

**UNIVERSIDADE BRASIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DESCALVADO-SP**

EDENILSON DANEZI

**USO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS PARA
IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DE PLANTIO E GERAÇÃO DE LINHAS
DE COLHEITA NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR:
RELATO DE CASO**

Descalvado – SP

2021

EDENILSON DANEZI

**USO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS PARA
IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DE PLANTIO E GERAÇÃO DE LINHAS
DE COLHEITA NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR:
RELATO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Prof(a). Dra. Valéria Peruca de Melo
Orientador(a)

Descalvado – SP
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,

com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

Danezi, Edenilson
D18u Uso de veículos aéreos não tripulados para identificação de falhas de plantio e geração de linhas de colheita na cultura de cana-de-açúcar: relato de caso / Edenilson Danezi. – Descalvado: Universidade Brasil, 2021. 27f. : il. ; 29,5cm.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Graduação em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Valéria Peruca de Melo

1. Agricultura de precisão. 2. Monitoramento. 3. Vants. I. Título.

CDD 633.61

UNIVERSIDADE BRASIL
CURSO DE AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Acadêmico (a): EDENILSON DANEZI

Título do Trabalho: USO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DE PLANTIO E GERAÇÃO DE LINHAS DE COLHEITA NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR: RELATO DE CASO

Data da avaliação pela Banca Examinadora: 16 de junho de 2021.

Orientador (a): _____
Prof^a. Dr^a. Valéria Peruca de Melo

Examinador 1: _____
Prof^a. Dr^a. Kathery Brennecke

Examinador 2: _____
Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian

APROVADO(A) em 16/06/2021 com **Nota: 10,0**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus e à minha família, pois sem eles eu não teria capacidade para desenvolver este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, por me capacitar, renovar, me dar discernimento e conhecimento para iniciar e concluir essa jornada por esses anos.

Aos meus pais, Sebastião Danezi e Diomar Lagassa, pela educação, transmissão de valores éticos e morais e pelo apoio incondicional e que, com muito amor e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

À minha esposa, Cícera Fernanda da Silva, que sempre me ajudou, dando todo apoio e força ao longo dessa trajetória.

À minha orientadora, Prof.a Dra. Valéria Peruca de Melo, que acreditou na realização desde trabalho, compartilhou comigo seu conhecimento e experiências; uma pessoa muito especial onde expresso aqui o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade.

À todos os professores da graduação, que foram muito importantes na minha jornada acadêmica, os meus mais sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos de graduação pelo companheirismo e amizade que fizemos ao longo do curso e que iremos levar para o resto de nossas vidas, o meu muito obrigado.

À Ipiranga Agroindustrial pelo fornecimento dos equipamentos e resultados para realização desse trabalho, em especial ao supervisor de trabalho, Mario Tittoto Neto, pela colaboração para a elaboração deste estudo.

À todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Toda conquista começa com a decisão de tentar.”

(GAIL DEVERS, 1992)

RESUMO

A utilização de meios tecnológicos na agricultura tem sido uma constante nos últimos anos, sua evolução vem crescendo e ganhando foco em diversos setores agrícolas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar e evidenciar o uso de drones na agricultura para a avaliação de falhas de plantio e geração de linhas de colheita. Neste trabalho foram utilizados o Vant Aractor 5B, os softwares/aplicativos Drone Deploy, Agisoft Metashape e Inforow. Esses materiais foram utilizados para realizar um levantamento pós plantio em uma propriedade da zona rural da região de São Carlos-SP, com o objetivo de gerar, através de fotos georreferenciadas, as linhas e estimar as áreas que apresentaram falha de brotação (densidade de planta por hectare) na cultura da cana-de-açúcar. Os resultados apresentados podem ser entendidos como uma forma eficiente e eficaz para os levantamentos e monitoramento da lavoura, otimizando tempo e operações, conseqüentemente aumentando o gerenciamento da propriedade, a produtividade final e lucratividade no agronegócio.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão. Monitoramento. VANTs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - VANT Arator 5B® utilizado para o levantamento.....	14
Figura 2 - Plano de voo planejado no aplicativo Drone Deploy e dados previstos para a realização.....	15
Figura 3 - Dados de sobreposição e velocidade pré-programados para o voo.....	15
Figura 4 - Orthomosaico gerado a partir da união das fotografias pelo Software AgiSoft.....	16
Figura 5 - Imagem aproximada do Orthomosaico gerado após o processamento das imagens.....	17
Figura 6 - Linhas de colheita geradas pelo Software InfoRow.....	18
Figura 7 - Linhas de colheita geradas pelo Software InfoRow sobre o Orthomosaico.....	18
Figura 8 - Representação das falhas de plantio na área	19
Figura 9 - Ponto de falha observado no relatório e conferido em campo.....	20
Figura 10 - Ponto de perda de qualidade de plantio.....	20
Figura 11 – Análise das causas das falhas no plantio.....	21
Figura 12 – Brotação da cana de açúcar prejudicada por residual de herbicida..	21
Figura 13 – Processo de replantio com plantadora manual e MPB.....	24
Figura 14 – Replantio com MPB.....	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABA	Associação Brasileira de Aeromodelismo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
MPB	Muda Pré-Brotada
TCH	Toneladas de Cana por Hectare
UAV	Unmanned Air Vehicle
UVS	Unmanned Vehicle System
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	13
3 DESCRIÇÃO DO CASO	14
4 DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem se mostrado uma excelente alternativa para o mercado de biocombustíveis no Brasil e no mundo, pois além de produzir seu principal derivado, o etanol, seus subprodutos estão sendo cada vez mais aproveitados, o que amplia a oferta e reduz custos dos setores sucro energéticos. Com isso, a evolução tecnológica vem ganhando espaço no setor, contribuindo com a qualidade na produção e aumento de produtividade.

A agricultura de precisão, como é chamado no Brasil, é o sistema de produção adotado por agricultores de países de tecnologia avançada, denominado por eles de Precision Agriculture, Precision Farming, Site-Specific Crop Management (MANZATTO; BHERING; SIMÕES, 1999), embarcando diversas ferramentas de tecnologia atuais que auxiliam o produtor rural em diversos fatores, possibilitando praticidade, agilidade e melhorias nas operações rotineiras, minimizando erros e aumentando a qualidade do trabalho.

O progresso tecnológico tornou possível a integração de pequenas câmeras em plataformas aéreas não tripuladas denominadas informalmente “drones” ou, de acordo com a nomenclatura oficial pelos órgãos reguladores brasileiros do transporte aéreo, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), para toda aeronave projetada ou alterada para ser operada remotamente ou de forma autônoma sem a presença de um piloto humano.

De acordo com Medeiros (2007), os VANTs podem ser caracterizadas como pequenas aeronaves que não apresentam qualquer tipo de contato físico direto e que são capazes de executar diversas tarefas, dentre as quais destaca-se monitoramento, reconhecimento tático, vigilância e mapeamento, entre outras.

As imagens originadas via drone tem sido cada vez mais utilizadas para o mapeamento e acompanhamento das culturas agrícolas, indicando estimativas de produção com precisão. Alguns dos principais fatores para o uso dessa tecnologia comparado a outros meios são a facilidade de manuseio do equipamento, agilidade, rapidez no processo de levantamento e baixo custo operacional. Se bem elaborada e processada, a imagem pode ser de grande valia ao produtor, principalmente na tomada de decisões.

2 OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo avaliar o resultado pós plantio da cana-de-açúcar geradas por fotografias aéreas realizadas por drone, desde a avaliação das falhas de plantio à geração de linhas para colheita mecanizada.

3 DESCRIÇÃO DO CASO

O trabalho foi realizado na Fazenda Itapiru Paraguai, nos talhões 4 a 8, com área estimada de 54,76 ha, localizada no município de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil, clima subtropical úmido, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, ambiente de produção com classificação A/B e com dados de georreferenciamento 21°50'23.71"S, 47°47'9.97"O, altitude 727m. A área já estava com o plantio realizado há 58 dias, com bom porte vegetativo e sem fechamento de entrelinhas, portanto ideal para a realização do trabalho.

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados: VANT Arator 5B®, Iphone®, o aplicativo Drone Deploy, Software Agisoft Metashape e Software InfoRow.

O VANT Arator 5B® (Figura 1) foi desenvolvido pela empresa Xrobots e possui modelo tipo asa fixa. Possui autonomia de 25 minutos de voo, sistema HA (RTK), câmera 1M3 com sensor APSC de 24Mpix de resolução no espectro RGB, permitindo uma obtenção de imagens com boa resolução espacial. O equipamento é controlado remotamente, conectado ao celular, sendo necessário um aplicativo específico para voos autônomos (com plano de voo programado anteriormente).

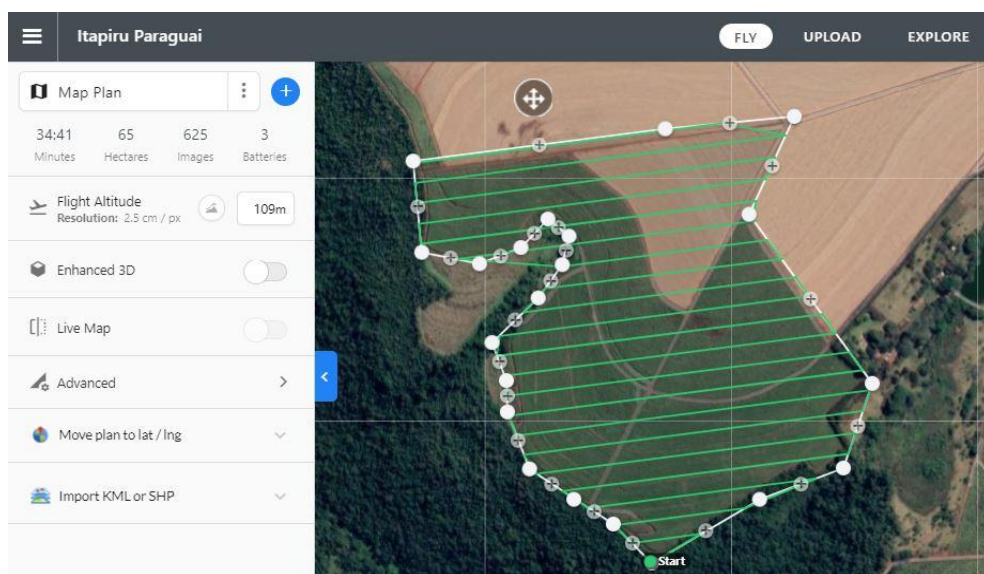
Figura 1 - VANT Arator 5B® utilizado para o levantamento.



Fonte: Arquivo pessoal

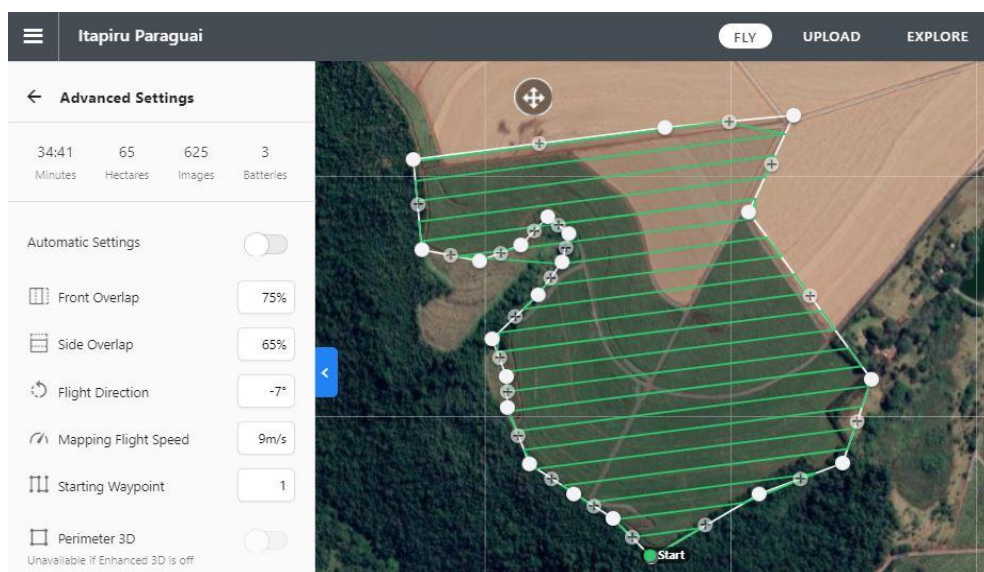
Primeiramente, foi delimitada a área do plano de voo no aplicativo Drone Deploy (Figuras 2 e 3) com uma área correspondente a 65 ha, considerando a “bordadura” necessária para que toda a área do plantio fosse registrada sem cortes, podendo ser de 5 a 10 metros excedentes ao limite de cultivo da cultura. O aplicativo realiza uma estimativa de tempo de voo para conclusão do levantamento baseado na área delimitada, altura e sobreposição de imagens (parâmetros pré-definidos).

Figura 2 - Plano de voo planejado no aplicativo Drone Deploy e dados previstos para a realização.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 3 - Dados de sobreposição e velocidade pré-programados para o voo.



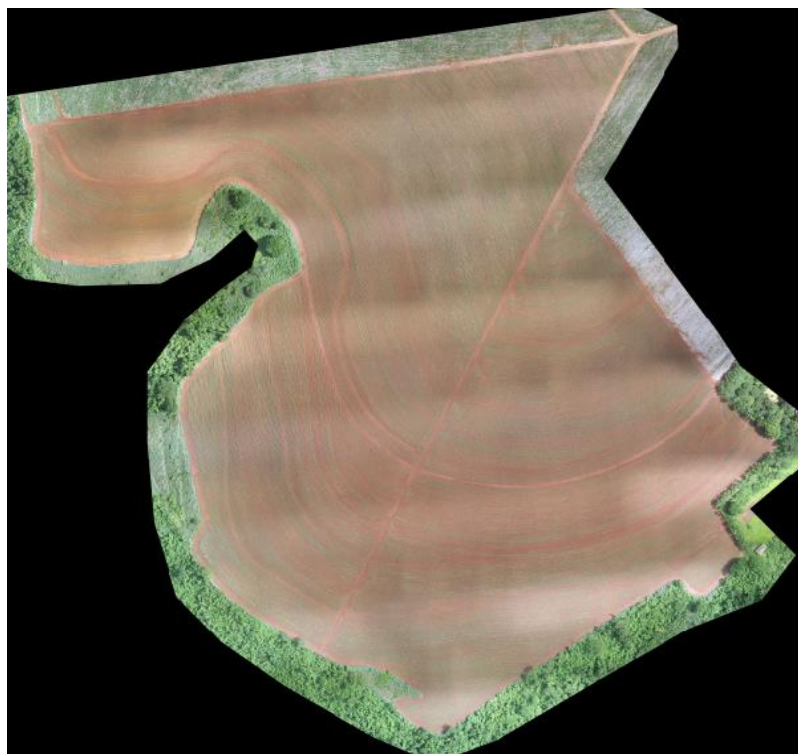
Fonte: Arquivo pessoal

Para este trabalho foi determinado que a altitude de voo deveria ser inferior a 120 metros, para que não fosse necessária autorização de voo por parte da ANAC (2017). Para tanto, a altitude de voo definida foi de aproximadamente 109 metros, empregando-se taxas de sobreposição lateral e longitudinal definidas em 75% e 65%, respectivamente.

Ao concluir a definição desses parâmetros, o aplicativo calculou uma resolução espacial de 2,5 cm/pixel, não sendo necessário implantar pontos de controle para correção de coordenadas, pois o equipamento já vem equipado com sistema de correção denominado Sistema Real Time Kinematic (RTK) ou posicionamento cinemático em tempo real, realiza a junção da tecnologia de navegação por satélite com um rádio ou telefone GSM para obter correções instantâneas, com precisão de centímetros.

Após a conclusão do voo, as fotografias foram importadas para o Software AgiSoft Metashape que faz a união de todas as fotografias obtidas associando pelo georreferenciamento de cada uma, assim gerando uma superfície única chamada de Orthomosaico panorâmico de alta resolução (Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Orthomosaico gerado a partir da união das fotografias pelo Software Agisoft Metashape



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 - Imagem aproximada do Orthomosaico gerado após o processamento das imagens.



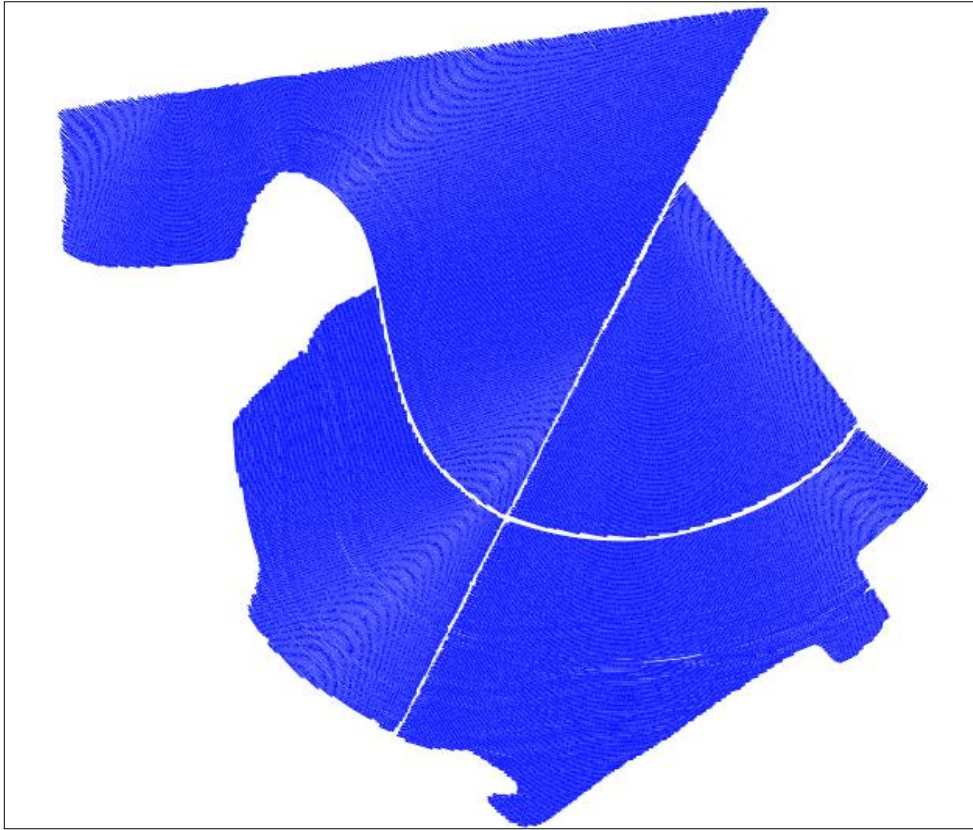
Fonte: Arquivo pessoal

Ao concluir o processamento e gerar o Orthomosaico, foi utilizado o Software InfoRow para a geração das linhas de cana que representa cada linha plantada na área (Figura 6). O InfoRow fez o reconhecimento das linhas de cana através de algoritmos inteligentes que definem onde há a cultura e onde se localiza a entrelinha, gerando uma linha central, a qual é denominada de linhas de colheita. Esta linha serve de referência para o processamento de cálculo de falhas de plantio e paralelismo, posteriormente.

Após a geração das linhas pelo software, uma equipe fez a otimização das linhas retirando qualquer imperfeição ou distorção, fazendo com que as linhas se apresentassem uniformes e fiéis à linha da cultura na área.

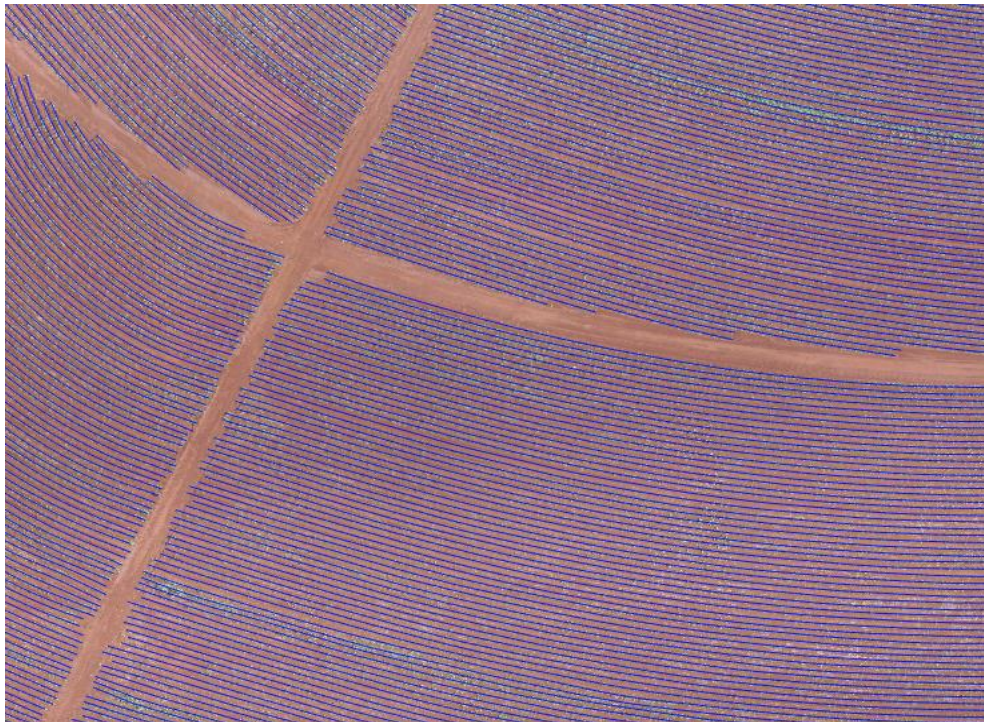
Foi realizada uma validação no campo com as linhas pós processadas para verificar a precisão das linhas geradas comparadas com as linhas da cultura no campo. As linhas (Figura 7) foram exportadas para a utilização em um trator com equipamento de GPS e piloto automático, onde constatou-se que havia uma diferença de 5 centímetros entre elas. Essa correção foi realizada diretamente no monitor do equipamento de GPS, viabilizando a utilização do arquivo em operações agrícolas na área.

Figura 6 - Linhas de colheita geradas pelo Software InfoRow.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 7 - Linhas de colheita geradas pelo Software InfoRow sobre o Othomosaico.

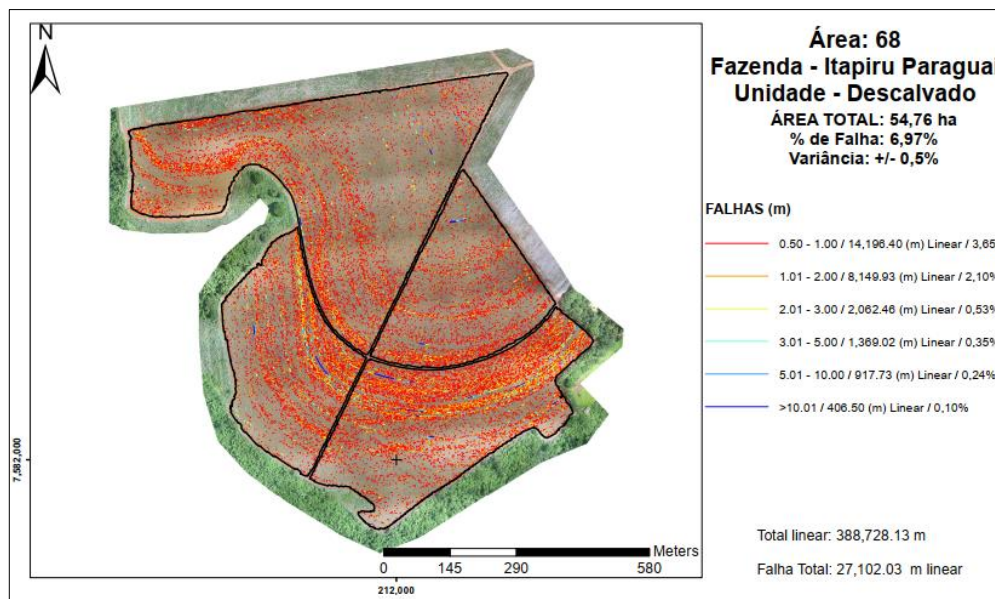


Fonte: Arquivo pessoal

Posteriormente às linhas de colheita, faz-se o processamento de identificação das falhas de plantio onde são considerados os “vãos sem planta” com comprimento mínimo de 50 centímetros, os quais foram divididos em 6 classificações de metragem, assim facilitando a visualização dos pontos críticos. O software faz o cálculo da cobertura foliar através da semelhança e frequência de pixels em comum na imagem, porém a classificação dos pixels que determina a diferença entre solo e cobertura foliar por sua tonalidade é determinada pelo operador do sistema.

No relatório gerado (Figura 8) pode-se observar que esta área apresentou índice de falhas de plantio em 6,97% da sua área total, onde 27.102,03 metros lineares não tiveram um desenvolvimento satisfatório da cultura ou não brotaram (Figura 9), considerando o espaçamento de 1,40 metros de entrelinha da área, tem-se 3,79 ha sem o desenvolvimento da cultura.

Figura 8 - Representação das falhas de plantio na área.



Fonte: Arquivo pessoal

Outro ponto que se pode observar é o paralelismo entre as linhas de cana-de-açúcar, fator importante para evitar problemas de desenvolvimento da cultura, invasão de ervas daninhas e pisoteio da cultura na colheita mecanizada. Este último, podendo reduzir consideravelmente a vida do canal se associado ao tipo do solo e variedades intolerantes.

Na figura 10 pode-se observar que, em um determinado ponto, houve um problema durante a operação de plantio, onde perdeu-se o paralelismo das linhas e a

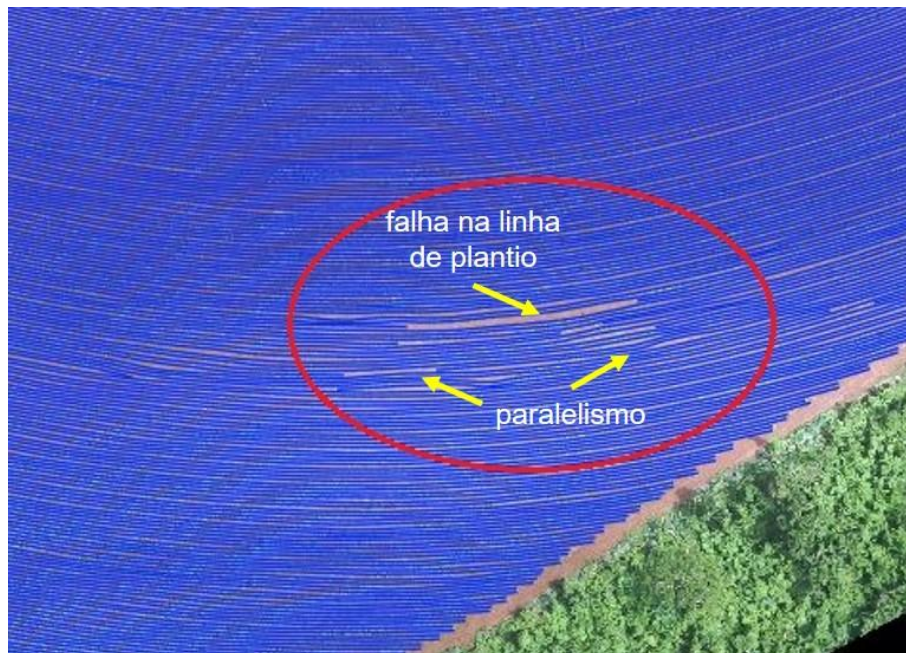
própria linha em alguns pontos, sendo de origem operacional, conforme foi constatado na área.

Figura 9 - Ponto de falha observado no relatório e conferido em campo.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 10 - Ponto de perda de qualidade de plantio.



Fonte: Arquivo pessoal

Com os relatórios gerados e as imagens processadas, inicia-se a avaliação da tomada de decisão, ou seja, agir ou não no problema encontrado na área. Após realização da visita na área para a identificação das causas das falhas, constatou-se que o plantio foi prejudicado pelo residual de um herbicida específico para o controle da grama seda e algumas gemas danificadas no processo de colheita de muda mecanizada.

Figura 11 – Análise das causas das falhas no plantio.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 12 – Brotação da cana-de-açúcar prejudicada por residual de herbicida.



Fonte: Arquivo pessoal

4 DISCUSSÃO

O monitoramento de falhas surge como uma importante ferramenta para mensurar ou corrigir problemas que possam trazer prejuízo ao produtor, a otimização dos processos operacionais associados ao manejo correto no plantio faz com que a uniformidade da cultura sobre a área plantada seja satisfatória, aumentando a densidade de plantas e conseqüentemente a produção final.

De acordo com Stolf et al. (2016), utiliza-se um grande número de gemas nos sulcos no plantio da cana-de-açúcar, sendo que uma falha é formada no momento em que gemas consecutivas deixam de brotar. Este fenômeno pode ser considerado aleatório, com distribuição decrescente com o tamanho da falha, pois a probabilidade de ocorrer uma seqüência cada vez maior de gemas consecutivas não brotadas diminui exponencialmente.

O desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados é uma opção importante para a agricultura de precisão, com potencial para auxiliar os produtores rurais na determinação de estratégias para melhorar a eficiência do manejo agrícola, maximizar a rentabilidade das culturas e tornar o agronegócio mais competitivo (MEDEIROS et al., 2008).

Comparando com os resultados apresentados por Marchiori e Trevisan (2017), pode-se considerar que o levantamento aéreo é mais preciso do que o convencional em campo utilizando a metodologia de Stolf (1986), pois no levantamento convencional há as dificuldades visuais típicas do trabalho em campo.

Beauchair e Scarpari (2006) concluem que a densidade do plantio de cana é de 12 gemas/m de sulco e prevê a utilização de 7 a 10 toneladas de cana por hectare, podendo evitar a incidência de falhas em até 5 safras. Para o plantio nesta área foi utilizado, em média, 12 toneladas de cana por hectare.

Em trabalho desenvolvido por Martins (2020), a imagem gerada pelo software Info-Row permitiu distinguir o comprimento das linhas e o tamanho das falhas, com geração de estimativa automática das porcentagens de perda na produção daquela área e também a capacidade de replantio no caso de extensas faixas sem indícios de emergência das plantas, em áreas com porcentagem superior a 20% de falhas, notificado pelo corpo técnico da usina.

O levantamento aéreo com uso de VANTs é um método eficaz e viável, demanda um custo de operação relativamente baixo além da redução do uso de mão-

de-obra, uma vez que não são necessárias diversas pessoas trabalhando para calcular manualmente em campo essas falhas ou possíveis falhas. Desta forma, há uma redução no tempo de coleta de dados e rapidez na tomada de decisão (REIS, 2020).

Para o cálculo da viabilidade de realização de replantio na área, utilizou-se o cálculo da perda de produção (t) relacionado com o potencial de fabricação de Etanol Hidratado Carburante, conforme indicado abaixo:

Custo médio de formação de canavial (Preparo + Plantio): com base em orçamentos realizados nos anos 2020 e 2021, considerou-se que o custo médio de formação do canavial, desde o início do preparo de solo (pós colheita) até a conclusão do plantio (incluindo insumos aplicados), foi de R\$ 10.850,00/ha. Considerando o ciclo da cultura, com média de 4 a 5 anos nessa região, o retorno financeiro paga o investimento por completo.

Análise das falhas apresentadas nesse trabalho: multiplicando-se a área de 3,79 ha de falhas de plantio com o valor de formação do canavial tem-se R\$ 41.121,50 de investimento sem retorno financeiro, além de gerar custos com tratos culturais devido a plantas daninhas que podem se multiplicar nessas áreas.

Para este canavial, cultivado em ambiente favorável, no plantio de 18 meses e utilizando-se a média de produção histórica da área, o cálculo foi realizado com o índice de 95 TCH. Se 3,79 ha de falhas deixam de produzir 360,05 toneladas de cana por ciclo, e considerando os 5 anos da cultura na área, deixarão de ser produzidas, no total, 1.800 toneladas de cana-de-açúcar.

Considerando essa perda de produtividade na fabricação de Etanol Hidratado Carburante, com média de produção de 72 litros/t de cana-de-açúcar (média de produção baseada na capacidade da destilaria), deixou-se de produzir 129.600 L de Etanol que, se fosse comercializado a R\$ 2,8753 (CEPEA/ESALQ, 18/06/2021), tem-se um valor final de R\$ 372.638,88 de perda de lucratividade.

Conforme análise acima, conclui-se que o replantio da área torna-se totalmente viável ao produtor e que o plantio manual utilizando mudas pré-brotadas (MPB) (Figuras 13 e 14) é a tomada de decisão mais viável, pois as falhas são multiformemente ocorrentes por toda a área.

Figura 13 – Processo de replantio com plantadora manual e MPB.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 14 – Replantio com MPB.



Fonte: Arquivo pessoal

5 CONCLUSÃO

A evolução e inovação tecnológica no setor de agricultura vem apresentando crescimento constante nos últimos anos, sendo aplicada cada vez mais em diversos meios rurais com o objetivo de melhorias de planejamento, gestão da propriedade rural e aumento da produção, de uma forma geral.

Conforme os resultados apresentados nesse trabalho, foi possível avaliar as falhas de plantio na cultura da cana-de-açúcar utilizando-se um VANT e softwares específicos que mostraram eficiência e assertividade nas validações dos processos em campo.

Conclui-se, ainda, que, através da quantidade de falhas na lavoura, pode-se realizar intervenções rápidas pelo produtor que minimizam perdas e riscos, maximizando a produtividade e a lucratividade, sem a necessidade de aguardar um ciclo completo da cultura para realizar correções na lavoura.

REFERÊNCIAS

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Resolução nº 419, de 02 de maio de 2017. **Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil**, Brasília, DF, 2017. Disponível em:

<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-00/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf>. Acesso em: 17 out. 2021

BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDI, D. V. (Orgs.). **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Livro Ceres, 2006. v.1, p. 80-91.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador de Etanol**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2021. Disponível em:

<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/etanol.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2021

MANZATTO, C. V.; BHERING, S. B.; SIMÕES, M. **Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos**. EMBRAPA Solos, 1999. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj01/proj01.html>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

MARCHIORI, L. F. S.; TREVISAN, H. M. **Levantamento de falhas na cultura de cana-de-açúcar por veículo aéreo não tripulado (vant)**. In: MAGNONI JUNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L.; VALE, J. M. F.; PURINI, S. R. M.; MAGNONI, M. G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JUNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. S.; SEBASTIÃO, I. (Orgs.). **JC na Escola ciência, tecnologia e sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 303-315. Disponível em: <<https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Mobilizar2ed/pdf/Mobilizar2ed-21.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2021

MARTINS, R. S. **Avaliação do potencial de imagens para detecção de falhas de plantio na cultura da cana-de-açúcar**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2020. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29721/1/Avalia%C3%A7%C3%A3oDoPotencial.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2021

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2007. Disponível em: <

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7584/Fabricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 abr. 2021

MEDEIROS, F. A.; ALONÇO, A. S.; BALESTRA, M. R. G.; DIAS, V. O.; LANDERHAL JÚNIOR, M. L. Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georreferenciado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2375-2378, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cr/v38n8/a46v38n8.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2021

REIS, H. S. **Utilização de veículos aéreos não tripulado para identificação de falhas no plantio na cana-de-açúcar**. 2020. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário de Goiás, Goiânia, 2020.

STOLF, R. Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 4, n. 6, p. 22-36, 1986.

STOLF, R.; GARCIA, T. B.; NERIS, L. O.; TRINDADE JUNIOR, O.; REICHARDT, K. Avaliação de falhas em cana-de-açúcar segundo o método de Stolf utilizando imagens aéreas de alta precisão obtidas por vant. **STAB**, Piracicaba, v. 34, n. 4, p. 32-39, 2016.