Nordeste e principalmente no estado de Alagoas. A redução do tamanho dos sensores aliada ao avanço tecnológico possibilitou a construção dos VANTs compactos e leves com facilidades de transporte e deslocamento aos locais desejados (LUZ, 2015).

A possibilidade de extrair informações espaciais com sensores embarcados (câmera fotográfica digital) e equipamentos (receptores GNSS – Global Navigation Satellite System) se torna a principal característica do sistema que integra o veículo aéreo não tripulado. Utilizados para sobrevoos abaixo das nuvens (ideal para áreas úmidas) permite a ocorrência de maior resolução espacial e temporal a custos acessíveis.

Diante da atual representatividade e predomínio sobre outras culturas florestais no Brasil, a eucaliptocultura surge como alternativa para plantios em áreas de encostas da zona da mata de Alagoas onde o corte mecanizado da cana torna-se inviável. O estado de Alagoas apresenta características edafoclimáticas condizentes com as exigências da cultura, mas as pesquisas relacionadas ao melhoramento, crescimento, produção florestal e qualidade tecnológica de espécies do gênero *Eucalyptus* para o estado ainda estão incipientes e devem ser desenvolvidas. Sendo assim, as novas tecnologias surgem como uma ferramenta de suporte para obtenção de informações e extração de variáveis de interesse sobre a referida espécie. A possibilidade de construir modelos digitais de elevação eficazes na avaliação e monitoramento de experimentos agrícolas e florestais se tornam mais viáveis e menos morosos pelo uso da tecnologia VANT se comparados aos métodos tradicionais aerofotogramétricos?

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento aéreo de uma área experimental com clones de eucalipto e a espacialização de seus tratamentos localizados no Centro de Ciências Agrárias por meio de um VANT, embarcado com uma câmera digital não métrica.

Metodologia:

As imagens foram obtidas no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas que possui uma extensão de aproximadamente 150 hectares, situado no município de Rio Largo - AL (9° 29' 45" S, 35° 49' 54" O e altitude de 127m). O clima da região, pela classificação climática de Köppen, é "As", ou seja, tropical chuvoso, com verão seco e inverno chuvoso (CRUZ et al., 2008) com temperatura média anual de 25,3° C e precipitação de 1441mm. O solo do local é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Argissólico, de

textura média/argilosa e declividade inferior a 2% (ALMEIDA et al., 2008).

O Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) utilizado no estudo foi um veículo de asa fixa, equipado com piloto automático (Pixhawk v2.4.5), motor elétrico de 790kv, *payload* médio de 800 g, alcance de rádio de até 1Km e bateria de lítio com 3 células, possuindo autonomia de voo de 12-20 minutos dependentes de condições climáticas, embarcado com uma câmera digital convencional (não métrica e não calibrada) –Sony DSC-3000 10,1 Mp e distancia focal de 16mm.

As etapas para a obtenção de imagens se iniciaram com o estudo preliminar da área a ser imageada, revisão do VANT e configuração da câmera, seguida da elaboração do plano de voo pelo software *Mission Planner*, a obtenção dos dados (imagens), tomados a 120m de altitude por meio do VANT, processamento das imagens pelo software *Agisoft PhotoScan* Professional Edition Version 1.3.5 com licença trial de 30 dias utilizando-se da análise das imagens e controle de qualidade.

A implantação da área experimental foi realizada em 24/08/2017 consistindo em subsolagem por meio de trator de pneus para o preparo de solo com distanciamento de 3 metros entre linha. Este experimento subsidiará inferências às relações de crescimento e propriedades tecnológicas da madeira das árvores ao longo do tempo de acordo com os diferentes materiais genéticos empregados (VE 41, I 144, TP 361 e VCC 865) todos referentes à clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*, testados em diferentes espaçamentos (3 x 2, 3 x 3 e 3 x 4) e em diferentes níveis de adubação de base (NPK, UHF e Eucafós). Foram utilizadas um total de 2.058 mudas distribuídas em dois experimentos, que abrangem um total 45 unidades amostrais.

O experimento 1 obedeceu ao delineamento estatístico inteiramente casualizado em arranjo fatorial de 3X2, sendo os fatores espaçamento (3 x 2, 3 x 3 e 3 x 4) e clones (VE 41 e I 144), respectivamente, com 3 repetições, aplicando-se adubação de NPK (06-30-10) por tratamento, totalizando 18 unidades amostrais a serem analisadas. Cada unidade amostral contabilizou 25 árvores mensuráveis para análise, desconsiderando-se as bordaduras.

O experimento 2 também obedeceu ao delineamento estatístico inteiramente casualizado, disposto em arranjo fatorial de 3X3, sendo os fatores clones ((VE 41, I 144 e TP 361, e níveis de adubação, NPK (06-30-10), NPK (06-30-10) +UHF e o Eucafós (N=4, P=20, K=05), com 3 repetições por tratamento num total de 27 unidades amostrais a serem analisadas. Considerou-se também para este ensaio as 25 árvores mensuráveis para análise, desconsiderando-se as bordaduras.

Resultados e Discussão:

As informações captadas pelo VANT permitiram o desenvolvimento de um modelo digital de elevação referente à área experimental de aproximadamente 2,18 hectares e perímetro de 588 metros (Figura 1). Foram obtidas 28 imagens RGB em um único voo, sendo destas apenas 20 (obtidas em janeiro de 2018), com uma resolução aproximada de 3.68 cm por pixel. Foram geradas por meio do software *Agisoft PhotoScan*, as representações dos dados da pesquisa como o modelo digital da área imageada, sobreposição das imagens, localização da câmera no momento da tomada da imagem e modelo de elevação, que seguem no esquema da Figura 1.

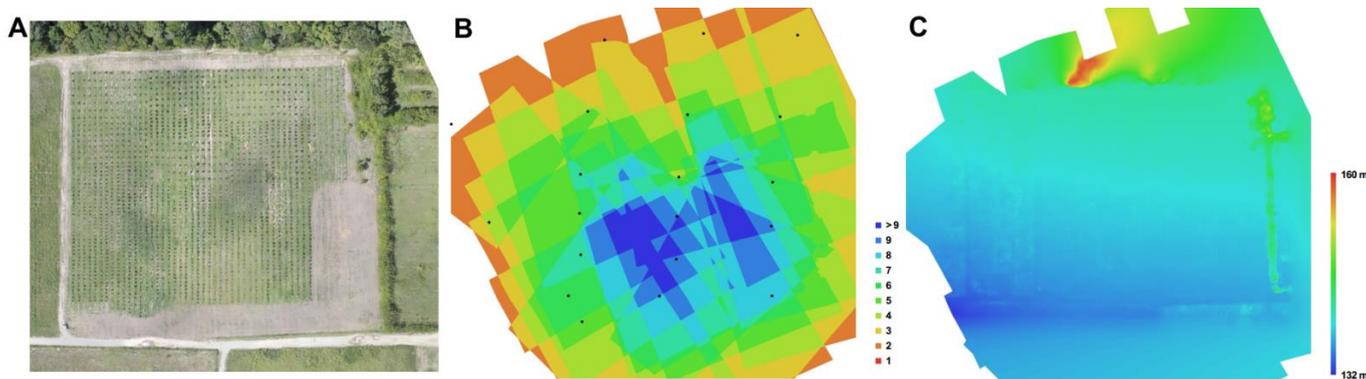


Figura 1- Esquema representativo do processamento das imagens coletadas no Centro de Ciências Agrárias/UFAL por um VANT embarcado com uma câmera digital não métrica pelo software *Agisoft PhotoScan* em que: **A** representa o modelo digital, **B** o mapa de sobreposição das imagens e **C** o mapa de elevação.

Para se chegar ao mosaico (Figura 1A), inicialmente alinham-se as imagens tomadas pelo VANT, processo realizado automaticamente pelo software *Agisoft PhotoScan*, sequencialmente constrói-se a nuvem densa de pontos, o modelo e sua textura. No mapa de sobreposição das imagens, coletadas pela câmera embarcada no VANT, com sobreposições longitudinal e lateral de 70 e 50%, respectivamente (Figura 1B), nota-se uma diminuição do nível de sobreposição do centro para as bordas, fato este indicativo para que a localização do objeto de estudo, esteja mais próximo do centro da área a ser imageada no momento do planejamento e, por conseguinte no mosaico.

Por fim, tem-se a possibilidade da extração desta ortofoto gerada em alguns formatos, como JPEG, PNG, TIFF, porém, para a utilização da mesma em formato geográfico é necessário a aquisição de pontos homólogos no mapa, neste caso foram retirados pontos de coordenadas através do próprio Google Earth, pela falta de equipamento apropriado no momento da coleta de dados, foram utilizados pontos como cruzamento e

entroncamento de estradas. No pós-processamento, o modelo gerado foi extraído em formato KMZ e alocado no Google Earth Pro, como demonstrado na Figura 2B. Percebe-se visualmente a maior precisão no levantamento realizado pelo VANT do que pelas imagens cedidas pelo Google, menos precisas e sujeitas as condições de nebulosidade, condição que é indiferente no mapeamento por VANTs, como resolução temporal e espacial assim como a nitidez na ortofoto, pois estes voam em altitudes menores, não sofrendo problemas como refração, reflexão e difusão atmosférica e em relação a distância do objeto alvo da mesma forma que os satélites geo-orbitais sofrem, garantido assim maior precisão, otimização e celeridade no nível de obtenção de informações geoespaciais.

O modelo exportado em formato TIFF, foi ainda processado no *software* QGIS (Figura 2A, 2B e 2C), permitindo-se assim, se fazer uma série de inferências relacionadas ao monitoramento de áreas agrícolas e florestais. Desta forma os VANTs viabilizam ainda outras aplicabilidades, aja vista, a possibilidade de embarque com sensores infravermelho e multiespectrais que ampliam os resultados. Além de um banco de dados que fornecerão distintos processamentos nos aspectos agrícola e florestal de precisão, ainda se viabiliza junto ao uso desta tecnologia a atualização das bases cartográficas de áreas de interesse a baixo custo com vistas à tomada de decisões técnicas.



Figura 2- Localização da área imageada no município de Rio Largo-AL, do estado de Alagoas (A), área metropolitana intermunicipal Maceió - Rio Largo ampliada (B) e da ortofoto alocada em formato KMZ do Google Earth Pro localizando a área do experimento no Centro de ciências agrárias (C).

Na Figura 3 pode-se observar em um primeiro momento (Figura 3A) a espacialização dos dois experimentos e seus respectivos blocos que são compreendidos por tratamentos referentes aos diferentes espaçamentos e clones VE41 e I144 (experimento 1). Por conseguinte, no experimento 2 (teste de adubação), foram utilizados 3 clones (VE41, I144 e TP361). Observando-se a Figura 3B, percebe-se a espacialização de cada tratamento com o respectivo clone implantado, que leva em consideração 25 árvores que serão mensuradas ao longo do tempo, sendo descontadas as árvores da bordadura para cada tratamento. Até o presente momento pode-se, por meio das imagens obtidas, visualizar o grau de falhas por linha de plantio, mortalidade individual e alinhamento de plantio para cada tratamento.

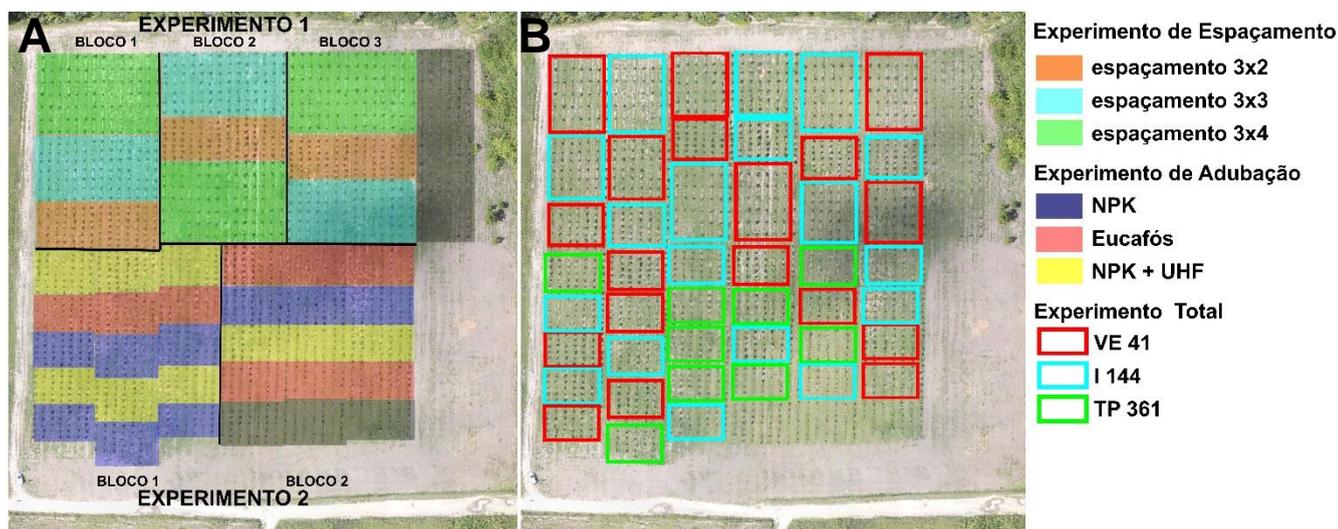


Figura 3- Espacialização do experimento e seus respectivos tratamentos diferenciados em A – experimento 1 – bloco 1, 2 e 3, dois tipos de clone e três diferentes espaçamentos; experimento 2 – bloco 1 e 2, três tipos de clone e três diferentes níveis de adubação e B – espacialização dos tratamentos por clone (VE 41, I 144 e TP 361) referentes aos dois experimentos, localizados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Em relação à mortalidade (Tabela 1) é possível observar, por indivíduo, tanto na parte de bordadura do experimento quanto na área útil de cada tratamento esta ocorrência, porém, nesta última em menor grau. No experimento 1 referente aos espaçamentos, nos blocos 1, 2 e 3 o clone I144 apresentou cinco mortes no espaçamento 3x4, duas mortes no espaçamento 3x3 e uma morte no espaçamento 3x2, totalizando oito mortes (1,81% do total de mudas utilizadas/clone) nas áreas correspondentes às unidades amostrais. O clone VE41,

ainda em relação ao mesmo experimento, blocos 1, 2 e 3 foi constatado duas mortes no espaçamento 3x3, duas mortes no espaçamento 3x2, e uma morte no espaçamento 3x4, totalizando 5 mortes (1,13% do total de mudas utilizadas/clone) nas unidades amostrais.

No experimento 2 de adubação, bloco 1 e 2, foi observado a morte de 22 indivíduos (1,87% do total de mudas utilizadas), havendo uma concentração maior de mortes no lado sul de toda área do experimento onde não existe a presença de quebra vento biológico e de plantas tipo arbóreas adultas, o que poderia aumentar a temperatura em até 0,5°C e aumentar a velocidade da evaporação foliar devido ao vento constante no local (difusão molecular e difusão turbulenta). Já na área não útil do experimento total na parte de bordadura externa, foi constatada a morte de 32 indivíduos, sendo o número maior de mortes no lado sul corroborando com as informações já mencionadas, e um total de 68 mortes de indivíduos fora da área útil do experimento (bordadura e parte interna do experimento).

Tabela 1- Avaliação da mortalidade realizada por imagens de drone nos experimentos 1 e 2 expressa por clones de eucalipto aos 6 meses de idade e seus respectivos tratamentos de espaçamento e adubação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Experimento 1	Número de mudas	Mortalidade/espaçamento			Mortalidade Total/clone (%)
		3 x 2	3 x 3	3 x 4	
Clone VE 41	441	2	2	1	5 (1,1%)
Clone I 144	441	1	2	5	8 (1,8%)
Total/tratamento (%)	882/294	3 (2,0%)	4 (2,7%)	6 (4,1%)	13 (1,5%)

Experimento 2	Número de mudas	Mortalidade/adubação			Mortalidade Total/clone (%)
		NPK	Eucafós	NPK + UHF	
Clone VE 41	392	1	3	1	5 (1,3%)
Clone I 144	392	3	2	2	7 (1,8%)
CloneTP 361	392	7	2	1	10 (2,2%)
Total/tratamento (%)	1176/399	11 (2,9%)	7 (1,7%)	4 (1,00%)	22 (1,9%)

Para os experimentos 1 e 2 foi detectado uma taxa de mortalidade de 1,47 e 1,87%, respectivamente. No experimento 1 foi observado uma maior mortalidade no espaçamento 3 x 4 (4,1%). Para o experimento 2, notou-se uma maior mortalidade para a adubação de NPK (2,9%). Todos os tratamentos obtiveram taxa de mortalidade inferior a 10%, não trazendo grandes prejuízos à produtividade do plantioflorestal, desde que as falhas não se encontrem juntas, formando reboleiras (SILVA; ANGELI 2006). Sabendo-se da importância do grau de desenvolvimento da copa dos indivíduos jovens do gênero *Eucalyptus*, pode-se observar na Figura 1. A, avaliações no grau de desenvolvimento em relação a área foliar de cada planta, sendo possível separar facilmente das demais vegetações em campo pelo fato das mesmas possuírem uma coloração verde de tonalidade mais escura em suas folhas. Diante das imagens obtidas por meio dos VANTs, torna-se possível também obter uma melhor análise e identificação mediante a reflectância de diferentes culturas, sejam estas agrícolas ou florestais, florestais naturais e até mesmo de plantas espontâneas, permitindo-se assim uma diferenciação de uso e ocupação do solo.

Conclusões:

Percebe-se com o uso desta tecnologia uma maior celeridade no nível de obtenção de informações preliminares em plantios florestais, sejam estas em níveis experimentais, como no presente estudo, ou também em níveis comerciais que, de uma forma geral, são representados por florestas extensas. Assim, ocorre uma diminuição do tempo de execução necessário para medições e inventários de campo, conseqüentemente, reduz-se a necessidade de pessoal, permitindo-se avaliações em tempo quase real com resultados consistentes e de baixo custo.

Referências bibliográficas:

Almeida, A. C. S; Souza, J. L; Teodoro, I; Barbosa, G. V. S; Filho, G. M; Júnior, R. A. F. **Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas**. Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.

Agisoft. Photo Scan User Manual: Professional Edition, Version 1.0.0. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/9fAAo8>> Acesso em: 24 jan 2016.

Cruz, S. C. S; Pereira, F. R. de S; Santos, J. R; Albuquerque, A. de W; Pereira, R. G. **Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n.1, p. 62-68, 2008.

Luz, C. C. Da. **Avaliação da exatidão absoluta de ortofoto obtida por meio de dados brutos oriundos de veículos aéreos não tripulados (sisvant)**. Curitiba: Setor de Ciências da terra, Universidade Federal do Paraná, 2015. 118f. Dissertação de Mestrado.

SILVA, P. H. M.; ANGELI, A. **Implantação e manejo de florestas comerciais**. IPEF – Documentos florestais n. 18. Mai. 2006.