

## Influência da altura de voo no índice MPRI obtido com Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT)

Alan Schadeck<sup>1\*</sup>; Helton Aparecido Rosa<sup>1</sup>; Joseane Bortolini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegiado de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, Paraná

<sup>1\*</sup>[alanschadeck@hotmail.com](mailto:alanschadeck@hotmail.com).

**Resumo:** Em um mundo cada vez mais globalizado, se destacar é fundamental seja na agricultura, ou em qualquer área. Desta forma a utilização de tecnologias atuais que permitam a coleta de informações de qualidade se mostra eficiente principalmente na agricultura que constantemente tem buscado a maximização da produção. Os veículos aéreos não tripulados (VANTs), despontam como uma alternativa de qualidade na aquisição de imagens de alta resolução da superfície terrestre, o que permite a fotointerpretação de estruturas, terrenos, produção, mapeamento em geral que são fundamentais do ponto de vista produtivo. Dentro deste contexto, o objetivo geral do trabalho foi avaliar índices MPRI obtidos por diferentes alturas de voos de VANT. As alturas avaliadas foram: 80 metros; 100 metros; 120 metros. A análise foi baseada na coleta de imagens obtidas por VANT, com o intuito de qualificar a metodologia e comparar qual a melhor altura na captação de imagens. Para a execução deste estudo, foi realizado um planejamento do voo para uma perfeita execução e assim realizou-se o posterior processamento das imagens geradas pelo VANT, obtendo-se os ortomosaicos. Posteriormente foram gerados índices de vegetação MPRI para todas alturas de voo. Os Índices MPRI gerados a partir dos ortomosaicos nesta pesquisa não apresentaram diferença significativa para as diferentes alturas de obtenção de imagens, o que pode inferir no tempo de vida útil do equipamento e de bateria. Portanto, na pesquisa o produto a 120 m foi semelhante ao da altura de 80 m.

**Palavra- chave:** Drone; Ortofoto; mosaico; sensoriamento remoto.

## Influence of flight height on MPRI index obtained with unmanned aerial vehicle (UAV)

**Abstract:** In an increasingly globalized world, standing out is critical whether in agriculture or in any area. Thus the use of current technologies that allow the collection of quality information proves to be efficient especially in agriculture that has constantly sought to maximize production. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are emerging as a quality alternative in the acquisition of high-resolution ground surface images, which allows photo-interpretation of structures, terrain, production, and mapping in general that are fundamentally productive. Within this context, the general objective of this work was to evaluate MPRI indices obtained by different UAV flight heights. The heights evaluated were: 80 meters high; 100 meters high; 120 meters high. The analysis was based on the collection of drone images in order to qualify the methodology and compare the best time for image capture. For the execution of this study, a flight planning was performed for a perfect execution and thus the subsequent processing of the images generated by the UAV was performed, obtaining an orthomosaic. The MPRI indices generated from the orthomosaics in this research showed no significant difference for the different imaging heights, which may infer the equipment and battery life. Therefore, in the survey the product at 120 m was similar to the height of 80 m.

**Keywords:** Drone; Ortofoto; Mosaic; remote sensing.

### Introdução

Na agricultura atual, a constante busca por resultados acima da média de produtividade nas culturas em geral, desencadearam uma constante busca por precisão nos diagnósticos de doenças, na quantificação de ataque de pragas e assim por diante. Desta forma, a agricultura de precisão tem se destacado por meio da alta tecnologia empregada no agronegócio, buscando resultados cada vez mais eficientes para uma boa produção.

De acordo com Xavier (2013), o constante desenvolvimento tecnológico dos últimos anos no setor da informática tem possibilitado eficientes alternativas tanto na forma de coletar

quando na espacialização de informações obtida por meio do geoprocessamento. O autor ressalta ainda que a integração e a variedade de dados terrestres e orbitais têm permitido a elaboração de mapas cada vez mais precisos tanto em escalas quanto em detalhamentos, permitindo também obter o imageamento de uma mesma área em um intervalo de tempo menor.

A utilização de geotecnologias no Brasil tem se tornado recorrente em inúmeras áreas do conhecimento científico e são indispensáveis em pesquisas geográficas e no monitoramento ambiental. O geoprocessamento é ligado a espacialização de informações e dados da superfície terrestre, que compreende diversas tecnologias que são associadas para a coleta de dados, assim como ao processamento e ao tratamento da informação espacial, análise e oferta de informações por meio de referências geográficas (SOUZA, 2017).

De acordo com Brasil (2018), a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT) ocorreu primeiro em 22 de agosto de 1849, pelo exército austríaco em ataque na cidade de Veneza, usando de balões carregados de explosivos. Até pouco tempo esse tipo de VANT era utilizado apenas para fins militares em razão de custos e complexidade. No Brasil utilizou-se primeiramente em 1982 no projeto conjunto entre o Centro Técnico Aeroespacial e a Companhia Brasileira de Tratores. No entanto, esse projeto não foi bem-sucedido e abandonado, assim, outras empresas investiram nessa tecnologia para atender às necessidades da Marinha, do Exército e da Aeronáutica.

No setor agrícola, o processamento digital de imagens tem se tornado fundamental para o auxílio de tomada de decisões pelos produtores. Pois em imagens que anteriormente eram obtidas apenas por meio de satélites, que não tinham uma definição de imagem adequada, para algumas aplicações não permitindo assim uma avaliação precisa da lavoura. Com o advento dos VANT's, uma captura mais próxima da lavoura possibilitando uma melhor avaliação da área. Os VANT'S possuem um receptor GNSS integrado, que permite ao produtor uma intervenção precisa nos lugares com maior necessidade (SABARÁ, 2018).

De acordo com Santos e Koenigkan (2018), os Ortomapas produzidos por VANT podem demonstrar uma resolução superior à de satélites por meio de Ground Sample Distance (GSD) inferior a 1 pixel/cm<sup>2</sup>. A utilização dos VANT possibilita sensorear uma maior quantidade de áreas em maior frequência temporal, em função da disponibilidade do operador de voo, assim como do equipamento e da necessidade da aplicação, não tendo interferência do problema de oclusão por nuvens, que é um problema frequente no sensoriamento orbital.

Segundo Cardoso (2018), uma das vantagens do uso dos VANT é a análise de imagem, pois os algoritmos de segmentação e classificação podem ser desenvolvidos nas imagens e

transferidos com pequenos ajustes para outras imagens. O autor ressalta ainda que um dos fatores limitantes das operações fundamentadas em VANT são os custos associados ao equipamento, ao pessoal, ao treinamento e requisito para a solicitação de permissão de voo quando concedido pela agência responsável localmente.

Os VANT'S são utilizados geralmente de forma consorciada a sensores mais leves que permitem a sobreposição de imagens, otimizando em consequência os ortomaps, disponibilizando uma maior qualidade de resolução quando comparados a resolução superiores com sensores maiores. No entanto, os VANT'S, em razão de sua leveza e instabilidade no ar se mostram limitados pois podem ser menos precisos para a orientação dos sensores (EINSEBEISS, 2009).

De acordo com Berteska e Ruzgiene (2013), a altura de voo se configura como um fator determinante na quantidade de fotográficas, é sabido que a qualidade do MDE (modelo digital de elevação) e da ortofoto é dependente principalmente da resolução da câmera, bem como da altura do voo e da exatidão dos pontos de apoio (GCP).

Para uma maior altura de voo é necessário que existam parâmetros de orientação exterior, e que estes sejam precisos para que ocorra uma correta determinação das coordenadas geográficas. Pois essas determinações implicarão em uma quantidade maior de pontos de apoio ou ainda de sobreposições entre as fotografias para o aumento da redundância que acontece no processo de ajustamento (SOUZA, 2018).

Segundo Zeegen (2009), quanto mais próxima da perfeição a imagem estiver, melhor será o resultado do processamento para a obtenção da ortofotografia. Dessa forma, entende-se que para a fotografia perfeita existir é necessário que haja registro de luz de maneira balanceada por meio do sensor da câmera diante das condições ambientais no momento da foto.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o índice de vegetação MPRI gerado a partir de ortomosaicos obtidos por diferentes alturas de voos com VANT.

### **Material e Métodos**

Este trabalho foi desenvolvido em uma área de agricultura, no dia 10 de Fevereiro de 2019, aproximadamente às 9:40AM. A área fica localizada no município de Francisco Alves-PR (Figura 1), nas coordenadas centrais 24°09'40" S, 53°53'44" O.

**Figura 1** - Localização da área da pesquisa.



Fonte: Google Maps (2019)

De maneira geral, a área utilizada como estudo de caso serviu de objeto de apoio para o desenvolvimento da pesquisa com a utilização do VANT para a determinação de altura de voo para a captação de imagens, com posterior avaliação dos produtos gerados. Na data da avaliação na área estava sendo cultivado milho, que encontrava-se na fase R5.

Os tratamentos foram as seguintes alturas: 80 metros, com um GSD teórico de 2,4 cm; 100 metros, com um GSD teórico de 3,0 cm; 120 metros, com um GSD teórico de 3,6 cm. A análise foi baseada na coleta de imagens obtidos por VANT.

O VANT utilizado neste estudo foi o Phantom 4 Pro da fabricante chinesa DJI. Este equipamento possui sistema de navegação GNSS, com sistema de medição inercial (IMU), possui câmera RGB de 20 MP, e sua bateria tem autonomia de voo de 30 minutos.

Para as etapas de planejamento e realização deste estudo por meio do controle de voo e o posterior processamento dos dados obtidos, utilizou-se o software Drone Deploy (Versão Free Trial), que se configura como um aplicativo para planejamento de voo e aquisição das imagens. Este aplicativo possibilita a parametrização do plano de voo em razão da resolução desejada para as imagens originais, desta maneira é possível realizar uma sobreposição das imagens, linhas de voo e resolução resultante. O software possui também um módulo de controle do voo em formato de aplicativo. Para este estudo não foram usados pontos de apoio.

Os ortomosaicos foram gerados utilizando a modelagem 3D e mapeamento. O processamento das imagens foi realizado com o auxílio de algoritmos computacionais do aplicativo Drone Deploy (Versão Free Trial), de forma automatizada para grandes lotes de imagens.

O próximo passo foi separar as bandas R, G, B com o auxílio da ferramenta dividir bandas RGB, do QGIS 3.4. Em seguida calculou-se o índice de vegetação MPRI (Índice de Refletância Fotoquímica Modificado) (Equação 1).

$$MPRI = \frac{(GREEN - RED)}{(GREEN + RED)} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

GREEN = reflectância no comprimento de onda verde (nm)

RED = reflectância no comprimento de onda vermelho (nm)

Para análise dos dados coletados, foi utilizado o teste t-Student para os MPRI's gerados, com o objetivo de comparar as médias obtidas entre os pixels das diferentes alturas de voo.

### Resultados e Discussão

A estatística descritiva dos valores de MPRI para as 3 alturas de voo com o VANT é apresentada na Tabela 1. Observa-se que o Coeficiente de Variação das diferentes alturas de captura de imagens foram muito próximos, apresentando valores entre 38 e 40%, que de acordo com a classificação de Pimentel Gomes (2009), é considerado um valor alto, tendo baixa precisão. De acordo com a classificação do Coeficiente de Variação, valores inferiores a 10% é considerado de alta precisão, valores entre 10 e 20%, considerado de média precisão, valores entre 20 e 30% é considerado altos e tem baixa precisão; e valores superiores a 30% é considerado muito alto, sendo classificado de baixa precisão.

**Tabela 1** - Estatística descritiva dos valores de MPRI para as 3 alturas de voo.

Estatística	80 m	100 m	120 m
Média	0,169	0,175	0,181
Mediana	0,165	0,156	0,172
Desvio padrão	0,069	0,084	0,069
Variância da amostra	0,005	0,007	0,005
Curtose	0,260	11,764	1,611
Assimetria	0,382	2,712	0,330
Mínimo	-0,010	0,048	-0,053
Máximo	0,362	0,652	0,405
Coeficiente de variação	40,613	48,092	38,112

O desvio padrão observado neste estudo, demonstrou que não houve uma amplitude diferenciada nas médias obtidas para as diferentes alturas de voos. Este resultado vai de encontro ao observado por Sopchaki et al. (2018), que avaliando a qualidade planimétrica dos ortomosaicos que foram coletados com VANT, sem o emprego de pontos de apoio de campo, observaram que não houve um padrão de distribuição dos erros, no entanto, os autores salientaram que os erros se distribuem uniformemente nos ortomosaicos.

As médias apresentaram valores semelhantes para as alturas de 80 e 100 m, assim como os valores de mediana foram semelhantes para estas duas alturas, não havendo uma variação nos valores obtidos.

A maior média apresentada foi para curtose em que a altura de 100 m mostrou valores superiores aos demais. A assimetria também apresentou maior valor para altura de 100m. De acordo com Piana et al. (2009), a assimetria indica o grau e o sentido do afastamento da simetria. Os autores classificam a assimetria como positiva quando os valores são  $>0$ , indicando assim que a maioria dos valores são menores ou que estão localizados à esquerda da média aritmética.

Na Tabela 2, apresenta-se o teste t-student comparando as médias dos valores dos pixels para MPRI nas 3 alturas de voo, demonstrando que as obtenções de imagens em diferentes alturas de voo não diferiram para as 3 alturas estudadas.

**Tabela 2** - Teste t-student para comparação das médias de MPRI.

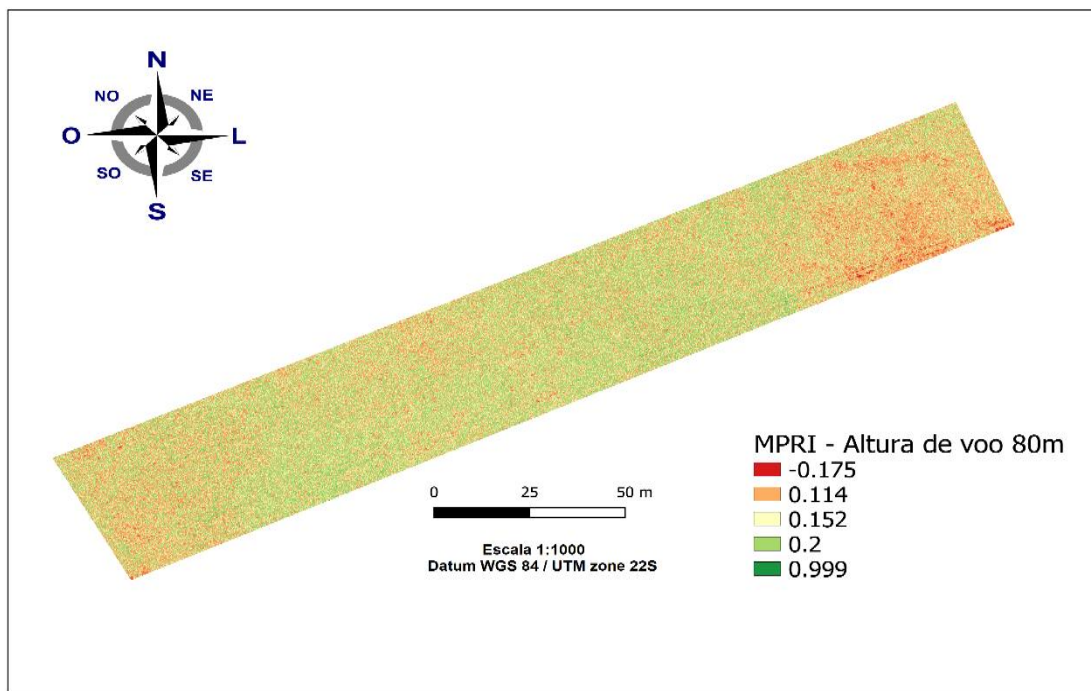
Altura de voo	Médias
80 m	0,17 a
100 m	0,17 a
120 m	0,18 a

Letras iguais não diferem pelo teste t-student e 5% de probabilidade.

As médias obtidas para as alturas 80, 100 e 120 m não foram significativas, o que demonstra que mesmo aumentando as alturas, o produto final geral para o índice de vegetação não era significativamente diferente. Pensando na vida útil do equipamento e no tempo de bateria, é possível fazer coleta de imagens na altura de 120 m com maior rendimento da bateria que a altura de 80 m, ou seja, maior rendimento do equipamento.

A Figura 2 apresenta o índice MPRI que foi gerado a partir do ortomosaico obtido a altura de 80 metros.

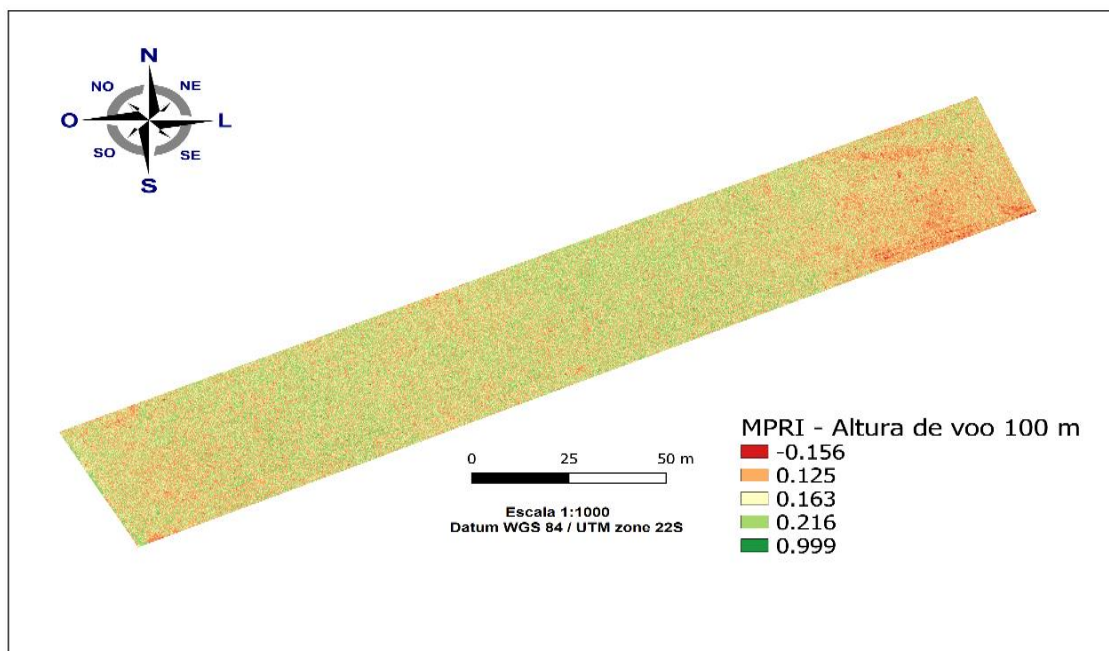
**Figura 2** - Índice MPRI obtido por VANT em voo de 80 m.



É possível identificar com grande precisão falhas de plantio, assim como a presença de plantas daninhas. Resultados semelhantes foram observados no trabalho realizado por Felipetto (2016), analisando a qualidade de imagens capturadas por um VANT de baixo custo de desenvolvimento e implantação, na determinação de índices de vegetação na cultura do crambe na região oeste do Paraná, salientou que com as imagens capturadas foi possível determinar com grande precisão posicional as falhas no plantio, pois as imagens geradas possibilitaram observar com precisão a sobreposição de semeadura, assim como a emergência da planta, que podem ocorrer por problemas técnicos na regulação da semeadora no pré-plantio. O autor enfatiza que a utilização de imagens captadas por um VANT pode auxiliar efetivamente o produtor rural na correção de erros de semeadura, bem como facilitar o manejo correto e preciso de uma cultura.

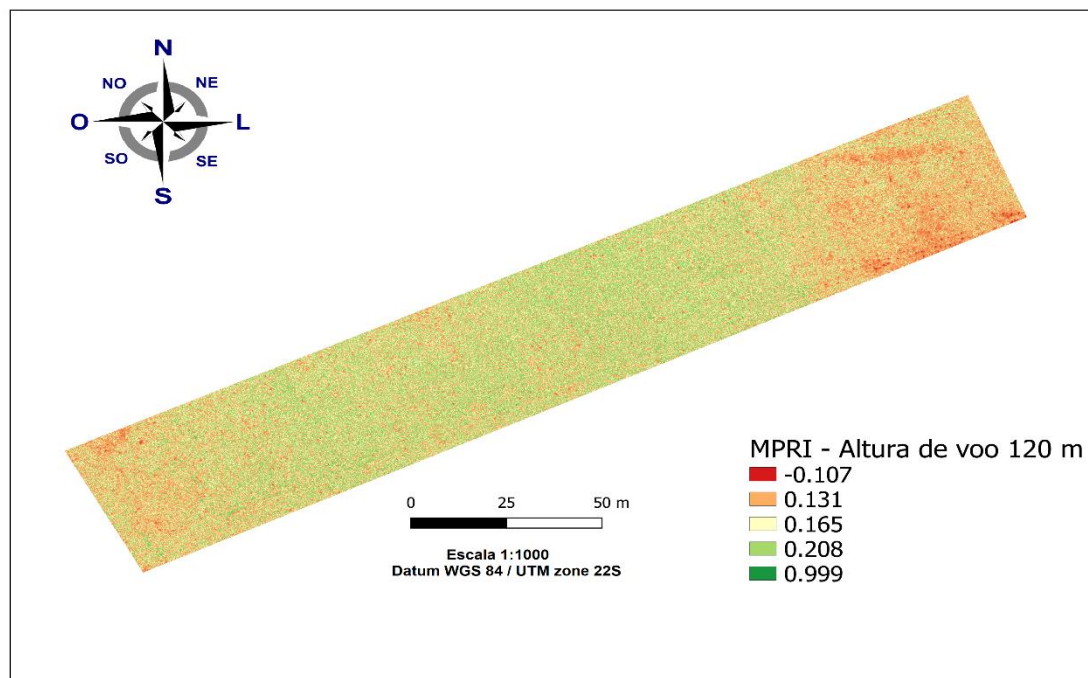
Na Figura 3 é possível observar que a qualidade do MPRI gerado não foi afetada ao se aumentar a altura de voo. Divergindo do que Alves-Júnior et al. (2015) observaram em seu estudo, avaliando a precisão de ortomosaicos gerados por fotografias aéreas registradas com câmera digital não métrica em VANT, comparando entre si dois níveis de processamentos, com e sem a utilização de pontos de apoio no campo. Os autores observaram que era notável a tendência nas diferenças da altitude no mosaico com ponto de apoio e sem, inferindo na qualidade das imagens geradas.

**Figura 3** - Índice MPRI obtido por VANT em voo de 100 m.



A Figura 4 mostra que assim como nas figuras 1 e 2 não houve diferença na qualidade de captação de imagem na altura de 120m.

**Figura 4** – Índice MPRI obtido por VANT em voo de 120 m.



O ortomosaico gerado pelo VANT em voo com altura de 120 m não foi significativo diante das alturas testadas (80 e 100 m), no entanto, é possível observar que quando se refere a conservação do aparelho e vida útil a altura de captação em maior altura obteve a mesma



qualidade da altura de 80 m, desta maneira é possível usar maiores alturas de voos e o tempo de bateria ser o mesmo que o usado para a gerar ortofotos com menores alturas.

De acordo com o que ressalta Fusioka (2016), dentre as vantagens na utilização de VANT's, está o baixo custo quando comparado ao uso de satélites com alta resolução espacial, bem como a flexibilidade e adaptação dele para potenciais necessidades de monitoramento, como em diferentes alturas, porém quando comparado as imagens de satélite, o uso do VANT necessita de um maior número de fotos para o monitoramento de uma área, desta maneira o processamento das imagens se torna um importante aliado para o monitoramento e identificação de problemas em uma lavoura.

### Conclusão

Os Índices MPRI gerados a partir dos ortomosaicos nesta pesquisa não apresentaram diferença significativa para as diferentes alturas de obtenção de imagens, o que pode inferir no tempo de vida útil do equipamento e de bateria. Portanto, na pesquisa o produto a 120 m foi semelhante ao da altura de 80 m.

### Referências

ALVES-JÚNIOR, L. R; CÔRTEZ, J. B. R; FERREIRA, M. E; SILVA, J. R. Validação de ortomosaicos e Modelos Digitais de Superfície utilizando fotografias obtidas com câmera digital não métrica acoplada a um VANT. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015.

BERTEŠKA, T.; RUZGIENĖ, B. **Photogrammetric Mapping Based on UAV Imagery**. *Geodesy and Cartography*. 2013. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/20296991.2013.859781>> Acesso em: 25 mar. 2018.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Relatório - Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados**. DIÁLOGO SETORIAL UNIÃO EUROPEIA-BRASIL: 2018. Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/images/publicacao\\_DRONES-20161130-20012017-web.pdf](http://www.mdic.gov.br/images/publicacao_DRONES-20161130-20012017-web.pdf)> Acesso em: 21 mar. 2019.

CARDOSO, R. J. **Construção de um mosaico utilizando um veículo aéreo não-tripulado através da fundamentação cartográfica**. Universidade Federal de Uberlândia. Tese de Graduação. 2018. 54f.

EISENBEISS, H. **UAV Photogrammetry**. Doctor of sciences, University of Technology Dresden, Germany, 2009. Disponível em: <[http://www.igp-data.ethz.ch/berichte/blau\\_Berichte\\_PDF/105.pdf](http://www.igp-data.ethz.ch/berichte/blau_Berichte_PDF/105.pdf)> Acesso em: 25 mar. 2019.

FELIPETTO, H. S. **Desempenho de um vant na determinação de índices de vegetação da cultura de crambe**. Dissertação de Mestrado. Unioeste. Cascavel. 2016. 109 f. Disponível em: <

[http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2729/1/Henrique\\_%20Felipetto%20fevereiro%202016.pdf](http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2729/1/Henrique_%20Felipetto%20fevereiro%202016.pdf)> Acesso em: -4 nov. 2019.

FUSIOKA, A. M. **Segmentação de imagens aéreas de veículos aéreos não tripulados para a agricultura de precisão**. TCC Graduação. UEL. Londrina. 2016. 49f.

PIANA, C. F. B.; MACHADO, A. A.; SELAU, L. P. R. **Estatística Básica**. Instituto de Física e Matemática. Departamento de Matemática e Estatística – Universidade Federal de Pelotas. Edição em 30/09/2009. Disponível em: <[http://www.energiapura.net.br/alunos/planejamento\\_experimentos/Aulas\\_PAE/aula1\\_PAE/Apostila\\_EB.pdf](http://www.energiapura.net.br/alunos/planejamento_experimentos/Aulas_PAE/aula1_PAE/Apostila_EB.pdf)> Acesso em: 10 nov. 2019.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

SABARÁ, H. H. R. **O Uso De Veículos Aéreos Não Tripulados (Vant) Na identificação do Percevejo Marrom em lavouras de Soja Usando Técnicas de reconhecimento de Padrões e Aprendizado de Máquinas**. Tese de Mestrado. UTPR. Campo Mourão - 2018. 78f.

SANTOS, L. F. B. **Avaliação de modelo digital de terreno gerado através de VANT em região do pantanal**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. 2016. 53f.

SANTOS, T. T; KOENIGKAN, L. V. **Produção de ortomaps com VANTs e OpenDroneMap**. Embrapa. Circular técnica 5. 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1102033/1/OrtomapsCirc05.pdf>> Acesso em: 20 mar. 2019.

SOPCHAKI, C. H; PAZ, O. L. S; GRAÇA, N. L. Z. S; SAMPAIO, T. V. M. Verificação da qualidade de ortomosaicos produzidos a partir de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada sem o uso de pontos de apoio. **RAEGA - Temático de Geotecnologias**, Curitiba, v.43, p. 200 -214 , Fev/2018.

SOUZA, J. L. Geotecnologia como ferramenta de apoio a leis ambientais: sensoriamento remoto e sig. **Revista Olhar: Revista científica da ESAMC**. Sorocaba, SP, v.2, n.1, 2017.

SOUZA, G. **Análise da influência das configurações dos pontos de apoio e do voo na acurácia de ortofotomosaicos elaborados a partir de dados de VANT**. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da UFRGS. UFRGS. 2018. 87f.

XAVIER, R; **A utilização do vant em levantamentos ambientais**. Artigo de especialização Análise Ambiental do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR. 2013. 36p. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52180/R%20-%20E%20-%20RODRIGO%20XAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 mar. 2019.

ZEEGEN, L. **Fundamentos de ilustração** (recurso eletrônico). Porto Alegre: Bookman, 2009. 176 p.