OPERAÇOES GEORREFERENCIADAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Murilo OCTAVIANO[1]

Fernando Cesar BERTOLANI[2]

Resumo: A inovação tecnológica vem crescendo constantemente na agricultura, e a utilização do drone constitui uma delas; podendo trazer inúmeras vantagens, como a geração de produtos cartográficos para serem utilizados na agricultura. O presente trabalho teve por objetivo avaliar e evidenciar o uso de cartográficos na agricultura, por meio de drones, com o intuito de gerar linhas de plantio na cultura da cana de açúcar. Para tal, foi utilizado o Drone DJI Phantom 4®, Iphone® SE, e o software/aplicativo Drone Deploy. Esses materiais foram operados para aferir uma área na zona rural da região de Descalvado, com o intuito de gerar, através de fotos aéreas georreferenciadas, curvas de nível e aí sim a partir destas curvas a geração de linhas de plantio. Os produtos gerados pelo drone podem ser entendidos como uma vantagem competitiva no campo, sendo uma forma eficiente e eficaz para otimização do tempo de operações e levantamentos da lavoura, consequentemente maximizando produtividade e lucratividade.

1-Discente da Faculdade de Engenharia Agronômica, Centro Universitário Central Paulista – UNICEP, Rua Miguel Petroni, 5111 – 13563-470, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: murilo.octaviano@hotmail.com
2 -Docente do Curso de Engenharia Agronômica, Centro Universitário Central Paulista – UNICEP, Rua Miguel Petroni 5111 - 13563-470, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: fernandoc@solos.com.br

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, Drone, VANTs.

Introdução

O avanço tecnológico proporcionou uma série de ferramentas que podem ser utilizadas em vários setores da agricultura. Essas tecnologias permitem uma melhor aquisição de informações, e trouxe diversos benefícios aos produtores, como redução do custo de produção, maior eficiência de trabalho, melhor precisão, velocidade nas tomadas de decisões, maior produtividade, precisão de aplicação, diminuição nos gastos e também redução do desperdício de insumos e defensivos, representando hoje a chamada agricultura de precisão.

Os fundamentos para a agricultura de precisão moderna, como se conhece hoje, vem do início do século XX, porém somente na década de 1980, na Europa e nos EUA, com o desenvolvimento de microcomputadores, sensores e softwares, é que a agricultura de precisão se tornou viável para os produtores (LAMPARELLI et al., 2001).

Nos últimos anos, o avanço tecnológico permitiu a integração de câmeras digitais de pequeno formato em plataformas de voo não tripuladas. Estes são informalmente chamados de “drones” ou, de acordo com a terminologia oficial prevista pelos órgãos reguladores brasileiros do transporte aéreo, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). É definido como toda aeronave projetada ou modificada para não receber um piloto humano, sendo operada por controle remoto ou de forma autônoma.

Essa tecnologia vem sendo utilizada para coleta de fotografias aéreas, mensuração de áreas, elaboração de dados altimétricos e diversos produtos cartográficos que podem ser aplicados na agricultura. Com a popularização dos drones e o avanço da informática, essas aplicações começam a ser utilizadas para propriedades rurais, sejam elas de grande ou pequeno extensão.

As principais vantagens do uso de drones em relação aos meios aéreos clássicos são: redução nos custos de operação, maior rapidez nas missões, possibilidade de atuação em diversas altitudes (inclusive abaixo das nuvens) e grande facilidade de manuseio (SERRA,

2014). Os dados produzidos por drones, desde que adequadamente processados, podem auxiliar no planejamento de uma propriedade, reduzindo custos e aumentando a eficiência no planejamento agrícola.

Os primeiros experimentos no uso de fotogrametria para mapeamento e topografia ocorreram em 1849, conduzidos pelo Coronel Aimé Laussedat do Corpo de Engenheiros do Exército Francês. Porém, no ano 350 A.C., Aristóteles já havia se referido ao processo de projeção ótica de imagens. Antes mesmo da invenção da fotografia muitas pesquisas foram realizadas e originaram teorias que seriam fundamentais para a criação desta ciência. Entre estes trabalhos cabe citar os trabalhos do Dr. Taylor Brook e J. H. Lambert sobre perspectiva linear. Em 1859, o Coronel Aimé Laussedat apresentou seu trabalho de mapeamento utilizando fotografias e por este trabalho pioneiro ficou conhecido como o pai da fotogrametria (WOLF, 2000).

O uso de balões e pipas para a aquisição de imagens aéreas mostrou-se de grande importância para a criação de mapas e rapidamente foi absorvido pelas forças armadas de alguns países como França e EUA. Apesar da dificuldade de colocar os caros e pesados equipamentos fotográficos da época no ar, pioneiros nesta arte geraram incríveis registros como o do terremoto de 1906 que atingiu São Francisco, na Califórnia, e deixou a cidade em ruínas (Figura 1).

Figura 1. São Francisco fotografada com auxílio de uma pipa após o terremoto de 1906.
Fonte: George Lawrence (Biblioteca do Congresso, <http://lcweb2.loc.gov/service/pnp/ppmsca/07800/07823v.jpg>, acesso em 02/05/014).

A palavra fotogrametria tem origem no idioma grego e se refere ao processo de realizar medições com o uso de fotografias aéreas. Os radicais da palavra são *photon* (luz), *graphos* (escrita) e *metron* (medições) (COELHO & BRITO, 2007).

Existem inúmeros usos para a fotogrametria, mas a principal forma de uso é a de gerar informações tridimensionais a partir de fotografias aéreas. Sendo assim, é possível determinar a altura dos objetos presentes na foto, como prédios, árvores e até mesmo utilizada na projeção de curvas de nível (MARCHETTI & DELMAR, 1989).

De acordo com Marchiori (2016), para que essas informações possam ser geradas, é necessário que as fotografias sejam tomadas a partir de uma linha de voo com uma taxa de sobreposição lateral e longitudinal entre as fotos, ou seja, um mesmo objeto será registrado em mais de uma fotografia, permitindo sua observação a partir de dois pontos de vistas diferentes (Figura 2).

Como as fotografias aéreas possuem distorções por conta das diferenças das distâncias entre os objetos que estão no centro e nas bordas das fotos, ocorrem distorções nos objetos imageados, sendo que para que seja possível a mensuração nas fotografias, é necessário que sejam realizados alguns processos de correção, como a ortorretificação, por exemplo. Esta pode ser entendida como a correção da imagem, pixel a pixel, com relação à distorção topográfica. Assim, toda a imagem parece ser adquirida com visão de topo, ou seja, a imagem fica em uma projeção ortográfica (CRUZ et al., 2005).

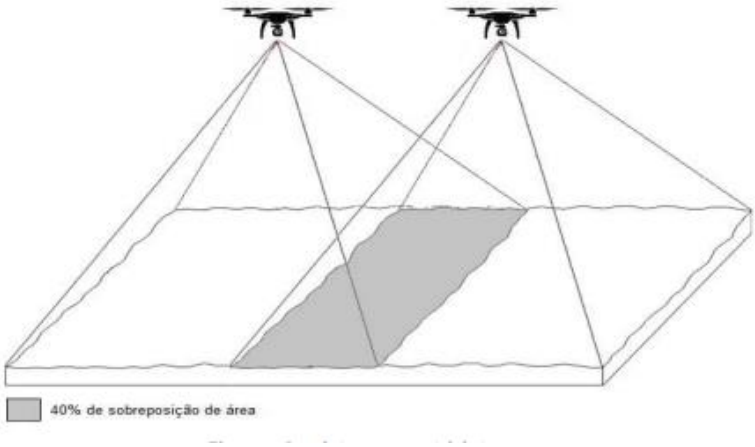

Figura 2. Recobrimento parcial de imagens.
Fonte: Marchiori (2016).

As fotografias aéreas, bem como as imagens orbitais, possuem algumas características que irão influenciar na qualidade das informações que podem ser adquiridas. No caso das fotografias áreas, cabe destacar a resolução espectral e a resolução espacial (NOVO, 1989).

A resolução espectral diz respeito à capacidade do sensor em registrar determinado comprimento de onda. Cada alvo na superfície terrestre reflete e absorve determinado comprimento de onda, o que permite que os objetos possam ser vistos com "cores" diferentes (NOVO, 1989).

Já a resolução espacial pode ser entendida como a área imageada em cada pixel da fotografia aérea. Quanto maior a resolução espacial, menor será o valor do pixel e, quanto maior a resolução espacial, maior a capacidade de diferenciar elementos na fotografia. Fotografias aéreas convencionais (analógicas) apresentam resoluções métricas a submétricas, enquanto as fotografias aéreas digitais podem apresentar resoluções milimétricas, o que facilita a observação e diferenciação de alvos na superfície terrestre (NOVO, 1989).

De acordo com uma de suas definições, a agricultura de precisão (AP) consiste de um conjunto de princípios e tecnologias aplicados no manejo da variabilidade espacial e temporal associada à produção agrícola, objetivando aumentar a produtividade das culturas e a qualidade ambiental (Pierce & Nowak, 1999). Em termos práticos, envolve a obtenção e processamento de informações detalhadas e georreferenciadas sobre as áreas de cultivo agrícola, visando definir estratégias de manejo mais eficientes.

A agricultura de precisão também pode ser definida como uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. Agricultura de precisão, também chamada de AP, é uma maneira de gerir um campo produtivo metro a metro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes (ROZA,2000).

Conforme citado por Gentil & Ferreria (1999), a agricultura de precisão promete grandes benefícios para os usuários deste sistema como:

- Redução do grave problema do risco da atividade agrícola;
- Redução dos custos da produção;
- Tomada de decisão rápida e certa;

Controle de toda situação, pelo uso da informação;
- Maior produtividade da lavoura;
- Mais tempo livre para o administrador;
- Melhoria do meio ambiente pelo menor uso de defensivo.

Para Batchelor et al. (1997), a agricultura de precisão pode:
- Melhorar os rendimentos de colheita e lucros;
- Fornecer informações para tomar decisões de manejo mais embasadas;
- Prover registros de fazenda mais detalhados e úteis;
- Reduzir custos de fertilizante;
- Reduzir custos de praguicida;
- Reduzir poluição.

Ainda, Campo (2000) atribui à agricultura de precisão os seguintes benefícios:
- Redução de quantidades de insumos;
- Redução dos custos de produção;
- Redução da contaminação ambiental;
- Aumento no rendimento das culturas.

Uma dessas tecnologias que crescem cada vez mais e que se enquadram perfeitamente dentro da área de agricultura de precisão é o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT ou DRONE) para imageamento de pequenas áreas com alta taxa de revisita e altíssima resolução espacial (Eisenbeiss, 2004; Nebiker et al., 2008).

O uso dos Veículos Aéreos Não Tripulados em aplicações agrícolas está crescendo rapidamente principalmente devido à versatilidade desses equipamentos em diversas situações e ao sucesso que esses veículos vêm obtendo em suas missões. O uso de um VANT para levantamentos planialtimétricos possibilita a obtenção de dados com curto intervalo de tempo, ampliando a capacidade produtiva de equipes de levantamento e diminuindo os custos da operação (FERREIRA, 2014).

Os VANTs surgiram para fins militares, contudo vêm recentemente sendo utilizados para fins civis, inclusive para o mapeamento. Esses veículos podem executar voos a partir de controle remoto ou voos de modo autônomo (com rotas pré-programadas). Vários nomes vêm sendo atribuídos para estes veículos, como a sigla VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), ARP (Aeronave Remotamente Pilotadas), UAV (Unmanned Aerial Vehicle) e o termo mais informal, drone. Estes equipamentos estão cada vez mais presentes em diversos lugares do mundo. A palavra drone também vem do inglês que significa "zangão", nome este em função do barulho gerado pelas suas hélices, que lembra o inseto (OTAKE, 2017).

Para a Comunidade Internacional de Sistemas para Veículos Não Tripulados (UVS International Community), existem cinco categorias de VANT (Tabela 1): Micro, Mini, Curto Alcance, Médio Alcance e Grande Altitude/Longa Duração.

Atualmente, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), através da Resolução n° 419, de 02 de maio de 2017, estipulou normas para o uso de drone, sendo elas:

- O piloto deve ser maior de 18 anos, havendo necessidade de liberação da ANAC para voos com equipamentos com mais de 25 kg e voos com altitude superior a 400 pés (121,92 metros);
- O piloto deve assegurar que o drone está adequado para realizar o voo, sendo responsável pelas falhas mecânicas e elétricas;
- É proibido o transporte de qualquer forma de vida ou alguma carga perigosa nos drones;
- Todas as operações de drones de uso não recreativo acima de 250 g de peso máximo de decolagem devem possuir seguro com cobertura de danos a terceiros, exceto as operações de aeronaves pertencentes a entidades controladas pelo Estado;
- A operação de aeromodelos de peso máximo de decolagem acima de 250 g somente é permitida pela ANAC em áreas distantes de terceiros, sob total responsabilidade do seu operador.

Tabela 1. Categorias de VANT de acordo com UVS International.

Categoria	**Peso** Kg	**Raio de operação** Km	**Altitude** m	**Duração** H
Micro	<5	<10	250	1
Mini	5<25	<10	150/250/300	<2
Curto alcance	25-150	10-30	3000	2-4
Médio alcance	50-250	30-70	3000	3-6
Grande altitude/longa duração	>250	>70	>3000	>6

Fonte: adaptado de Eisenbess (2004).

A agricultura chegou a tal ponto de desenvolvimento que a tecnologia é bastante empregada, visando menos perdas e, obviamente, um lucro maior na produção. E o GPS tem ganhado uma importância tremenda nesse projeto. Isso pode ser confirmado com o grande leque de possibilidades que o GPS apresenta ao agricultor: mapeamento de áreas propícias para o manejo de terras, direcionamento do trator, tempos variáveis de aplicação, mapeamento da produção, planejamento de plantio, entre outros.

Além disso o GPS ajuda o produtor a trabalhar em dias em que o tempo não está bom, como dias chuvosos, com neblina, poeira, névoa e até mesmo escuridão. Essa nova modalidade de agricultura está bastante ligada com a tendência da “agricultura de precisão”. Isso significa que, utilizando tecnologia geoespacial, é possível definir a relação ambiente – planta – animal de uma determinada área, podendo estimar, com bastante clareza, o nível de impacto de uma plantação agropecuária no lugar, evidenciando, também, a preocupação com o meio ambiente. A agricultura de precisão está caindo no gosto dos agricultores por conta do emprego de vários artefatos tecnológicos como computadores de bordo, sensores, sistemas de posicionamento, coletores de dados, etc.

Fonte: Arquivo pessoal

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no talhão 06 da Fazenda Santa Aurélia I (Figura 3), com área estimada em 30,90 hectares, no município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil (21º51'00" S, 47º43'10" W, altitude 734m, clima subtropical úmido, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger), onde a terra já estava preparada e ideal para realização do trabalho.

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados: Drone DJI Phantom 4®, Iphone® SE, Software AgroCAD e aplicativo Drone Deploy.

O drone Phantom 4® (Figura 4) é desenvolvido pela empresa DJI e é um modelo do tipo quadricóptero (quatro hélices). Possui autonomia de 25 minutos de voo, equipado com câmera 4K, o que permite a obtenção de imagens em boa resolução espacial. O equipamento é controlado via controle remoto, conectado ao telefone celular, sendo necessário um aplicativo

específico para o seu controle, fornecido pela própria empresa que desenvolveu o equipamento. No caso de voos autônomos (com rota de voo programada anteriormente),

pode-se utilizar aplicativos de outras empresas, como foi o caso desta pesquisa, em que se optou por utilizar o aplicativo Drone Deploy®.

Figura 3. Localização da área de trabalho - Fazenda Santa Aurélia I (Talhão 6), Município de Descalvado (SP).
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 4. Drone DJI Phantom 4 e controle remoto conectado ao telefone.
Fonte: Arquivo pessoal

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No aplicativo Drone Deploy® foi realizada a delimitação da área de voo do drone (Figura 5), que corresponde a uma área de aproximadamente 39 hectares. O fator determinante para a delimitação da área foi a autonomia da bateria do drone. O programa, com base na área delimitada, realiza uma estimativa do tempo de voo necessário para a execução, com base nos parâmetros pré-definidos.

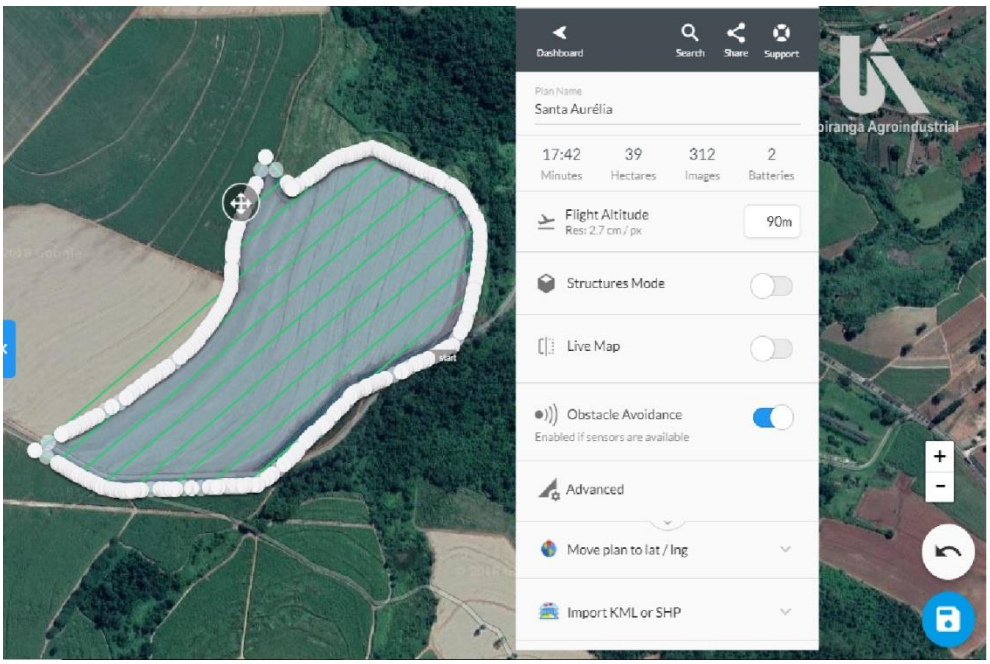

Figura 5. Delimitação da área de voo e parâmetros de configuração do voo.
Fonte: Arquivo pessoal

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. Para tanto, a altitude de voo definida foi de aproximadamente 90 metros, empregando-se taxas de sobreposição lateral e

longitudinal definidas em 70% e 60%, respectivamente (duas imagens sequenciais possuem 70% e 60% de recobrimento lateral e longitudinal, respectivamente).

Após a definição desses parâmetros, o aplicativo calculou uma resolução espacial de 2,7cm/pixel. Também foram implantados na área três pontos de controle para melhor precisão/correção das imagens.

Os pontos de controle e ajuste levantados foram previamente sinalizados no terreno através de placas de borracha E.V.A de 60 x 60 cm, com uma boa distribuição nas áreas levantadas, sendo que estes pontos serviram de complementação a outros pontos fotoidentificáveis.

Após a execução do voo, o processamento das fotografias aéreas foi realizado no próprio software Drone Deploy®, o qual identifica as coordenadas do centro de cada fotografia a partir de atributos da imagem e realiza o alinhamento das fotos. Isto permite observar se o voo foi executado corretamente e se as imagens recobrem toda a área de interesse. Para este procedimento, o programa gera uma nuvem de pontos de baixa densidade (Figuras 6 e 7) que, na sequência, é densificada a fim de gerar informações altimétricas e as curvas de nível, de onde posteriormente serão geradas as linhas de plantio. Após gerada a nuvem de pontos, é realizado a ortorretificação das imagens, resultando em um ortofotomosaico, em que toda a área é representada em projeção ortográfica.

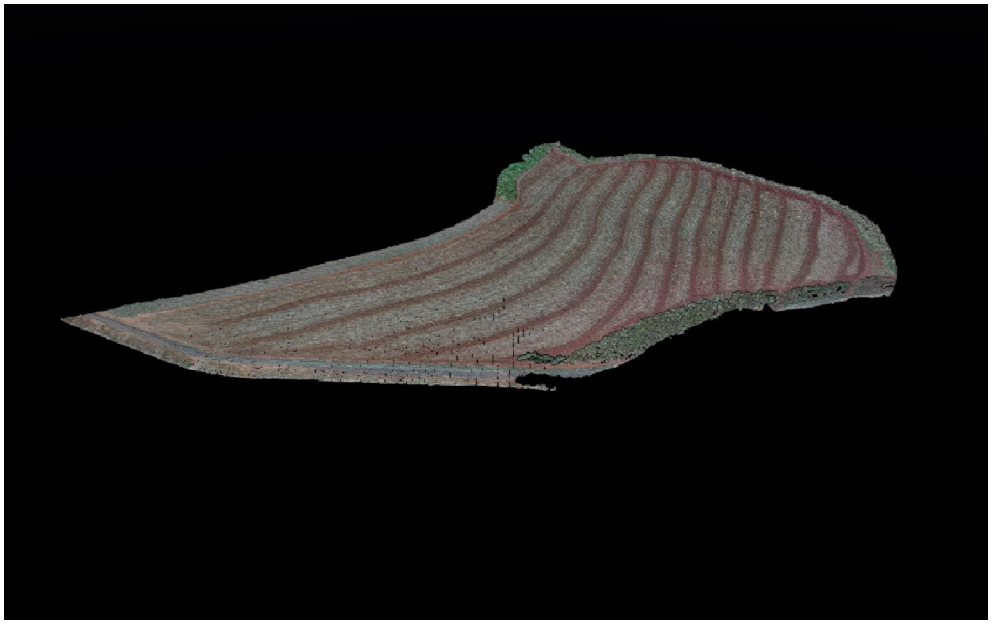

Figura 6. Nuvens de ponto referente a área sobrevoada após o processamento do software.
Fonte: Arquivo pessoal

Após a execução do voo, o processamento total das fotografias aéreas e as devidas correções através de pontos de controle, o resultado do recobrimento aerofotogramétrico foi exportado para o software AgroCAD Civil 3D 2018 para geração do modelo digital do terreno e desenho das curvas de nível, as quais servem de base para a geração das linhas de plantio que são exportadas para os tratores responsáveis por essa operação (Figura 8).

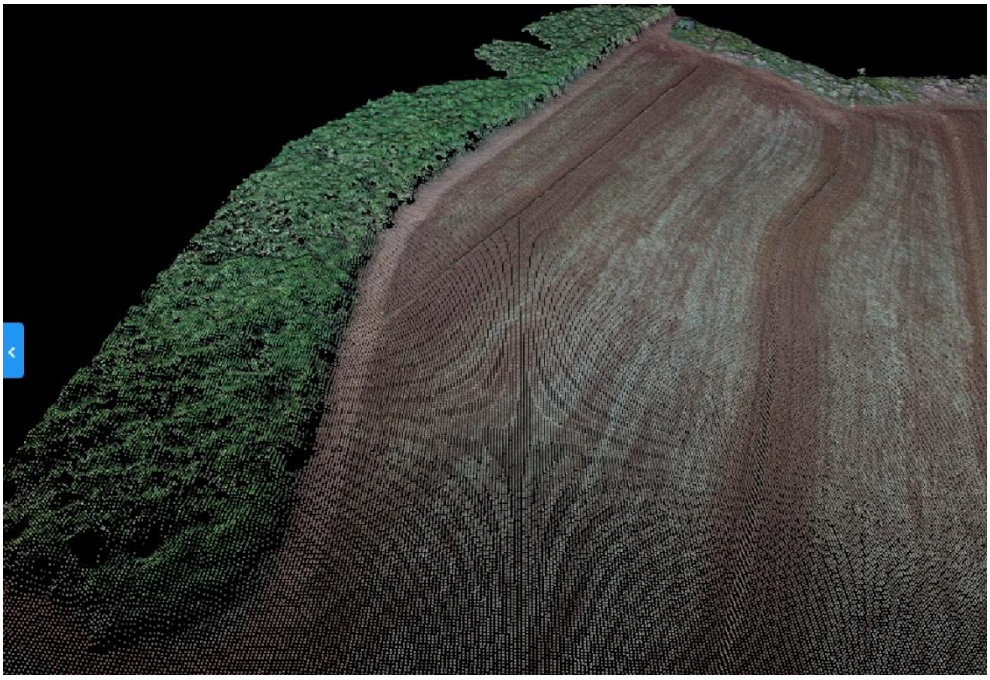

Figura 7. Imagem aproximada das nuvens de ponto referente a área sobrevoada após o processamento do software.
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 8. Desenho das curvas de nível geradas pelo software que servem de base para geração das linhas de plantio.
Fonte: Arquivo pessoal

A partir da geração das linhas das curvas de nível, foram geradas as linhas de plantio com o espaçamento de 1,40 metros entre linhas. Já que a plantadeira acoplada ao trator tem a capacidade de plantio de 2 linhas, as linhas geradas no software AgroCAD foram geradas a cada 2,8 metros (Figuras 9 e 10).

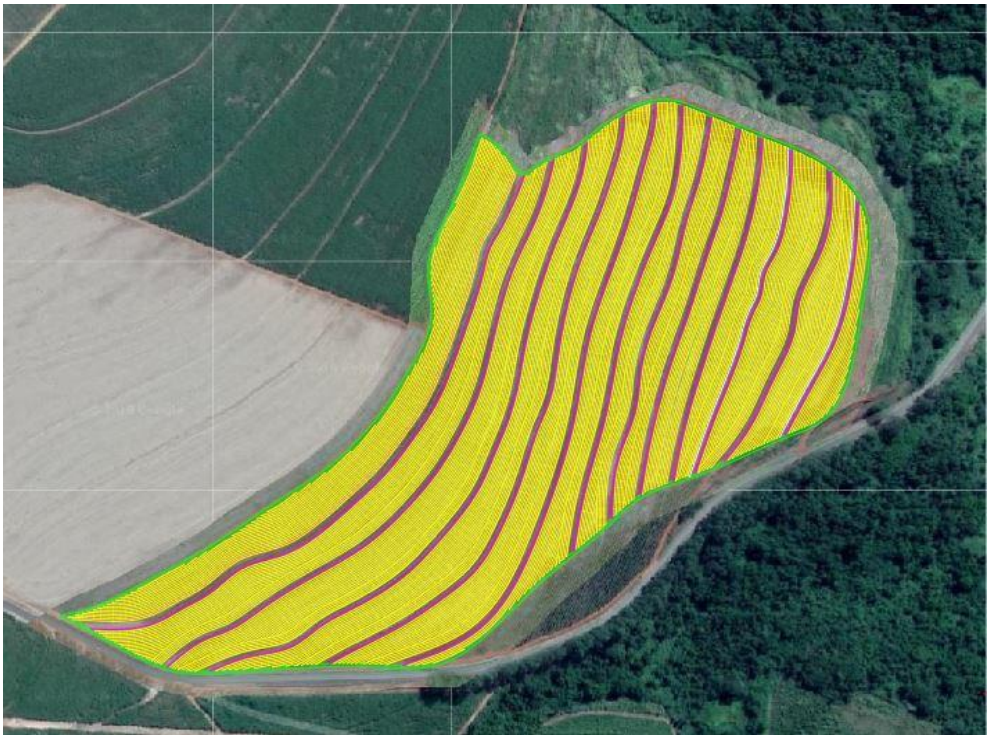

Figura 9. Foto aérea da área com projeto já pronto para execução.
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 10. Imagem mais detalhada das linhas de plantio já prontas para execução.
Fonte: Arquivo pessoal.

Após as linhas de plantio já prontas, o projeto foi exportado para o monitor do trator responsável pela operação (Figura 11) e o trabalho pode ser realizado (Figura 12 e 13).

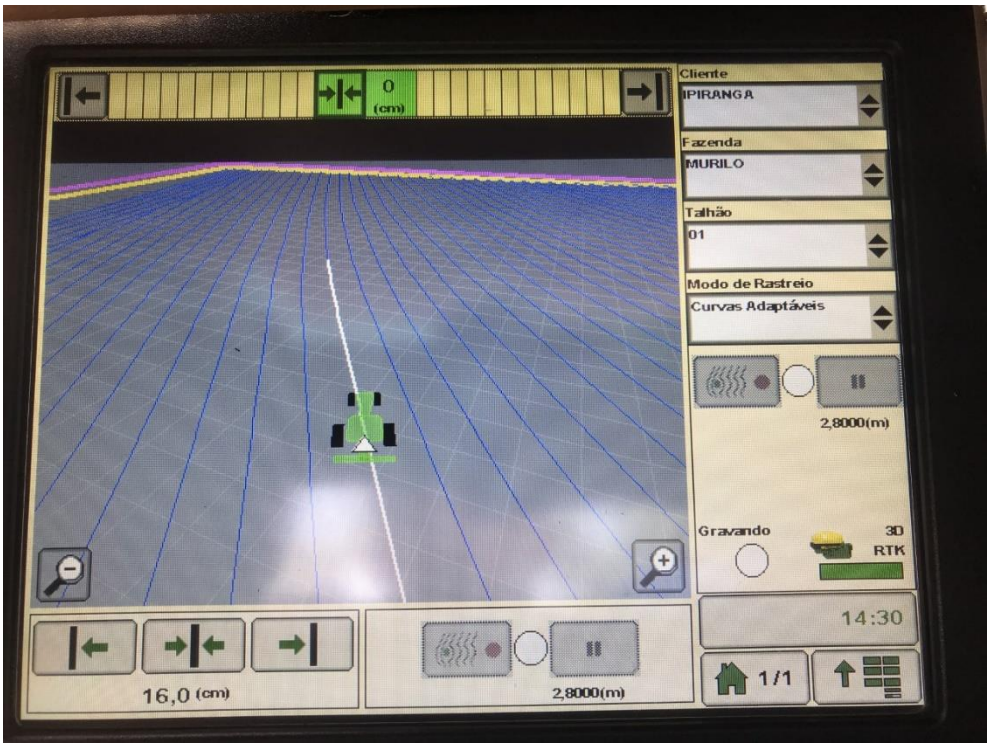

Figura 11. Imagem do projeto exportado para monitor do trator pronto para realizar o plantio.
Fonte: Arquivo pessoal.

.

Figura 12. Trator já com o projeto exportado e realizando o plantio.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 13. Trator já com o projeto exportado e realizando o plantio.
Fonte: Arquivo pessoal

Conclusão

A inovação tecnológica na agricultura vem evoluindo constantemente, e vem sendo implementada no meio rural com o intuito de aprimorar o planejamento e a gestão da propriedade rural, assim como uma melhor eficiência e precisão no manejo dos fatores de produção. De acordo com os resultados aferidos no presente trabalho, pode-se concluir a plausibilidade no que tange à qualidade cartográfica: ortofotos oriundas do drone, obtendo informações suficientes e precisas para um projeto de plantio preciso e acima de tudo qualificado. Dessa forma, a nova tecnologia visa potenciar o enfoque em situações de riscos para o agricultor, e, consequentemente, minimizar perdas e retrabalho e maximizar produtividade e lucratividade.

Abstract: The tecnologic innovation has been growing constantly in the agriculture, and the drone utilization it's some of those technology, where it can bring many advantages as generating cartographic products to be utilized in the agriculture. This project have the objective to avaluate and to show the cartograthic products generated by a drone in the agriculture to aim and observe the failure of planting, the projection of contour lines and the elaboration of use of soil map. The utilizeded material were Drone DJI Phantom 4®, Iphone® SE, and the software/application Drone Deploy. Those materials were operaded in a farm located in the district of Descalvado, with the purpose of generating, through georeferenced aerial photos, level curves and then from these curves the generation of planting lines. The products generated by the drone can be understood as a competitive advantage in the field, being an efficient and effective way to optimize the time of operations and surveys of the crop, consequently maximizing productivity and profitability.

Keywords: Precision Farming, Drone, VANTs

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC - AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Resolução n° 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/RBACE94EMD 00.pdf>. Acesso em: 05 out. 2018

BARROS, R.S.; CRUZ, C.B.M.; REIS, R.B.; COSTA JUNIOR, N.A. Avaliação do modelo digital de elevação do SRTM na ortorretificação de imagens Landsat 7 – Área de aplicação: Angra dos Reis - RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p.3997-4004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/ 237497098_Avaliacao_do_modelo_digital_de_elevacao_do_SRTM_na_ortorretificacao_de_imagens_Landsat_7_-_Area_de_aplicacao_Angra_dos_Reis_-_RJ>. Acesso em: 12 ago. 2018

BATCHELOR, B.; WHIGHAM, K.; DEWITT, J., et al. **Precision agriculture: introduction to precision agriculture**. Iowa Cooperative Extension, 1997. 4p. Disponível em: <http:// www.extension.iastate.edu/Pages/precisionag/prec-ag.pdf>. Acesso em: 25 out. 2018

CAMPO, P. Agricultura de precisão. **Inovações do campo.** Piracicaba. 2000. Disponível em: <http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric_precisao 03.htm>. Acesso em: 25 out. 2018

COELHO, L.; BRITO, J.N. **Fotogrametria digital**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007. 196p. Disponível em: <http://files.labtopope.webnode.com/200000166-592785a262/ APOSTILA_FOTOGRAMETRIA_DIGITAL_UERJ_2009.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2018

Cruz, C. B. M.; Barros, R. S.; Reis, R. B.; Ortorretificação de imagens CBERS2 usando DEM do SRTM, Área de aplicação: Angra dos Reis – RJ.In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 899-906. 2005.

EISENBEISS, H. A mini unmanned aerial vehicle (UAV): system overview and image acquisition. In: International Workshop on Processing and visualization using high resolution imagery. 2004. **Anais...** p. 18-20.

FERREIRA, A.M.R. **Avaliação de câmara de pequeno formato transportada por veículo aéreo não tripulado - VANT, para uso em aerolevantamentos**. 2014. 92F. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: < http://repositorio.unb.br/ bitstream/10482/17305/1/2014_AlexandreMorenoRichwinFerreira.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018

GENTIL, L.V.; FERREIRA, S.M. Agricultura de precisão: Prepare-se para o futuro, mas com os pés no chão. **Revista A Granja**, Porto Alegre, n 610, 1999. p12-17.

LAMPARELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; BORGHI, E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão:** fundamentos e aplicações. 2.ed. Guaiba: Agropecuária, 2001. 117p. (Série Engenharia Agrícola).

MARCHETTI, D.A.B; GARCIA, G.J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, 1989. 257p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Editora Edgar Blücher ltda. São José dos Campos, 1989. 308p.

OTAKE, V.S. **Produtos cartográficos gerados a partir de drones e aplicações na agricultura**. 2017. 17f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro Universitário de Maringá. Maringá, Maringá, 2017. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/ bitstream/handle/123456789/339/VINICIUS%20SEIJI%20OTAKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 ago. 2018

PIERCE, F.J.; NOWAK, P. **Aspects of precision agriculture**. Adv. Agronomy, v.67, p.1-85, 1999.

ROZA, D. Novidade no campo: geotecnologias renovam a agricultura. **Revista InfoGEO**, n.11, 2000. Disponível em: <http://www.infogeo.com.br/Revista/ materia_11.htm>. Acesso em 25 out. 2018

SERRA, L.A.O. **O potencial dos UAV para atualização de cartografia municipal.** 2014. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geográfica) - Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa,

2014. Disponível em: <repositorio.ul.pt/bitstream/10451/15527/1/ulfc111908_tm_Luís_Serra.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2018

WOLF, P.; DEWITT, B.; Wilkinson, B. **Elements of Photogrammetry: with applications in GIS (Vol. 3)**. New York: McGraw-Hill. 2000.