

DRONES COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA AGRICULTORES DO RIO GRANDE DO SUL

LISIANE REIPS¹

[ORCID: 0000-0002-3158-4235](https://orcid.org/0000-0002-3158-4235)

LUIS CLÁUDIO GUBERT²

[ORCID: 0000-0001-7337-5370](https://orcid.org/0000-0001-7337-5370)

Resumo: O uso de tecnologia no campo tem crescido cada vez mais. Nas mais diversas áreas, como na agricultura e na pecuária, a tecnologia tem se feito presente, como meio de aumento da produtividade e redução do seu impacto junto ao meio ambiente. Dentro deste contexto, o uso de imagens aéreas feitas por drones, aparece como uma tecnologia de baixo custo e que pode ser aplicada em qualquer área. Assim, este projeto de extensão foi realizado com a finalidade de auxiliar os pequenos agricultores da região do Alto Jacuí - Rio Grande do Sul, na melhoria da produtividade e na conservação do solo. O projeto foi desenvolvido em parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS) e um grupo de pequenos agricultores selecionados por esta. Durante a realização do projeto, foram realizadas capturas de imagens em diversas propriedades, em diferentes épocas do ano, com o objetivo de acompanhar a evolução das culturas e do solo. Estas imagens foram tratadas em computadores, através da aplicação de filtros, para detecção de padrões e análise de resultados. Ao final do projeto, foram elaborados manuais de operacionalização e distribuídos aos interessados.

¹ Aluna do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS – Campus Ibirubá. Contato: (lisiane.reips@ibiruba.ifrs.edu.br).

² Professor do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS – Campus Ibirubá, cursando Doutorado na área de Computação, na Unisinos. Contato: (luis.gubert@ibiruba.ifrs.edu.br).

Também foi realizado um minicurso de uso e operacionalização de drones e de tratamento das imagens capturadas, com um público de aproximadamente dez participantes, dentre estes, técnicos da EMATER e produtores agrícolas da região.

Palavras-chave: Drone. Agricultura. Manuais. Tecnologia. Análises.

DRONES AS A HELPER TOOL FOR RIO GRANDE DO SUL

Abstract: The use of technology in the field has grown more and more. In the most diverse areas, such as agriculture and livestock, technology has been present as a means of increasing productivity and reducing its impact on the environment. In this context, the use of aerial images made by drones appears as a low-cost technology that can be applied in any area. Thus, this extension project was carried out to assist small farmers in the Alto Jacuí - Rio Grande do Sul region in improving productivity and soil conservation. The project was developed in partnership with the Technical Assistance and Rural Extension Company (EMATER/RS) and a group of small farmers selected by it. During the project, images of different properties were captured at different times of the year, in order to follow the evolution of crops and soil. These images were treated in computers by applying filters for pattern detection and result analysis. At the end of the project, operation manuals were prepared and distributed to interested parties. A mini-course on the use and operation of drones and treatment of captured images was also held, with an audience of approximately ten participants, including EMATER technicians and agricultural producers in the region.

Keywords: Drones. Agriculture. Manuals. Technology. Analyzes.

DRONES COMO HERRAMIENTAS DE APOYO PARA AGRICULTORES DE RIO GRANDE DEL SUR

Resumen: El uso de la tecnología en el campo ha crecido cada vez más. En las áreas más diversas, como la agricultura y la ganadería, la tecnología ha estado presente como un medio para aumentar la productividad y reducir su impacto en el medio ambiente. En este contexto, el uso de imágenes aéreas realizadas por drones aparece como una tecnología de bajo costo que se puede aplicar en cualquier área. Por lo tanto, este proyecto de extensión se llevó a cabo para ayudar a los pequeños agricultores de la región de Alto Jacuí - Rio Grande do Sul a mejorar la productividad y la conservación del suelo. El proyecto se desarrolló en colaboración con la Compañía de Asistencia Técnica y Extensión Rural (EMATER / RS) y un grupo de pequeños agricultores seleccionados por este. Durante el proyecto, se capturaron imágenes en diferentes propiedades, en diferentes épocas del año, para seguir la evolución de los cultivos y el suelo. Estas imágenes se trataron en computadoras mediante la aplicación de filtros para la detección de patrones y el análisis de resultados. Al final del proyecto, se prepararon manuales de operación y se distribuyeron a las partes interesadas. También se llevó a cabo un mini curso sobre el uso y operación de drones y el tratamiento de imágenes capturadas, con una audiencia de aproximadamente diez participantes, incluidos técnicos de EMATER y productores agrícolas de la región.

Palabras clave: Drone. Agricultura. Manuales. Tecnología. Análisis.

Submetido em: 10/05/2019.

Aceito em: 01/08/2019.

INTRODUÇÃO

A utilização de drones como ferramenta de facilitação para diversas áreas urbanas e rurais tem se destacado nas últimas décadas, suprindo necessidades rotineiras com as suas inúmeras vantagens. Um exemplo da vantagem no uso de drones encontra-se na execução de missões militares ou policiamento aéreo, que, se realizados pelo ser humano, colocariam a vida do piloto em risco, expondo-o a ambientes perigosos, devido a ataques inimigos (MILESKI, 2007). Outro exemplo é o uso de drones no monitoramento e verificação de diferenças de funcionamento de barragens, o que possibilita evitar acidentes, quando o seu funcionamento se encontra diferente do fluxo normal (ARAÚJO et al., 2017).

Inicialmente os drones foram idealizados com a finalidade de utilização em missões militares perigosas, como apoio aéreo, atividades de patrulhamento e espionagem (MILESKI, 2007). Desde 1915, balões já eram utilizados pelas Forças Armadas, na Grã-Bretanha, para mapeamento aéreo (LOWE, 2011). Em 1939, no início da Segunda Guerra Mundial, os estados Unidos produziram o primeiro avião comercial (ARAÚJO, 2018) e após a Segunda Guerra Mundial, Israel desenvolveu o seu primeiro Veículo Aéreo Não Tripulável (VANT) (WHITTLE, 2013). Em 1995 surge um dos drones militares americanos mais utilizados na história, denominado Predator (GIELOW, 2017) e em 2014 a Amazon projeta um drone para fazer entregas de encomendas em residências (GROSS, 2013).

Os drones se diferenciam dos aviões e satélites, sendo comercializados por preços bastante inferiores. Apesar de possuírem baixa autonomia e cobrirem áreas não muito grandes em filmagens, em relação aos aviões e satélites, oferecem uma resolução melhor na captura de imagens (voam a uma altura menor, comparada com a altura de seus concorrentes: aviões e satélites), são fáceis de operar e o seu peso é bastante leve. Pode-se dividir os drones em dois modelos: os multirotores, que podem ou não ter uma câmera equipada, com agilidade em filmagens profissionais, apresentando um menor porte e várias hélices, o qual fora escolhido para o projeto de extensão; e o asa fixa que foi desenvolvido especificamente para o mapeamento de grandes áreas, contando com uma autonomia mais elevada, sempre equipado com uma ou várias câmeras (infravermelho, térmica, multiespectral).

Os VANTs multirotores são controlados remotamente, que seguem uma linha de voo programada (TORRES-SÁNCHEZ, 2013) e os primeiros experimentos com VANTs em fotogrametria foram realizados em 1979 (PRZYBILLA

E WESTERN-EBBINGHAUS, 1979). O voo foi na escala de 1:1000, com velocidade suficiente para se obter imagens aceitáveis mesmo em movimento (ZISCHINSKY et al., 2000).

A obtenção de imagens em áreas agrícolas vem crescendo no Brasil, devido à precisão das imagens capturadas por câmeras acopladas em drones, permitindo a detecção de imagens e o monitoramento da lavoura quase que em tempo real. As imagens coletadas permitem identificar e combater pragas, verificar locais específicos do solo que precisam de maior ou menor adubação, ou ainda fazer um levantamento topográfico, diminuindo, desta forma, o desperdício e auxiliando no aumento da produtividade (ZARCO, 2012). Diante disto e devido à região do Alto Jacuí ser promissora na agricultura, optou-se pela realização de um projeto de extensão com o intuito de utilizar um drone para monitoramento de lavouras agrícolas. O projeto teve a finalidade de fazer relação com estudos e literaturas já existentes, bem como facilitar as atividades dos produtores rurais no campo, além de proporcionar minicursos, ofertados pelos bolsistas, ensinando como utilizar um drone para mapeamento agrícola e realizar o tratamento das imagens coletadas.

Para todo o processo do trabalho, levou-se em consideração alguns quesitos, como por exemplo, qual o drone a ser utilizado, qual o mais apropriado para a execução das demandas, o mais adaptável e rentável para cada produtor. Além disso, o tipo de câmera a ser utilizado no equipamento é algo importante a ser levado em consideração, para que haja uma reprodução adequada do estado da planta, do solo e da palhagem. Também foram realizadas explicações para cada agricultor que participou do minicurso, deixando claro os modelos de drones e câmeras existentes e qual o modelo que o IFRS utilizou para o projeto de extensão.

No desenvolvimento dos manuais, foram demonstrados os produtos gerados com a análise das fotos extraídas. Também foram demonstradas tais fotos no minicurso, com a autorização do dono da propriedade. As identificações das áreas com maior necessidade de atenção foram bastante visíveis e de fácil entendimento aos produtores rurais.

METODOLOGIA

O projeto de extensão foi realizado no ano de 2016, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, no Campus de Ibirubá,

com o título “Utilizando drones como uma ferramenta de apoio para os agricultores da região do Alto Jacuí” e possuía o intuito de facilitar a vida rural de produtores agrícolas daquela região. Como metodologia de estudo, em seu primeiro ano de projeto e com apenas um bolsista remunerado, foram analisadas bibliografias que explicassem o funcionamento dos drones, seus tipos e finalidades. Também foram realizados alguns voos dentro do próprio Campus, com o intuito de melhorar a operabilidade do Drone, por parte dos bolsistas. O modelo de drone escolhido foi o Phantom 3, devido às suas grandes funcionalidades e o seu preço acessível, conforme ilustrado na Figura 1.



FIGURA 1: DRONE MODELO PHANTOM 3. FONTE: [HTTPS://WWW.DJI.COM](https://www.dji.com)

Ao escolher um drone, deve-se levar em consideração os componentes existentes nele, e a bateria é um fator relevante. As baterias de drones multirotores possuem uma autonomia média de 20 minutos, então recomenda-se adquirir uma bateria extra, sendo possível programar o drone para que, quando a bateria em execução estiver acabando, ele volte para a base para que seja realizada a troca por outra carregada, continuando a missão por mais 20 minutos de voo. Já os drones asa fixa contam com uma autonomia de em média 2 horas, conseguindo mapear grandes áreas, sem precisar trocar a bateria, e o fazendo mais rápido.

A respeito da escolha da câmera para a reprodução de imagens, o projeto focou na lente Olho de Peixe e na grande angular. A lente Olho de Peixe ou Fisheye é uma objetiva ultra grande-angular que produz forte distorção visual e destina-se a criar uma grande imagem panorâmica ou hemisférica. Ela é muito utilizada para a captura de paisagens, retratos e gravações de movimentação rápida. Já a lente grande angular geralmente tem a mesma distância focal que a Fisheye, porém, a vantagem dessa lente é não ter a intensa distorção nos cantos da imagem, como a Fisheye. Geralmente elas são usadas quando se

busca uma imagem mais real, sem distorções. Esse tipo de câmera é utilizado no mapeamento aéreo, pois representa a imagem mais próxima do solo real.

As imagens obtidas através da câmera no mapeamento aéreo são de suma importância, pois, as fotografias decorrentes da forma vertical são mais fidedignas, não havendo inclinação da câmera na aérea durante a tomada da cena. As fotografias aéreas baseiam-se na aquisição de informações armazenadas pelos sensores, que captam a energia eletromagnética irradiada por um objeto.

Além da câmera, a utilização de filtros específicos também contribui para a análise de imagens, e o filtro utilizado no projeto foi o NDVI (Índice de Vegetação Diferenciada Normalizada). Esse filtro é usado a partir de fotos tiradas com uma câmera NIR (Infravermelho próximo) e é considerado uma medida de quantidade de vegetação em uma área, muito utilizado para a avaliação agrícola. A utilização de filmes infravermelhos coloridos, através da métrica NDVI, traz como principais vantagens: a melhor penetração na névoa atmosférica do que no filme colorido normal; o melhor realce das imagens de alguns objetos na fotografia, principalmente com a delimitação entre corpos de água e vegetação; a diferenciação entre vegetação sadia e não sadia. Para um melhor entendimento do funcionamento do filtro escolhido, os conceitos de infravermelho e sensoriamento remoto são importantes.

Infravermelho: o infravermelho é uma radiação que age em uma frequência além da capacidade humana de visão, ou seja, é invisível aos olhos humanos. Ela é liberada de todos os corpos que soltam calor e tem esse nome por estar depois da cor vermelha no espectro de cores. Os espectros de infravermelho próximo (NIR), além de conterem informação sobre a composição química da amostra, também relacionam a informação física da mesma. Um exemplo é o tamanho das partículas, pois quanto mais grossas estas forem, maior será a penetração de luz, logo maior será a absorbância: os tamanhos das partículas produzem uma linha de base desalinhada. Na região espectral do infravermelho próximo, com o aumento do comprimento de onda, há também o aumento da absorvidade e a eficiência da dispersão de luz, enquanto a sobreposição das bandas e a profundidade de penetração diminuem. Assim, a região espectral ideal para ser usada para a análise de uma amostra é determinada pela correspondência entre as propriedades espectrais da região NIR com a performance analítica requerida, as requisições de amostragem e as propriedades físicas da amostra.

Sensoriamento Remoto: O sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas que permite, através da captação e registro da energia refletida ou emitida, obter informações acerca da superfície terrestre, ou seja, o sensoriamento remoto é a obtenção de dados a distância, por meio de sensores, neste caso, o drone. Com sensores multiespectrais acoplados aos drones é possível, por meio da detecção, quantificação e análise da energia eletromagnética refletida, absorvida e transmitida, correlacionar os dados radiométricos presentes nas imagens com parâmetros biofísicos da vegetação. Dessa forma as imagens podem ser utilizadas para gerar informações relevantes referentes à cultura da planta.

O algoritmo NDVI compara as intensidades refletidas de infravermelho próximo (NIR) e luz visível. Os valores são calculados para cada pixel do mapa e, no caso da vegetação, a refletância do comprimento de onda infravermelha de vegetação saudável é muito maior que a refletância do verde e vermelho da mesma vegetação. A Figura 2 representa de uma forma bem clara e visual, como funciona a refletância das cores, em uma folha morta, estressada e saudável.

As plantas refletem fortemente no infravermelho próximo por causa de uma camada esponjosa encontrada na superfície inferior da folha, mas não fortemente no vermelho (plantas verdes significam que refletem a luz verde). O solo, por outro lado, reflete ambos. No entanto, quando a planta se torna desidratada ou doentia, a camada esponjosa desintegra e a planta deixa de refletir o máximo de luz NIR. Assim, uma combinação linear da refletividade NIR e de refletividade infravermelho deve proporcionar um excelente contraste entre a planta e o solo e até mesmo entre plantas saudáveis e plantas doentias. A principal desvantagem é que o NIR é muito sensível às variações de temperatura e umidade do objeto.

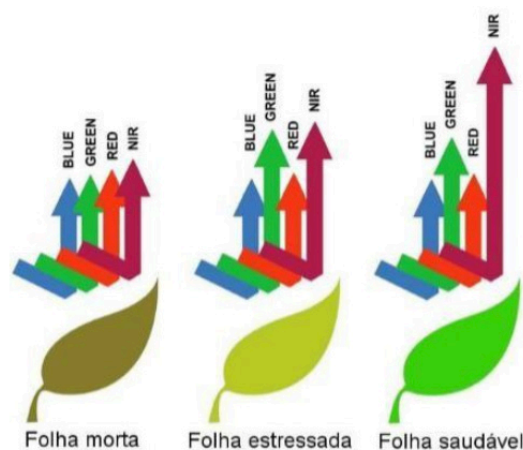


FIGURA 2: REFLETÂNCIA DA FOLHA. FONTE: [HTTPS://DRONEPEDIA.XYZ](https://DRONEPEDIA.XYZ)

Além do NDVI, há diversos índices de vegetação, menos conhecidos, mas desenvolvidos para fins específicos. O Índice Visível de Resistência Atmosférica (VARI), desenvolvido na Universidade de Nebraska, leva em consideração apenas as cores RGB.

Os autores buscavam um método de predição da fração de vegetação (VF) e do índice de área foliar (LAI) a partir de sinais de sensoriamento remoto. O NDVI se correlaciona muito bem com VF e LAI quando a vegetação não está totalmente coberta. Além desses filtros, existe também o Índice de Verde Triangular (TGI), que serve para estimar a clorofila foliar e, indiretamente, cultivar o teor de nitrogênio, utilizando imagens de espectro visível.

VARI e TGI são dois índices de vegetação que usam apenas o espectro visível para que possam ser criados com câmeras não modificadas e drones de consumo. O VARI foi desenvolvido especificamente para monitorar o índice de área foliar (LAI) em culturas de estágio posterior e TGI foi desenvolvido para monitorar o teor de clorofila (e indiretamente nitrogênio) das folhas.

O projeto teve continuidade no ano seguinte, 2017, contando com dois bolsistas, um remunerado e outro voluntário, que realizavam as atividades de planejamento de voo, execução de voo em lavouras, captura de imagens e tratamento destas. Para a elaboração do trabalho, foram realizados quatro voos em propriedades agrícolas particulares, de agricultores da região. Através das técnicas de voo e da utilização de parâmetros existentes nos comandos do drone, obteve-se a captura de imagens aéreas para posterior análise das fotos geradas no experimento. A duração média de cada voo é de quarenta minutos, e a área sobrevoada abrange as plantações agrícolas das propriedades, observando a qualidade da planta, a palhagem e as cores em que as plantas se encontram. As imagens coletadas possuem uma resolução muito boa, conseguindo gerar resultados como imagens em três dimensões, produtos como ortomosaico e verificação de curvas de nível.

A ÁREA A SER COBERTA E A ALTURA DO VOO

A resolução do espaço a ser mapeado e o seu nível de detalhamento são garantidos por uma variável denominada “Ground Sample Distance” (GSD), que significa “Distância de amostra do solo”, ou seja, é a representação do pixel da imagem no terreno em unidades de medida, geralmente representada em

centímetros. A escolha do GSD tem influência direta na nitidez e na capacidade de mapeamento, pois, para haver o aumento do nível de detalhamento, o drone precisa sobrevoar mais baixo, cobrindo, desta forma, uma menor porção de área. Portanto, o tamanho do GSD é inversamente proporcional ao nível de detalhamento, quanto maior o GSD, menor o nível de detalhamento e vice-versa. Quanto à capacidade de mapeamento, esta é diretamente proporcional, ou seja, quanto maior o GSD, maior a área de mapeamento. A Tabela 1 demonstra as diferenças entre esses dois modelos de drones.

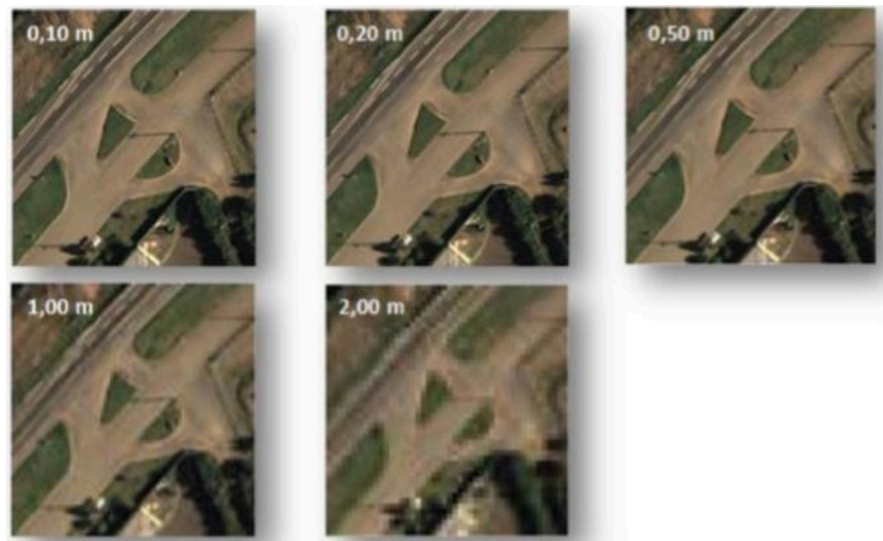


FIGURA 3: FOTOS DA MESMA ÁREA COM DISTÂNCIAS DIFERENTES. FONTE: [HTTPS://BLOG.DRONENG.COM.BR](https://blog.droneng.com.br)

A Figura 3 demonstra exemplos de fotos, todas da mesma área, mas com distâncias diferentes, com a percepção dos níveis de detalhamentos entre uma imagem e outra.

A percepção se dá entre a primeira e a última foto: a primeira tem um GSD de 10cm, com maior resolução/nitidez, enquanto a última tem um GSD de 2m, com menor resolução/nitidez. Ao escolher o GSD, nem sempre escolhê-lo em tamanho menor é a melhor opção, pois há uma diminuição na capacidade de mapeamento, influenciando em mais voos, mais dias de campo e mais custos. Devido a isso, é sempre importante verificar o que vale mais a pena, analisar (custo x benefício).

A distância focal tem relação diretamente proporcional com a escala da foto, portanto, a cada nova foto, a câmera precisa focar os terrenos e,

consequentemente, mudar o valor da distância focal, causando assim uma mudança de escala, resultando então em um mapeamento heterogêneo. Sabe-se que na maioria das vezes o terreno não é plano e, em casos mais específicos, existe uma variação muito grande no terreno, variando do ponto mais alto até o ponto mais baixo da área de interesse. Ao fazer um planejamento de voo, deve-se levar em consideração o lançamento do ponto mais alto, garantindo que o drone sobrevoe toda a área sem riscos de voar muito baixo em certas regiões, conforme a Figura 4.

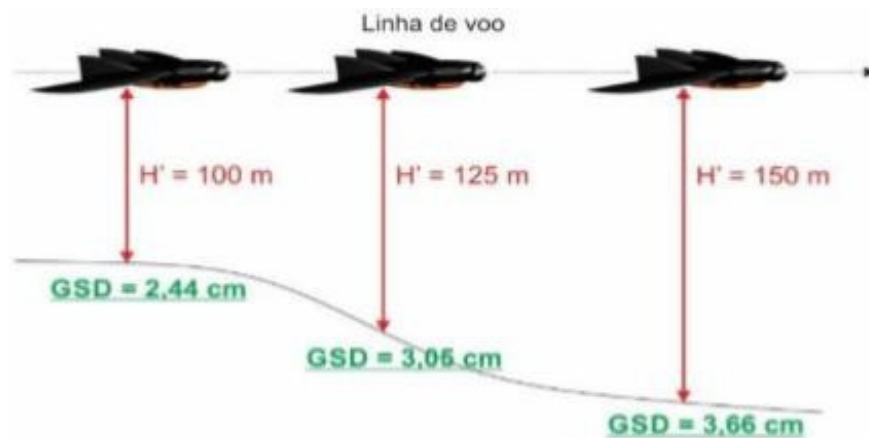


FIGURA 4: DISTÂNCIA DA ÁREA A SER SOBREVOADA. FONTE: [HTTPS://BLOG.DRONENG.COM.BR](https://blog.droneng.com.br)

MAPEAMENTO AÉREO E PLANEJAMENTO DE VOO

Durante o mapeamento aéreo, consegue-se extrair fotos, informações e dados, que feitos de forma correta, determinam a exata posição (latitude, longitude e altura) de cada pixel da imagem, além de uma representação em alta qualidade da área trabalhada. A boa resolução da imagem permite a verificação de alguma anomalia nesta área e a resolução do espaço a ser mapeado e o seu nível de detalhamento são garantidos pelo GSD.

Também é possível exportar a exata posição do GPS para poder ir a campo e ver exatamente onde está o problema. Como exemplo, pode-se citar um técnico especializado que, ao observar uma imagem aérea de toda a propriedade rural, consegue rapidamente notar erosões superficiais, falha de plantio, entre outras anomalias, e, com os filtros corretos aplicados, detecta a saúde da planta, baseada no seu índice de refletância.

O mapeamento aéreo está sendo utilizado principalmente na agricultura, mas não se limita só nela, também está sendo usado na construção civil, em áreas de preservação e no meio urbano.

Um projeto de mapeamento aéreo com drones divide-se, basicamente, em quatro etapas: planejamento, captura, processamento, análise e compartilhamento.

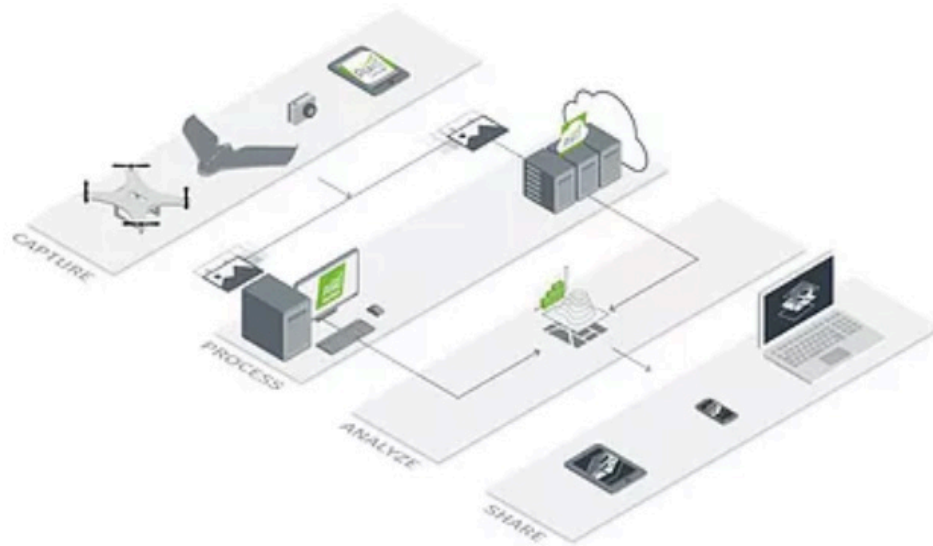


FIGURA 5: ETAPAS DE UM PROJETO DE MAPEAMENTO AÉREO. FONTE: [HTTPS://WWW.DRO-NEGEO.COM.BR](https://www.dro-NEGEO.COM.BR)

A Figura 5 demonstra as quatro etapas: na etapa de captura, realiza-se, inicialmente, o planejamento do voo, através de uma análise da área em questão, geralmente utilizando a ferramenta Google Maps, que permite a pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite, com a finalidade de mensurar genericamente o tamanho da área a ser mapeada, a elevação do terreno, os pontos de apoio, planejando o equipamento que será usado, regulando a altura do voo para a melhor autonomia e precisão. Então será realizado o voo e a captura das imagens. Após capturadas as imagens, o processamento é realizado, podendo ser feito em nuvem ou local. No processamento em nuvem, é preciso realizar o upload das imagens em um site próprio e então este processa e entrega os resultados. Já no processamento local, o processo é mais demorado, necessitando de um computador com um processamento maior. Na etapa de análise, após o processamento finalizado, é possível realizar a análise tanto através de software, para verificar a precisão da imagem em relação às coordenadas reais do solo, quanto

por um profissional das áreas agrárias, que ao observar um ortomosaico com o filtro NDVI aplicado, pode retirar várias informações que ajudarão o agricultor em sua propriedade. Os mosaicos aéreos agrícolas, durante as vistorias de campo em período de cultivo ou em período posterior, fornecem um diagnóstico preciso da área de cultivo (LEBOEUF, 2000). Assim, obtém-se os resultados que podem ser compartilhados com todos interessados, facilitando as atividades agrícolas.

FOTOGRAMETRIA

A fotogrametria é a arte, ciência e tecnologia de obter informações de confiança sobre objetos e do meio ambiente com o uso de processos de registro, medições e interpretações das imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética registrados, ou seja, é a ciência e tecnologia de se obter informação confiável por meio de imagens adquiridas por sensores. A obtenção de medições precisas, através de fotografias aéreas, permite interpretações feitas a partir de mapas possuindo elementos como tom, cor, textura, forma e tamanho, disponibilizando, dessa forma, ao usuário, informações geológicas qualitativas e quantitativas. A fotogrametria ficou mais conhecida devido à popularização dos drones, porém, esta técnica surgiu no século passado na França e já passou por grandes transformações.

A fotogrametria pode ser dividida em duas áreas: fotogrametria métrica e fotogrametria interpretativa. A fotogrametria métrica fundamenta-se na medição das fotos e outras fontes de informação, determinando o posicionamento relativo dos pontos. Já a fotogrametria interpretativa determina o reconhecimento e identificação de objetos e o seu parecer do significado, a partir da análise minuciosa das fotografias. São os princípios da fotogrametria que definem as expressões matemáticas que realizam o alinhamento das fotos, o cálculo de sobreposição de imagens para formar o ortomosaico e o modelo 3D.

Os drones utilizam sensores ópticos embarcados, e através das imagens georreferenciadas captadas por estes sensores, são utilizados softwares de fotogrametria específicos para processamento destas imagens coletadas por drones. Para atingir precisão centimétrica e obter um modelo de elevação confiável e uma ortorretificação precisa da imagem, é ideal a coleta de pontos topográficos de controle em solo para serem utilizados durante o processamento fotogramétrico, principalmente em áreas com grande densidade de cobertura vegetal. Destacam-se como características da topografia realizada com drones: imagem/mosaico ortorretificado, precisão centimétrica, curva de nível, modelo digital de superfície, alta capacidade de mapear grandes áreas, modelo digital de terreno. A capacidade média de mapeamento é

de 20ha por voo, para mais ou para menos, conforme o modelo do drone. Portanto, a topografia tradicional ainda apresenta uma qualidade superior, mas em contraponto essa necessita de mais pessoas para sua realização.

POSSÍVEIS RESULTADOS APÓS O PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Após o processamento das imagens tiradas com o drone, é possível obter vários resultados, como o ortomosaico, que mostra imagens de objetos em suas posições ortográficas verdadeiras. As ortofotos são geometricamente equivalentes a mapas convencionais planimétricos de linhas e símbolos, os quais também mostram as posições ortográficas verdadeiras dos objetos. Durante o voo são tiradas várias fotos, de modo que o intervalo entre uma foto entre a outra, feitas pela câmera fotográfica, é ajustado de tal maneira que cada ponto da superfície é fotografado mais de uma vez em diferentes posições.

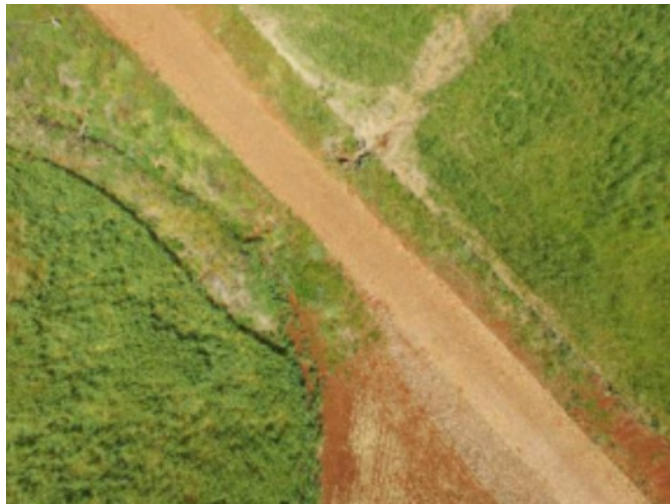


FIGURA 6: FOTO DE UMA PARTE DA PROPRIEDADE SOBREVOADA. FONTE: PESQUISA DO PROJETO.

A Figura 6 faz parte do resultado do primeiro ano do projeto. Para obter uma foto da propriedade inteira com uma qualidade alta, não seria possível tirar apenas uma foto, pois essa teria que ser tirada de uma altura muito elevada e como a altura é inversamente proporcional a qualidade, a foto ficaria com uma qualidade muito baixa. Por esse motivo antes de mapear uma área é feito um planejamento dela, nesse planejamento é levado em consideração a sobreposição das imagens

nas proporções de 60% longitudinal e lateral. Essa sobreposição proporciona mais de uma foto do mesmo ponto em solo, possibilitando uma precisão melhor, e uma visão tridimensional de todos os objetos mapeados.

Como é possível observar, um mosaico de imagens nada mais é do que a união de uma grande quantidade de imagens em uma nova imagem (CHON; KIM; LIN, 2010). Os softwares atuais que realizam o processo de mosaicagem das ortofotos, utilizam um algoritmo chamado SIFT, o qual realiza o reconhecimento de padrões (pontos homólogos ou em comum, nas imagens) por meio da visão computacional. A Figura 7 é um exemplo de um planejamento de voo, a linha verde é o caminho que o drone vai percorrer, e a azul é a delimitação da área:

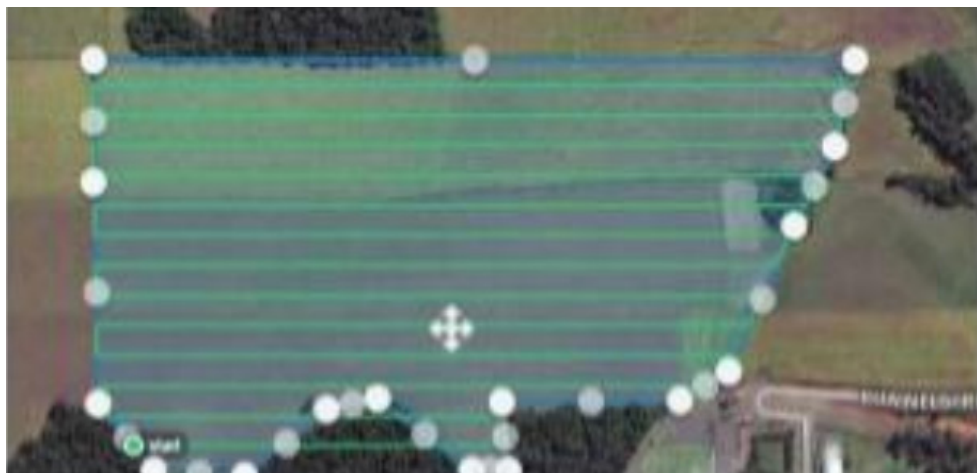


FIGURA 7: PLANEJAMENTO DE VOO. FONTE: PESQUISA DO PROJETO

A linha verde já está configurada para ser mais próxima que a largura total da foto da linha ao lado, desse modo fazendo uma sobreposição lateral.

Outro possível resultado acontece através do Modelo Digital de Superfície (MDS), que traz o detalhamento de todos os objetos acima do solo. O MDS é um conjunto de pontos com coordenadas conhecidas em um determinado sistema de referência cartográfica equidistantes ou não e com elevação conhecida. O MDS é utilizado no planejamento urbano, em projetos de engenharia, em inspeções de plantas industriais, em estudos e planejamentos para infraestruturas, na segurança pública e privada, em cálculos de volumes de pilhas ou objetos. Já o Modelo Digital de Terreno (MDT) detalha apenas o terreno.

O produto básico gerado através da Fotogrametria é o MDS e para gerar o MDT é necessário um processo chamado de filtragem onde são excluídos os objetos acima do solo. A utilização do MDT se dá quando é necessário ter uma

precisão do solo, como em projetos de topografia, curvas de nível, barragens, declividade.

Além desses modelos, o ser humano pode ter uma visão tridimensional dos objetos, através do Modelo 3D, obtendo informações quanto à profundidade, à distância, à posição e ao tamanho dos objetos, gerando uma sensação de visão tridimensional. É possível recriar essa ilusão através de fotos, usando duas câmeras simultâneas, ou com a mesma câmera tirando fotos de ângulos diferentes, como acontece no mapeamento aéreo, onde são tiradas fotos do mesmo ponto através de diversos ângulos, conforme a Figura 8.



FIGURA 8: MODELO 3D. FONTE: PESQUISA DO PROJETO.

Há várias aplicações para o modelo 3D, na agricultura pode ser usado para ver a declividade do terreno de uma maneira mais visual que o MDS, já em outras áreas é usado como reconstrução 3D dos objetos, pois é uma maneira rápida e eficaz de fazê-lo.

As Curvas de nível são linhas imaginárias que agrupam pontos, possuindo a mesma altitude. As curvas de nível na fotogrametria são geradas com base no MDT, ou seja, para obter curvas baseadas no terreno, será necessário um processo de varredura e limpeza dos objetos acima do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do processamento das imagens aconteceu nos laboratórios do Instituto Federal, resultando em imagens que conseguiram demonstrar as doenças nas folhas das plantas, além da demonstração da localização exata da perda de solo e da palhagem. Os produtores, donos das regiões sobrevoadas, puderam enxergar esses locais e saber que tipo de remédio utilizar. Também conseguiram realizar um orçamento mais benéfico de gastos com o solo perdido.

Quanto aos minicursos ofertados, estes tornaram-se muito úteis aos produtores, pois além do interesse demonstrado, pode-se perceber que houve aprendizado. Os produtores também informaram que têm interesse em adquirir um drone e usar softwares para processamento de imagens. A Figura 9 demonstra o momento da realização de um minicurso e a Figura 10 ilustra o drone realizando um voo, como parte prática do minicurso ofertado.



FIGURA 9: REALIZAÇÃO DO MINICURSO. FONTE: PESQUISA DO PROJETO.



FIGURA 10: REALIZAÇÃO DE UM VOO, APÓS A TEORIA DO MINICURSO. FONTE: PESQUISA DO PROJETO.

CONCLUSÃO

Os drones têm demonstrado implicações em diversas esferas, contribuindo em inúmeras áreas, tornando-se cada vez mais frequentes na execução de algumas atividades realizadas pelo ser humano. Pôde-se verificar essa contribuição no decorrer do desenvolvimento do projeto de extensão, pois facilitou na verificação de doenças nas plantas, de perda de solo, inclusive auxiliou no âmbito financeiro, possibilitando aos produtores gastarem somente o necessário com a perda de solo e de nutrientes.

Este estudo objetivou levantar e descobrir as questões relacionadas ao uso de drones na agricultura, identificar os conceitos e tecnologias da aplicação desta tecnologia. Para responder às questões, primeiro procurou-se pesquisar e sistematizar as informações a respeito dos drones e sua utilização, partindo das tecnologias que inicialmente serviram de base para sua criação, passando pelos diversos tipos de drones e suas aplicabilidades. Após, foi feita a relação entre a sua utilização no espectro amplo e direcionando para sua aplicação na área agrícola (foco do trabalho de extensão).

Após, foram identificadas a utilização de imagens aéreas como objeto a ser explorado pelo projeto. Desta forma, foram selecionadas propriedades agrícolas (junto com o parceiro EMATER) para que fossem coletadas imagens em diferentes momentos de cultivo e tratamento do solo, de forma que pudessem ser acompanhadas a evolução das culturas e do solo. Assim, foram realizados voos sobre estas propriedades e realizadas fotografias sobrepostas, que após, deveriam ser unidas em uma única imagem, para serem utilizadas como imagens planialtimétricas e/ou imagens 3D da área agrícola da propriedade.

No decorrer do projeto, as demandas foram proporcionando um aprendizado abrangente, pois realizando um sobrevoo para um público-alvo de noventa pessoas, a articulação das palavras para um bom entendimento é primordial. O mesmo ocorre quando precisamos nos fazer entendível, demonstrando de forma prática algo diferentemente do cotidiano dos participantes. Obviamente, deve-se ter um bom conhecimento do objeto que se está operando e de suas teorias fundamentadas.

Durante o minicurso, houve um maior desenvolvimento da didática e da boa dicção, através dos ensinamentos repassados aos participantes. É importante relatar também que a prática do trabalho em equipe aconteceu favoravelmente, tanto por parte dos alunos, quanto por parte dos produtores.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. C; ROCHA, J. R; GONTIJO, N. R.; ALENCAR, S. B; AVELAR, A. F. **Estudo de Uso de Drones para Monitoramento de Barragens**. Monografia. UNIPAM. Centro Universitário de Patos de Minas. Patos de Minas- MG. 2017.

ARAÚJO, M. L. **O Complexo Industrial-Militar dos Estados Unidos pós-11 de setembro: o caso da Boeing**. 2018. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Relações Internacionais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

CHON, J.; KIM, H.; LIN, C. S. Seam-line determination for image mosaicking: a technique minimizing the maximum local mismatch and the global cost. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 65, n. 1, p. 86-92, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.09.001>.

GIELOW, I. EUA aposentarão o Predator, drone militar mais famoso, após 22 anos. **Mundo, Folha de S.Paulo**. 2017.

GROSS, D. Entrega de drones da Amazon: como isso funcionaria? - **CNN**. 2013.

LEBOEUF, J. Practical applications of remote sensing technology: an industry perspective. **HortTechnology**, v. 10, n. 3, p. 475-480, 2000.

LOWE, N. **História do Mundo Contemporâneo**. São Paulo: Editora: Penso, 2011.

MILESKI, A. M. Uma história de alta tecnologia. **Revista Tecnologia e Defesa**, [S.l.] ano 20, n. 92, p. 42-61, 2007.

PRZYBILLA, H., E WESTER-EBBINGHAUS, W. Bildflug mit ferngelenktem Kleinflugzeug. *Bildmessung und Luftbildwesen*, 47, 137–142. 1979.

TORRES-SÁNCHEZ, J. P. Puesta a punto de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) para detección de malas hierbas en fase temprana: resolución especial y latura de vuelo. (2013). XIV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, Valencia-España p. 43-47.

WHITTLE, R. The Man Who Invented the Predator. AIR & SPACE Magazine. 2013.

ZARCO-TEJADA, P. J., GONZALEZ-DUGO, V., BERNI, J. A. J. **Fluorescence, temperature and narrow-band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro - hyperspectral imager and a thermal camera.** Remote Sensing of Environment, v. 117, p. 322-337. 2012.

ZISCHINSKY, T.; DORFNER, L.; ROTTENSTEINER, F. **Application of a new Model Helicopter System in Architectural Photogrammetry.** Amsterdam: IA-PRS, 2000. Part B5/2. (v. XXXIII).