



JÚLIA MARIA RESENDE BACHAREL

**SOBREVIVÊNCIA DE PLANTIOS MECANIZADOS DE
EUCALIPTO UTILIZANDO IMAGENS
ORTOMOSAICADAS DE DRONE**

LAVRAS – MG

2022

JÚLIA MARIA RESENDE BACHAREL

**SOBREVIVÊNCIA DE PLANTIOS MECANIZADOS DE EUCALIPTO
UTILIZANDO IMAGENS ORTOMOSAICADAS DE DRONE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso
de Engenharia Florestal, para obtenção do
título de Bacharel.

Prof. Dr. Fausto Weimar Acerbi Júnior

Orientador

Vicente Simões Sales Dias

Coorientador

LAVRAS - MG

2022

JÚLIA MARIA RESENDE BACHAREL

**SOBREVIVÊNCIA DE PLANTIOS MECANIZADOS DE EUCALIPTO
UTILIZANDO IMAGENS ORTOMOSAICADAS DE DRONE**

**SURVIVAL OF MECHANIZED PLANTING OF EUCALYPTUS USING
ORTHOMOSAIC IMAGES OF DRONE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso
de Engenharia Florestal, para obtenção do
título de Bacharel.

APROVADA em 09 de setembro de 2022.

Dr. Fausto Weimar Acerbi Júnior – UFLA

Vicente Simões Sales Dias – CENIBRA

Me. Mônica Canaan Carvalho – UFLA

Prof. Dr. Fausto Weimar Acerbi Júnior

Orientador

Vicente Simões Sales Dias

Coorientador

LAVRAS - MG

2022

A minha mãe Cida, de quem herdei tanta brandura e perseverança.

Ao meu pai Orlando, meu maior exemplo de humildade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ser minha fonte inesgotável de amor e forças e por sempre me ter reservado as melhores oportunidades, concedendo-me sabedoria para aproveitá-las e coragem para suportar eventuais dificuldades.

Aos meus pais, Cida Resende e Orlando Bacharel, por terem tanto me inspirado durante a escolha do meu curso, acreditado em mim em todas as ocasiões e, principalmente, me ensinado o quão engrandecedora é a força do trabalho e o valor da honestidade. Vocês foram, são e sempre serão os maiores orgulhos que carrego comigo.

À Universidade Federal de Lavras, por ter sustentado durante estes cinco anos o sonho de conclusão da graduação de uma menina de origem humilde vinda do interior em uma universidade renomada do país.

À empresa CENIBRA, em especial à equipe do DEPLA-P, pela oportunidade de realização do estágio e por todos aprendizados repassados. À empresa Hexagon, por ter cedido informações necessárias ao desenvolvimento do projeto.

Ao meu orientador Prof. Fausto, por toda confiança depositada em mim, muitas vezes maior até que minha própria confiança, além da paciência e didática tão inspiradora.

Ao meu Coorientador Vicente, por ter sido um grande mentor para mim, sempre me aconselhando e me fazendo enxergar além do meu campo de visão, e também por ter me suportado com tanto amor e afeto juntamente com sua família. Obrigada por todos ensinamentos e pelos puxões de orelha que tanto favoreceram minha evolução.

Aos meus amados amigos do curso de Engenharia Florestal na UFLA, Raphaelly, Aline, Natália, Gustavo, Pedro, Iully e Grazielly, e também às minhas companheiras de estágio, Larissa e Gabriela. Agradeço a vocês por todos os momentos de estudo e descontração e pelas risadas que demos. Estaremos sempre juntos, ainda que meramente em pensamentos ou vibrações.

Por fim, agradeço a todos os professores e professoras que tive ao longo da vida, desde as fases iniciais da aprendizagem até este momento, por terem construído juntos o alicerce que hoje sustenta minhas conquistas profissionais.

A todos, meu muito obrigada!

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.

Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

(Walter S. Landor)

RESUMO

No Brasil, o setor de florestas plantadas ocupa posição de destaque na economia nacional e, neste contexto, a utilização de recursos cada vez mais tecnológicos nos processos florestais torna-se altamente relevante. A avaliação da sobrevivência de áreas recém-plantadas, importante atividade executada por grande parte das empresas florestais como parte do processo de controle de qualidade, tem sido objeto de diversos estudos no tocante à utilização de imagens obtidas por VANT (Veículos Aéreos Não Tripulados) e drones como alternativa à avaliação tradicional realizada em campo. Diante disso, este trabalho teve como objetivo a quantificação da sobrevivência de plantios mecanizados de eucalipto a partir de imagens ortomosaicadas de drone. Para isso, foi realizado o voo em dois talhões de um dos projetos da CENIBRA, localizado no município de Santana do Paraíso, Minas Gerais, tendo o processamento das imagens sido realizado pelo software Agisoft Metashape. Para a análise da sobrevivência, foi feita no software ArcGIS a contabilização manual dos pontos onde localizam-se as mudas e comparação destes com as coordenadas de cada muda no momento do plantio, solicitadas à empresa Hexagon. Os resultados de sobrevivência encontrados, conforme resultado desejado pela empresa, não se mostraram satisfatórios, tendo em vista principalmente o fato da utilização da plantadora mecanizada usada no plantio ainda para fins experimentais. Porém, observou-se qualidade satisfatória das imagens ortomosaicadas, corroborando a potencialidade da avaliação de sobrevivência de plantios de forma remota como uma alternativa à tradicional realizada em campo.

Palavras-chave: Controle de qualidade. Sobrevivência de plantios. Imagens aéreas. Drone.

ABSTRACT

In Brazil, the planted forestry sector occupies a special place in the national economy, and in this context, the use of technological resources is increasing day by day and is a very relevant issue. The evaluation of recent planted areas and the importance of quality control activities performed in these areas by large companies has been the subject of many studies using images obtained by the VANT (Non tripulated air vehicles) and drones in the alternative to the traditional evaluation carried out in the field. Therefore, the work aimed at the quantification of survival of mechanical planted eucalyptus using orthomosaic images of drones. It was used in the aerial method in two batches of one of CENIBRA's projects, located in Santana do Paraíso, Minas Gerais, processing images using the software Agisoft Metashape. For the planting survival analysis, the ArcGIS software was manually counting the points where the seedlings are located and compared them with the coordinates of each seedling at the time of planting, requested from Hexagon company. The survival results found, as desired by the company, were not satisfactory especially in view of the fact of the use of the mechanized planter used for experimental purposes. However, satisfactory quality of orthomosaic images was observed, corroborating the potential of the evaluation of survival of plantations remotely as an alternative to the traditional one performed in the field.

Key-words: Quality control. Planting survival. Aerial images. Drone

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Projeto Ipabinha da CENIBRA.	17
Figura 2 – Modelo de equipamento utilizado para levantamento aéreo.	18
Figura 3 – Criação do ortomosaico a partir de imagem aérea	19
Figura 4 – Pontos digitalizados no ArcGIS a partir das imagens de drone	20

LISTA DE ABREVIATURAS

ANAC Agência Nacional de Aviação Civil

CENIBRA Celulose Nipo-Brasileira S.A.

GPS Global Positioning System

VANT Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	O setor florestal brasileiro.....	13
2.2	Controle de qualidade e avaliação da sobrevivência de plantios	13
2.3	Utilização de VANTs e drones em atividades florestais.....	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1	Caracterização da área de estudo	17
3.2	Levantamento aéreo e processamento das imagens	18
3.3	Avaliação da sobrevivência do plantio	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas no Brasil desempenha papel fundamental para a economia do país. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá, 2021), o crescimento do valor bruto da produção do setor foi de 17,6% no ano de 2020, impulsionado pelo cenário desencadeado pela chegada da pandemia da Covid-19 no Brasil, representando uma participação de 1,0% no PIB Nacional e 6,0% no Industrial.

Dada a relevância do setor e a importância de se obter plantios florestais de alta performance, o controle de qualidade ganha destaque como ferramenta de gestão, sendo utilizado por aproximadamente 90% das empresas de médio e grande porte nas mais diversas atividades florestais (TRINDADE et al., 2012). Tais práticas de controle fornecerem aos gestores ferramentas para a tomada de decisão (TRINDADE; MELO, 2016), possibilitando, portanto, a melhoria contínua de processos florestais e de seus produtos.

Neste contexto, uma das atividades essenciais abrangida nos processos de controle de qualidade de operações em empresas de base florestal é a avaliação da sobrevivência de áreas recém-plantadas, cujo resultado final pode ainda, conforme a sobrevivência de plantios mínima aceitável pela empresa, ser utilizado para avaliação da necessidade de replantios.

Atualmente, em grande parte das empresas florestais, o levantamento de sobrevivência em áreas de implantação e reforma é realizado através da coleta de dados em campo, procedendo-se primeiramente com o lançamento de parcelas e posterior avaliação das plantas nas linhas de plantio utilizando formulário disponível no aplicativo de coleta de dados usado pela empresa.

Contudo, segundo Prudkin e Breunig (2019), a utilização de drones e VANTs para coleta de dados em florestas tem crescido nos últimos anos, em decorrência dos benefícios advindos de sua utilização, tais como a coleta de dados em alta intensidade e flexibilidade de operação no momento desejado. Galizia et al. (2016) afirmam também que as imagens geradas pelos VANTs podem ser utilizadas principalmente no controle de qualidade da silvicultura, por exemplo em avaliações de sobrevivência e de densidade de plantio.

Levando em consideração esses aspectos, objetivou-se com este trabalho quantificar a sobrevivência de plantios mecanizados de *Eucalyptus* spp. utilizando-se de imagens

ortomosaicadas de drone, demonstrando a potencialidade da utilização do método como uma alternativa à avaliação de sobrevivência tradicional realizada em campo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O setor florestal brasileiro

A indústria brasileira de árvores cultivadas apresenta expressiva potencialidade, o que garante ao setor florestal posição de destaque na economia nacional. No ano de 2020, marcado pela chegada da pandemia da Covid-19 no Brasil, com o reconhecimento pelo governo do país da essencialidade dos produtos do setor, como embalagens de papel, celulose solúvel e carvão vegetal, o valor da produção estimada foi de R\$116,6 bilhões, um crescimento de 17,6% em relação a 2019 (IBÁ, 2021).

Com uma área total de 9,55 milhões de hectares de cultivos industriais, sendo 78% composta pelo cultivo de eucalipto, com 7,47 milhões de hectares, 18% de pinus, com aproximadamente 1,7 milhão de hectares, e cerca de 382 mil hectares de cultivo de outras espécies como seringueira, teca e paricá, o setor de florestas plantadas representa uma participação de 1,0% no PIB Nacional e 6,0% no Industrial (IBÁ, 2021).

Neste contexto de significativo destaque e expansão do setor florestal, o emprego de recursos altamente tecnológicos nos processos e atividades florestais demonstra grande potencial, visando a obtenção de plantios mais produtivos e com menor custo. Segundo Fernandes (2017), a tecnologia apresenta uma alternativa para a diminuição da dependência de mão-de-obra e redução de custos operacionais, sem, contudo, prejudicar a produtividade e a qualidade dos plantios.

2.2 Controle de qualidade e avaliação da sobrevivência de plantios

O controle de qualidade é uma importante ferramenta de gestão que visa identificar variações existentes em um processo produtivo, além de eliminar não conformidades e propiciar melhorias na qualidade dos produtos (REIS, 2020). Segundo Trindade et al. (2012), é utilizado por aproximadamente 90% das empresas de médio e grande porte, podendo ser aplicado em diversas atividades florestais e, também, fornecendo aos gestores ferramentas úteis para a tomada de decisões (TRINDADE; MELO, 2016).

Conforme reitera Galizia et al. (2016), a preocupação com a qualidade no setor florestal é relativamente recente quando comparada aos outros setores produtivos, tendo sido os primeiros trabalhos realizados na década de 1980 (TRINDADE et al., 2012). A partir de então, tem sido cada vez mais recorrente em empresas florestais o desenvolvimento e aplicação de ferramentas para acompanhamento e controle da qualidade de operações florestais, auxiliando na garantia da produtividade de plantios e consequente competitividade das empresas (GALIZIA et al., 2016).

Objetivando-se obter um gerenciamento de aspectos operacionais, tais como a uniformidade do plantio, sobrevivência de mudas e qualidade do alinhamento, é necessário que um constante monitoramento da produção seja realizado, a fim de auxiliar na tomada de decisões em operações florestais (RODRIGUEZ, 2001).

Neste contexto, dentre as principais atividades silviculturais monitoradas pelo controle de qualidade em empresas florestais, destaca-se aqui a avaliação da sobrevivência de áreas recém-plantadas, cujo resultado final pode ainda, de acordo com a sobrevivência de plantios mínima aceitável por uma empresa, ser utilizado para avaliação da necessidade de replantios.

Atualmente, em grande parte das empresas florestais, como é o caso da CENIBRA, o levantamento de sobrevivência em áreas de implantação e reforma é realizado pelo método tradicional através da coleta de dados em campo. Primeiramente, procede-se com o lançamento de parcelas nas áreas do talhão e, depois, são avaliadas as plantas vivas, mortas e danificadas nas linhas de plantio utilizando formulário disponível no aplicativo de coleta de dados usado pela empresa.

Dessa forma, a partir dos dados coletados nas avaliações, torna-se possível então a determinação de planos de ação e tomada de decisões em casos de detecção de desvios (TRINDADE et al., 2012).

2.3 Utilização de VANTs e drones em atividades florestais

Conforme afirmam Pontes e Freitas (2015), a utilização de recursos tecnológicos para o monitoramento da produção florestal visando a identificação de possíveis causas para produtividades abaixo do esperado vem aumentando gradativamente nos últimos anos.

Neste contexto, os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) e drones ganham destaque como potenciais ferramentas no contexto florestal, cujas imagens aéreas geradas, com nível de detalhes maior que os satélites tradicionais (MOLIN, 2000), podem ser utilizadas principalmente no controle de qualidade da silvicultura, em atividades como avaliações de sobrevivência, densidade de plantio, mato competição, alinhamento e pós-plantio (GALIZIA et al., 2016).

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2012) define VANT como “Aeronave projetada para operar sem piloto a bordo e que não seja utilizada para fins meramente recreativos”. Já os drones se diferem dos VANTs principalmente com relação à finalidade do uso, sendo o primeiro mais utilizado para fins variados tais como o uso recreativo e o segundo para fins comerciais e de pesquisa.

Segundo Medeiros et. al. (2008), a utilização de VANTs com finalidades agrícolas teve seu início no Brasil na década de 80. Desde então, diversos estudos comprovaram a eficiência de sua aplicação no meio florestal para diversas abordagens. Pode-se destacar nos últimos anos, por exemplo, trabalhos relacionados ao inventário florestal de sobrevivência desenvolvidos por Pontes e Freitas (2015), que monitoraram a sobrevivência de plantios de eucalipto através de técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em imagens obtidas por VANTs, e por Ruza et al. (2017), que realizaram inventário de sobrevivência utilizando redes neurais artificiais em fotografias aéreas obtidas por VANT.

Diversos são os benefícios advindos do uso de tais tecnologias, podendo-se citar por exemplo a possibilidade de obtenção de imagens em locais de difícil acesso (WHITEHEAD et al., 2014), o que para o contexto da CENIBRA, no qual grande parte das áreas de plantio se localizam em terrenos declivosos, se caracteriza como grande vantagem. Além disso, as fotografias aéreas podem ser utilizadas para a observação da estrutura de cada árvore individualmente (ROKHMANA, 2015), possibilitando, portanto, análises remotas mais detalhadas.

Segundo Torres-Sanchez et al. (2013), outra vantagem da realização de voos autônomos refere-se à diminuição de custos, uma vez que dispensam a necessidade de profissionais embarcados, também não oferecendo riscos à tripulação em casos de voos sobre áreas inacessíveis. Shaarinen et al. (2017) destacam também a aquisição de dados com alta resolução espacial, e Galizia et al. (2016), a mensuração dos indivíduos vivos por meio da realização do censo do talhão ao invés da aplicação de técnicas de amostragem, reduzindo o erro amostral.

Também de acordo com Galizia et al. (2016), os resultados obtidos por meio da utilização de imagens coletadas por VANTs demonstram a potencialidade de sua substituição em relação aos métodos tradicionais de avaliação de sobrevivência de plantio, sem prejudicar a assertividade das informações geradas. Júnior et al. (2019), em seu trabalho com monitoramento de sobrevivência de plantios de eucalipto por imagens obtidas por VANTs, obtiveram resultados positivos que comprovam a qualidade satisfatória da resolução dos ortomosaico e a compatibilidade com os resultados do inventário tradicional, indicando também a possibilidade de realização do monitoramento de sobrevivência com o auxílio de VANTs.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi conduzido no projeto Ipabinha da CENIBRA (Figura 1), localizado na regional do Rio Doce e região de Belo Oriente e município de Santana do Paraíso, região leste de Minas Gerais. O município de Santana do Paraíso é caracterizado, segundo classificação climática de Köppen-Geiger, com o tipo climático Aw, apresentando clima tropical com estação mais seca no inverno. Já com relação ao clima, o município possui pluviosidade média variando de 1164,1 mm a 1501,5 mm (SENA et al., 2016) e temperaturas médias registradas entre 20 e 22°C (NETO, 2012).

Foram analisadas imagens obtidas a partir de sobrevoo realizado em dois talhões com híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, tendo sido o plantio realizado em 25 de novembro de 2021, com espaçamento de 3,0 x 2,5 metros, totalizando cerca de 1.333 mudas por hectare. A área total sobrevoada dos dois talhões foi de 6,15 hectares, sendo a área do talhão 348 de 4,32 ha e do talhão 391 de 1,83 ha. Para o plantio das mudas, foi utilizada a plantadora mecanizada da marca Bracke modelo P12.b, empregada para critérios experimentais na CENIBRA e que realiza as seguintes atividades: subsolagem, adubação de profundidade, adubação superficial, irrigação e plantio propriamente dito.

Figura 1 – Projeto Ipabinha da CENIBRA.



Fonte: Do autor (2022)

3.2 Levantamento aéreo e processamento das imagens

Para a coleta das imagens em campo, o levantamento aéreo se deu a partir do sobrevoo com Drone Phantom 4 Pro V2.0 nas áreas dos talhões, no dia 05/04/22, quatro meses após o plantio das mudas, conforme plano e parâmetros de voo definidos previamente em escritório. Na Figura 2, é apresentado o modelo de drone utilizado.

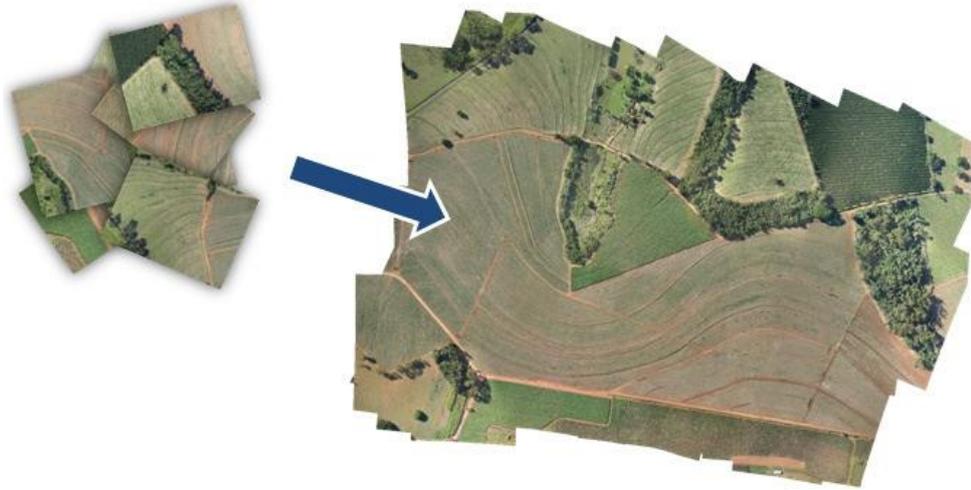
Figura 2 – Modelo de equipamento utilizado para levantamento aéreo.



Fonte: Arquivos DJI.

Após o levantamento, foi realizado o processamento das imagens obtidas dos dois talhões utilizando-se o software Agisoft Metashape, cuja etapa consiste na união de diversas fotografias obtidas pela câmera do equipamento para a formação de uma única imagem de alta resolução (PONTES; FREITAS, 2015). Para o processamento foram seguidas as etapas: alinhamento das fotos, construção da nuvem de pontos e criação do ortomosaico (Figura 3). O sistema de projeção e datum utilizados foram, respectivamente, UTM zone 23S e SIRGAS 2000.

Figura 3 – Criação do ortomosaico a partir de imagem aérea.



Fonte: Pontes e Freitas (2015)

De posse das imagens ortomosaicadas em formato TIFF, procedeu-se com a classificação das mudas vivas e mortas através da digitalização manual dos pontos utilizando-se o Software ArcGIS 10.8 por meio da ferramenta Create Feature Class, na qual foram atribuídos pontos onde estavam localizadas as mudas do plantio, conforme consta na Figura 4.

Figura 4 – Pontos digitalizados no ArcGIS a partir das imagens de drone.



Fonte: Do autor (2022)

3.3 Avaliação da sobrevivência do plantio

A sobrevivência das mudas foi avaliada através da relação entre o total de sobreviventes, quantificado através das imagens obtidas por drone, e a quantidade total de mudas plantadas, conforme determinação das coordenadas de cada muda no momento do plantio pela Bracke através de GPS embarcado.

Para a obtenção da quantidade exata de mudas plantadas, os dados foram solicitados à Hexagon, empresa que desde 2012 é responsável pelo controle e monitoramento da aplicação mecanizada de insumos sólidos na CENIBRA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o cálculo, os valores de sobrevivência por talhão e total obtidos através de levantamento com drone podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Sobrevivências obtidas por talhão e total

Sobrevivência (%)	
Talhão 348	83,22
Talhão 391	91,23
Total	85,51

Fonte: Do autor

Conforme resultado de sobrevivência de plantas desejado pela CENIBRA em áreas de plantio com espaçamento de 3 x 2,5m (7,5 m²/planta), correspondente a 97%, os valores de sobrevivência obtidos para o plantio em questão se encontram abaixo do esperado, o que pode ser justificado principalmente pelo fato de os plantios realizados com a Bracke ainda estarem em fase experimental na empresa, necessitando ainda de uma integração mais efetiva ao processo produtivo.

Ainda assim, tais resultados se mostram similares com os encontrados por Júnior et al. (2019) em seu trabalho com análise de imagens geradas por VANT, cujas porcentagens médias do inventário de sobrevivência para os três talhões analisados foram de 87,05, 76,99 e 92,54. Já Pontes e Freitas (2015), também utilizando imagens aéreas, obtiveram porcentagens de falhas no talhão de 6,4 e de uso do solo obtida pelo censo do talhão de 85.

Ademais, é possível ressaltar que além do benefício de avaliação da sobrevivência através do censo do talhão e não somente por meio de amostragem como em métodos tradicionais de avaliação em campo, contribuindo para a redução do erro amostral (GALIZIA et al. 2016), destaca-se como potencialidade da utilização de imagens aéreas geradas por VANTs e drones a possibilidade de verificação das localidades nos talhões em que a sobrevivência se encontra maior ou menor, além da identificação de suas possíveis causas.

Uma vez que as imagens obtidas apresentam alta resolução espacial (SHAARINEN et al., 2017), podendo ser utilizadas, portanto, para a observação da estrutura das árvores de forma individual (ROKHMANA, 2015), torna-se possível também uma avaliação da qualidade do plantio de forma remota, podendo ser identificadas por meio das imagens aéreas mudas

saudáveis ou danificadas por causas como ataque de formigas, doenças e falta d'água, atividade também realizada de forma tradicional em campo em grande parte das empresas florestais.

Como mencionado anteriormente, para a determinação da quantidade de mudas vivas a partir das imagens ortomosaicadas no presente trabalho realizou-se a digitalização manual dos pontos no ArcGIS, tendo sido estes atribuídos nas localizações de cada muda. No entanto, conforme demonstra trabalho realizado por Silva et al. (2013), no qual foi avaliado o desempenho de dois softwares para detecção automática de mudas através do reconhecimento de copas em imagens obtidas por VANTs, notou-se efetividade na utilização da metodologia, desde que observadas suas limitações. Tal fato contribui ainda mais para uma maior automatização no processo de avaliação da sobrevivência por imagens aéreas, corroborando a efetividade de sua substituição em relação aos métodos tradicionais de inventário de sobrevivência de mudas.

Entretanto, apesar de suas potencialidades, algumas limitações relacionadas à utilização de drones e VANTs podem ser observadas, tais como a necessidade de altos recursos computacionais para a ortorretificação das imagens obtidas no voo (BARROS et al., 2017) e necessidade de condições climáticas propícias, como ausência de chuva e ventos fortes. Galizia et al. (2016) destacam também que, atualmente, o principal fator limitante para utilização de VANT em escala comercial é a regulamentação na ANAC, tendo em vista que ainda não foram estabelecidos os procedimentos e critérios para liberação de seu uso.

5 CONCLUSÃO

A qualidade das imagens obtidas através do ortomosaico gerado com o drone foi satisfatória para a avaliação da sobrevivência de forma remota, apresentando resolução que indica a potencialidade da utilização do método como alternativa à avaliação tradicional realizada em campo.

Conforme resultado desejado de sobrevivência de plantios adotado pela CENIBRA, não foram obtidos valores satisfatórios para o plantio em questão, tendo em vista principalmente a utilização da Bracke ainda para fins experimentais na empresa.

Trabalhos futuros acerca do tema podem ser desenvolvidos aplicando-se metodologias para detecção automática de pontos, além da identificação de áreas no talhão com maior sobrevivência e análise da qualidade do plantio através das imagens aéreas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. Instrução suplementar nº 21-002. **Emissão de certificado de autorização de voo experimental para veículos aéreos não tripulados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 out. 2012.

BARROS, E. R. O.; FILHO MAFRA, F. H. M. G.; ANDRADE, O.; Sato, S. S. As potencialidades e limitações do uso do VANT no monitoramento de faixas de domínio de rodovias federais. XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva. **Anais...** (Vol. 27, pp. 1102-1106), 2017.

DA-JIANG INNOVATIONS – DJI. Phantom 4 Pro V2.0[acesso em 02/09/2022]. Disponível em: <https://www.dji.com/br/phantom-4-pro-v2>.

FERNANDES, G. F. de S. **Influência do arranjo espacial de plantio de Eucalipto na produtividade e na avaliação econômica florestal**. Dissertação (Pós-Graduação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

GALIZIA, L. F. C., RAMIRO, G. A., DE CARVALHO ROSA, C. J., Operacional-Fibria, C. D., & Operacional-Fibria, A. D. (2016). Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão. **Série Técnica IPEF**, 24(45).

IBÁ INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Ibá 2021**: ano base 2020. São Paulo: Ibá, 93p., 2021.

JÚNIOR, E. A. B., LENGOWSKI, E. C., REESE, E. Monitoramento da Sobrevivência de *Eucalyptus spp.* por Imagens Obtidas por VANTs. **Revista Engenharia na Agricultura**, 27(3), 220-226, 2019.

MEDEIROS, F. A.; ALONÇO, A. S.; BALESTRA, M. R. G.; DIAS, V. O.; JÚNIOR, M. L. L. **Utilização de um veículo aéreo não tripulado em atividades de imageamento georreferenciado**. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.8, p.2375-2378, nov, 2008.

MOLIN, J. P. **Agricultura de Precisão**. In: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Agricultura de precisão – Boletim Técnico. Brasília: Mapa/ACS, p. 5 – 27, 2015.

NETO, A. T. S.; **Caracterização geoambiental da área de expansão do município de Santana do Paraíso, Vale do Aço, MG.** Ouro Preto, Minas Gerais, Dezembro de 2012.

PONTES, G. R.; FREITAS, T. U. Monitoramento de plantios de eucalipto utilizando técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em imagens obtidas por VANT. in: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17, 2015, João Pessoa, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015.

PRUDKIN, G.; BREUNIG, F. M. **Drones e Ciência: teoria e aplicações metodológicas.** Volume I. 2019.

REIS, W. F. S. dos. **Análise de sobrevivência em plantios de *Eucalyptus grandis* com auxílio de veículo aéreo não tripulado.** 2020, 25 f, Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

RODRIGUEZ, L. C. E. **Tornando o Planejamento Florestal Menos Complexo.** Revista Da Madeira. Edição N°59. Set, 2001. [acesso em 29/08/2022]. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=22&subject=E%20mais&title=Tornando%20o%20Planejamento%20Florestal%20Menos%20Complexo

ROKHMANA, C.A. The Potential of UAV-based Remote Sensing for Supporting Precision Agriculture in Indonesia. **Procedia Environmental Sciences**, v.24, p. 245-253. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.032>., 2015.

RUZA, M.S.; DALLA CORTE, A.P.; HENTZ, A. M.K.; SANQUETTA, C.R.; SILVA, A.S.; SCHOENINGER, E.R. Inventário de sobrevivência de povoamento de Eucalyptus com redes neurais artificiais em fotografias aéreas obtidas por VANTs. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.1, p.83-88, 2017.

SAARINEN, N. P., VASTARANTA, M. A., NÄSI, R., ROSNELL, T., HAKALA, T., HONKAVAARA, E., WERNECK, E. **UAV-based photogrammetric point clouds and hyperspectral imaging for mapping biodiversity indicators in boreal forests.** *The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, 2017.

SENA, I. B. D. de C.; CRUZ, F. M.; CUPOLILLO, F. **Zoneamento Climatológico da Bacia do Rio Doce:** Subsídio à Gestão de Recursos Hídricos. Governador Valadares, s.d., 2016.

SILVA, N. et al. Interpretação de Imagens de Veículos Aéreos Não Tripulados para Avaliação da Sobrevivência de Mudas em Plantios Florestais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, 2018.

TORRES-SANCHEZ, J.; LOPEZ-GRANADOS, F.; CASTRO, A. I.; PENABARRAGAN, J. M. Configuration and specifications of an unmanned aerial vehicle (UAV) for early site specific weed management. **PloS one**, v. 8, n. 3, p. e58210. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058210>>. doi: 10.1371/journal.pone.0058210, 2013.

TRINDADE, C.; JACOVINE, L. A. G.; REZENDE, J. L. P.; SARTORIO, M. L. **Gestão e controle da qualidade na atividade florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2012.

TRINDADE, C.; MELO, E. A. S. C. de. Controle de qualidade das práticas silviculturais. **Série Técnica IPEF**, v. 24, n. 45, p. 21-25, 2016.

WHITEHEAD, K.; HUGENHOLTZ, C.H. Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 1: A review of progress and challenges. **Journal of Unmanned Vehicle Systems**, v. 2, n. 3, p. 69-85. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1139/juvs-2014-0007>>. doi: 10.1139/juvs-2014-0007, 2014