

VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS COM VISÃO COMPUTACIONAL NA AGRICULTURA: APLICAÇÕES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Artigo completo

Gercina Gonçalves da Silva (UCDB) – gercina.goncalves@gmail.com

Kleber Padovani de Souza (UCDB) - kleber.padovani@gmail.com

Ariadne Barbosa Gonçalves (UCDB) - ariadne.gon@gmail.com

Hemerson Pistori (UCDB) - pistori@ucdb.br

Jenifer Ferreira Gonzaga (UCDB) jenifg@gmail.com

Resumo:

O agronegócio é um setor importante para o Brasil e tem sido impulsionado por um processo de modernização e implementação de tecnologias que permitem ampliar o ganho produtivo e financeiro. Este trabalho faz uma revisão referente ao uso de Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) na agricultura. Os trabalhos mencionados referem-se a experimentos em diversas partes do mundo. No Brasil, o uso do VANTs é relativamente novo e tem sido utilizado tanto para uso militar quanto civil, sendo que a utilização de VANTs na agricultura ainda tem um número de usuários reduzido. Assim, é importante que se fomente pesquisas que possam melhorar e facilitar o acesso dos produtores a essa importante ferramenta que, aliada a visão computacional, pode proporcionar informações a serem utilizadas na tomada de decisão quanto aos aspectos produtivos.

Palavras-chave: Agricultura, VANT, Visão computacional.

1 Introdução

De acordo com o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA (2012), o Brasil, no período recente, tem apresentado um quadro de crescimento econômico e social marcado pela distribuição de renda e inclusão social, tendo o agronegócio como um dos pilares desse crescimento, destacando-se a produção brasileira do complexo soja, complexo sucroalcooleiro, carnes e café. Entre as safras de 2005/2006 e 2010/2011, a produção brasileira de grãos aumentou 33% e os quatro principais setores exportadores, que participavam com 78,7% das exportações totais de 2006, ampliaram essa concentração para 79,4% em 2011 (MAPA, 2012). Em 2013, no Brasil, a área cultivada foi estimada em 52,99 milhões de hectares e, desse total, a cultura da soja ocupa 52,2% (27,65 milhões de hectares), seguida do milho com 29,1% (15,41 milhões de hectares) – CONAB (2013).

O Brasil apresentou um processo de modernização na agricultura iniciado a partir de meados da década de 1960, com a Revolução Verde. Atualmente, a agricultura passa por uma reformulação, onde os procedimentos repensados focam o controle de pragas e doenças agrícolas (ZARBIN, 2009). De acordo com o autor, em países desenvolvidos, as perdas anuais na produção devido ao ataque de insetos são de 14% e de 38% nos países em desenvolvimento.

Para Herwitz et. al. (2004), a agricultura tem se tornado uma indústria onde cada vez mais se faz importante o conhecimento em resposta a questões ambientais e econômicas. Abordagens agrícolas baseadas no conhecimento são destinadas a aumentar a eficiência da agricultura, a melhorar a rentabilidade e a reduzir os impactos ambientais e devem impulsionar ainda mais a inovação tecnológica. Logo, o segmento do agronegócio é um beneficiário potencial de inovações tecnológicas, como o sensoriamento remoto e a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados – VANTs.

Os VANTs são pequenas aeronaves que, sem qualquer contato físico direto, possuem a capacidade de executar tarefas como monitorar, mapear, entre outras (MEDEIROS, 2007). De acordo com o autor, essas aeronaves se caracterizam por dois aspectos básicos: não possuem piloto a bordo e carregam equipamentos – normalmente sensores que lhes permitem cumprir missões determinadas. Esses VANTs são pilotados ou controlados a distância através de meios eletrônicos e computacionais, supervisionados pelo homem ou via controladores lógicos programáveis. Atualmente mais de 40 países trabalham com o desenvolvimento de VANT voltado para diferentes mercados (JORGE et. al., 2011).

Embora inicialmente projetado para fins militares, os VANTs – que também são popularmente conhecidos como drones (tradução em inglês para zangão) – têm sido utilizados para diversos outros fins, como auxílio em vigilância, na cartografia, no controle de tráfego urbano, missões de busca e resgate, acesso a regiões críticas, bem como na agricultura - em especial, na agricultura de precisão.

O número de aplicações com VANTs cresce ainda mais quando lidamos com aeronaves equipadas com câmeras. A disponibilidade dessas imagens combinada com técnicas computacionais como algoritmos das áreas de Visão Computacional e Reconhecimento de padrões, pode permitir avanços ainda maiores para a agricultura e outras áreas.

Este estudo tem como objetivo apresentar o emprego de VANTs para obtenção de imagens com finalidades diversas ligadas a tomada de decisão na agricultura, aliado a Visão Computacional, utilizando-se, para tanto, de uma revisão bibliográfica baseada na literatura especializada através de consulta a artigos científicos selecionados.

Deste modo, além da introdução, este trabalho é composto da seguinte estrutura: a Seção 2 faz uma apresentação do veículo aéreo não tripulado destacando sua definição, tipos e histórica; a Seção 3 apresenta a visão computacional e destaca as etapas desse sistema; Na Seção 4 são apresentadas as pesquisas que se utilizam dos VANTs e da Visão Computacional na Agricultura para uma investigação específica e suas devidas conclusões. A Seção 5 apresenta os desafios e as perspectivas e, a seção 6 a conclusão.

2 Veículos aéreos não tripulados - VANTs

Estudos relacionados aos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) têm apresentado crescimento ao redor do mundo proporcionando com isso novos avanços na tecnologia computacional, desenvolvimento de software, materiais mais leves, sistemas globais de navegação, avançados links de dados, sofisticados sensores e a miniaturização (JORGE et. al., 2011).

Veículos aéreos não tripulados (VANTs), como o nome sugere, são aeronaves que decolam e voam sem a necessidade de tripulação a bordo. O controle das atividades comumente executadas pelos tripulantes pode ser executado por sistemas computacionais programados e/ou à distância por seres humanos via controles remotos (EID et al, 2013).

Para Kerrow (2004) os VANTs podem ser classificados em dois tipos: VANTs com asas fixas e VANTs com asas rotativas. Para esse autor, os que possuem asas fixas são indicados para vôos ao ar livre, podendo cobrir uma área extensa. Os VANTS com asas rotativas possuem maior capacidade de vôos em baixa altitude e em ambientes fechados devido as suas características de manobra, decolagem, pouso vertical e vôo pairado. Nessa última classificação, destaca-se o quadróptero, uma configuração de VANT com asas rotativas (FIGUEIREDO e SAOTOME, 2012).

Blom (2010) afirma que os VANTS surgiram em pesquisas militares da necessidade de reconhecimento do inimigo durante o período de guerra. Para ele, uma vez que o homem havia descoberto a arte do vôo, era inevitável que essa capacidade fosse utilizada na batalha. De fato, durante a Revolução Francesa, foram utilizados balões para reconhecimento do inimigo. Porém, devido a limitações técnicas da época, a utilização de balões logrou pouco sucesso.

A idéia iniciada com simples balões passou hoje para uma vasta gama de máquinas tecnologicamente avançadas. Embora balões mais leves que o ar pareçam distantes dos VANTs hoje utilizados, as missões realizadas ao longo da Frente Ocidental, em 1917 e 1918, são quase idênticas às realizados por VANTs no Iraque e no Afeganistão (BLOM, 2010).

De acordo com Blom (2010), o Corpo Aéreo do Exército dos EUA, e mais tarde a Força Aérea independente, desenvolveu a aeronave que opera sob o controle dos comandantes terrestres. O segmento evoluiu até os anos 1980. Com o surgimento da aviação, a capacidade da utilização dos VANTS foi utilizada pelo exército para uma variedade de missões. Muitos dos conceitos básicos dos VANTS surgiram na década de 1950 e 1960. A exemplo disso, durante a Guerra do Vietnã, a Força Aérea utilizou VANTs para a coleta de dados, informações de sinais de guerra e foto/vídeo para reconhecimento.

Durante um longo período de tempo, os veículos aéreos não tripulados passaram por uma série de mudanças de nome. Durante a década de 1940 até a década de 1970, eles foram chamados pelos militares, mais frequentemente, de drones. Outro termo que se tornou popular a partir dos anos 1960 até a década de 1980 foi veículo pilotado remotamente. VANTS foi o nome mais comum no final de 1980 (BLOM, 2010).

Considerando o uso civil dos VANTs, há uma vasta área de aplicações possíveis para sua utilização, a exemplo de pesquisas ambientais remotas, monitoração e certificação de poluição ambiental, gerenciamento de queimadas, segurança, monitoração de fronteira, oceanografia, agricultura e aplicações de pesca entre outras. No Brasil, iniciativas de utilização de VANTs têm sido procuradas por diversos setores, tanto governamental como privado. O primeiro registro de VANT em solo brasileiro refere-se ao BQM1BR, fabricado pela extinta CBT (Companhia Brasileira de Tratores), de propulsão a jato. Esse protótipo serviria como alvo aéreo e realizou um vôo em 1983 (IESA, 2013).

De acordo com a IESA (2013) a partir do ano 2000, os VANTs para uso civil começaram a ganhar força no mercado. Nessa década, surgiu o Projeto Arara (Aeronave de Reconhecimento Autônoma e Remotamente Assistida), desenvolvido numa parceria do Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), especialmente para utilização em agricultura de precisão. O projeto deu origem, em abril de 2005, ao primeiro VANT de asa fixa desenvolvido com tecnologia 100% brasileira, cujo desenho industrial foi patenteado pela EMBRAPA.

Atualmente, pesquisadores da área de visão computacional têm também utilizado dos VANTs em suas aplicações, devido à possibilidade de se obter imagens aéreas com essas aeronaves.

Medeiros (2007) afirma que na agricultura de precisão, as imagens obtidas são utilizadas principalmente para monitoramento de lavouras, estimativas de volume de produção e índice de doenças e pragas. As fotografias aéreas obtidas a partir do VANT auxiliam no mapeamento das culturas, na avaliação de áreas cultivadas, na detecção de áreas afetadas, em cadastros rurais e no mapeamento do solo. Essas e outras práticas, segundo Herwitz et al (2004), podem servir como resposta a considerações econômicas e ambientais na área.

3 Visão computacional

De acordo com Milano e Honorato (2010), a visão computacional é uma ciência recente. Ela é responsável pela forma como um computador enxerga o meio à sua volta, extraíndo informações significativas a partir de imagens capturadas por câmeras de vídeo, sensores, scanners, entre outros dispositivos. De acordo com esses autores, estas informações permitem reconhecer, manipular e pensar sobre os objetos que compõem uma imagem.

Para Molz (2001), desde o início da computação, a visão tem sido objeto de pesquisa por se tratar de um dos mais notáveis sistemas de percepção do ser humano. Assim, de acordo com o autor, o desenvolvimento de técnicas e dispositivos que possam estender essa sua capacidade e sensibilidade ainda mais é motivado pela capacidade humana de processar e interpretar grandes quantidades de dados de natureza visual.

A visão computacional busca emular a visão humana. Ela tem como entrada uma imagem e, como saída, uma interpretação parcial ou total dessa imagem como um todo (MARENGONI e STRINGHINI, 2009). Dessa forma, o problema que norteia a visão computacional (ou visão de computador) é a extração de um conjunto de informações, modelos ou equações matemáticas, a partir de imagens. Essas informações, modelos ou equações matemáticas serão utilizadas para a tomada de decisão.

As formas como o ser humano identifica uma cena e como uma imagem digital é interpretada diferem-se entre si, pois, o primeiro é capaz de perceber a estrutura tridimensional do mundo que o rodeia com aparente facilidade (SZELISKI, 2010), enquanto o segundo identifica uma imagem a partir de atributos que devem ser extraídos da imagem e que estão relacionados entre si (RUDEK et al., 2008).

Para Szeliski (2010), a distinção da visão de computador a partir do campo já existente de processamento digital de imagens era um desejo de recuperar a estrutura tridimensional do mundo a partir de imagens e usar isto como um trampolim no que diz respeito ao entendimento dos cenários. A visão computacional tem a pretensão de reproduzir a capacidade de reconhecimento de imagens a partir de diversas técnicas computacionais, partindo de imagens e chegando a modelos matemáticos. Para tanto, pesquisadores nessa área desenvolveram técnicas matemáticas objetivando a recuperação da forma tridimensional, bem como da aparência de objetos em imagens (SZELISKI, 2010).

Com isso, utilizando-se de milhares de fotografias que se sobrepõem parcialmente, é possível calcular com precisão um modelo 3D parcial de um ambiente, a partir da utilização dessas técnicas. Todavia, para Szeliski (2010) apesar de todo avanço na área de visão computacional, a visão é algo complexo, sendo caracterizado como um problema inverso. De acordo com o autor, a visão computacional busca descrever o mundo que vemos em uma ou mais imagens e reconstruir suas propriedades. Na visão computacional, as soluções e pesquisas desenvolvidas para aplicações específicas foram obtidas por métodos de tentativas e erros, o que faz da mesma uma ciência experimental (MOLZ, 2001).

De acordo com Szeliski (2010), no início da década de 1970, a visão de computador era tida como um componente de percepção visual, participando de uma agenda ambiciosa que tinha por objetivo imitar a inteligência humana, dotando robôs de comportamentos inteligentes. Já na década de 1980, o foco e atenção centravam-se em técnicas matemáticas mais sofisticadas para a análise de imagens e cenários.

Na década de 1990, diversos dos tópicos de pesquisas da década anterior continuaram a ser explorados e alguns deles tornaram-se significativamente mais ativo. Um dos trabalhos iniciados na década de 1980 – que tratava do uso de medições detalhadas de cor e intensidade, combinados com modelos físicos precisos de cenários e formação de imagens coloridas – veio a instituir seu próprio subcampo conhecido como visão com base na física (SZELISKI, 2010). Ainda nessa década, desenvolveu-se o notável estudo no campo da visão de computador: o aumento da interação com computação gráfica especialmente na área interdisciplinar de modelagem e renderização baseada em imagem.

A década dos anos 2000 continuou com um aprofundamento da interação entre os campos de visão e gráficos (SZELISKI, 2010). Para o autor, a tendência final é a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina sofisticadas para problemas de visão de computador. Atualmente, o uso da visão computacional se dá em diversas áreas, como reconhecimento óptico de caracteres, fotogrametria, imagens médicas, segurança automotiva, jogo de vídeo e estabilização, captura de movimento, vigilância, reconhecimento de impressão digital e biometria, detecção de face, autenticação visual entre outros (SZELISKI, 2010).

Para Milano e Honorato (2010), a visão computacional, de forma geral, resolve problemas demandados por outras áreas de pesquisa. De acordo com os autores, os sistemas de visão computacional basicamente envolvem reconhecimento de objetos em imagens e transformações dos objetos em informações que são processadas e posteriormente utilizadas em algum sistema.

Logo, a visão computacional propicia ao computador informações precisas extraídas de imagens e vídeos, levando o computador a executar tarefas inteligentes, imitando e até mesmo aproximando-se da inteligência humana. As principais etapas de um sistema de visão computacional são: aquisição de imagens, pré-processamento, extração de atributos ou características, detecção e segmentação, e processamento de alto nível (MILANO e HONORATO, 2010). É válido observar que, em alguns sistemas de visão computacional, algumas dessas etapas podem ser desnecessárias.

Aquisição de Imagem é, de acordo com Milano e Honorato (2010), o primeiro passo no sistema de visão computacional, dando-se a partir de sensores de câmeras, onde cada ponto da imagem obtida – conhecido como pixel– indica a coordenada de luz e propriedades físicas. Para os autores, a imagem pode ser bidimensional, tridimensional ou uma sequência de imagens.

O pré-processamento ocorre antes da obtenção das informações de uma imagem, aplicando então, métodos que facilitam a identificação de um objeto. Ele é geralmente seguido de detecção e segmentação, onde o objetivo é destacar ou encontrar regiões relevantes da imagem, segmentado-as para um processamento posterior. Na etapa de segmentação, busca-se um particionamento da imagem em regiões de forma a separar elementos de interesse, para o problema a ser resolvido, de elementos que são irrelevantes para o problema. Em alguns casos, em problemas que envolvem contagem ou reconhecimento de múltiplos objetos, a segmentação, além de separar os elementos irrelevantes, separa os objetos de interesse em regiões distintas.

O próximo passo no sistema de visão computacional é a extração de características, onde verifica-se as características matemáticas que compõem uma imagem e representam os objetos de interesse (MILANO e HONORATO, 2010). Por fim, o último passo refere-se ao processamento de alto nível e ao reconhecimento de padrões, que é um processo que inclui validação da satisfação dos dados obtidos, estimativa de parâmetros sobre a imagem e classificação dos objetos obtidos em diferentes categorias (MILANO e HONORATO, 2010).

4 Aplicações de VANTs e visão computacional na agricultura

A agricultura cada vez mais pode contar com a implementação de tecnologias que a beneficiem em algum estágio produtivo ou em todos. A utilização de VANTs para a coleta de imagens nas quais, posteriormente, serão utilizadas técnicas de visão computacional para atingir objetivos diversos são, nesse contexto, bons exemplos.

Herwitz et al (2004) realizou um estudo junto a Kauai Coffee Company no Hawaí, utilizando VANT para a coleta de imagens objetivando vigilância e apoio as decisões na plantação de café. Para os autores, existem vários aspectos de manejo da cultura que podem se beneficiar de observação aérea. O estudo demonstrou a capacidade de um VANT de sobrevoar a plantação, equipado com sistemas de imagem para monitorar uma região agrícola por um período de tempo prolongado, estando os VANTS a oferecer uma valiosa contribuição para futuro monitoramento de recursos agrícolas.

O estudo se mostrou importante demonstrando que a alta resolução de imagens foi imediatamente útil para mapear os focos de capim-colonião, bem como para mostrar diferenças na cobertura total do solo dentro de campos. Assim, para os autores, os VANTs são chamados a desempenhar um papel mais amplo, complementar ao de satélites e aviões convencionalmente testados em apoio à agricultura (HERWITZ et al, 2004).

Mura *et. al* (2007) realizaram um trabalho com o objetivo de quantificar a área danificada por lagartas em folhas de soja contidas em imagens digitais. Para aquisição das imagens, foi utilizado um scanner para digitalizar a folha, que era colocada sobre uma folha de papel branca, e, em seguida, a imagem era transformada para tons de cinza. Essa imagem foi processada para amenizar os ruídos e segmentada para eliminação de informações irrelevantes. Em seguida, as bordas da imagem foram fechadas manualmente. Por fim, foram avaliados os "buracos" na folha para estimar a área. O desempenho do sistema proposto obteve melhor erro percentual médio que um especialista humano.

Como evolução do trabalho de Mura *et. al* (2007), Nazaré Júnior *et. al* (2010), propõe-se a desenvolver um sistema para quantificar a área foliar danificada em folhas de soja contidas em imagens digitais. As imagens digitalizadas também foram processadas para redução de irrelevantâncias. Para encontrar a área de cada dano, primeiro foram quantificados os danos internos da folha, que são aqueles que não alcançam a borda. Em seguida, diferentemente do que ocorre em Mura *et. al* (2007), é realizada a recomposição automática de bordas e, por fim, finaliza-se a quantificação da área também por meio da subtração de imagens. Para experimentar a abordagem proposta, foram utilizadas 185 amostras de folhas de soja com danos causados por agentes da natureza (como lagartas) colhidas ao acaso. O erro absoluto médio obtido foi sete vezes melhor quando comparado com os erros obtidos no trabalho de Mura e na classificação humana.

Em Mapa *et. al* (2011), visava-se a caracterização da espécie de agentes danificadores de folhas de soja (lagartas ou coleópteros). Para isso, foram digitalizadas e pré-processadas 180 amostras de folíolos. Para cada amostra, por meio de algoritmos de reconstituição, foi criada

uma imagem sem danos correspondente. Por subtração de imagens – ou seja, obtendo o complemento entre a imagem danificada e a imagem sem danos –, pode-se obter os danos de cada folha e, por meio da análise do contorno desses danos e da utilização de redes complexas, foi possível classificar os agentes responsáveis por eles. O trabalho relata que foi alcançada taxa de acerto superior a 90% no conjunto analisado.

No ano de 2008, Apan et al (2010) realizaram um estudo que investigou o uso de um veículo aéreo não tripulado (VANT) para uso em aplicações agrícolas. A área de estudo foi localizada em Watts Bridge Memorial Airfield no sudeste de Queensland, Austrália. Para os autores, o uso de VANTs como ferramentas de sensoriamento remoto não é novo pois já foram utilizados para fotografar pastagens, para busca e salvamento deserto, para o monitoramento da maturação do café e entre outras coisas, para monitorar trigo.

Com o objetivo de avaliar um sistema totalmente autônomo de aquisição de imagem, testou-se a capacidade do piloto automático para desencadear um sistema de câmara de detecção remota, bem como avaliou-se a precisão tridimensional do piloto automático (x, y, z). A capacidade de adquirir imagens com precisão sobre pontos pré-determinados foi essencial para garantir a cobertura e agilizar o mosaico das imagens (APAN et al, 2010).

A conclusão do estudo de Apan et al, (2010) fez referência a necessidade de mais desenvolvimento para superar os problemas de precisão. Todavia, de acordo com os autores, a capacidade de realizar registro automático e mosaico das imagens adquiridas, e filtros passa baixa a partir de imagens aéreas convencionais, e considerando o baixo custo desse sistema de sensoriamento remoto, há projeção de um grande potencial para ser utilizado em aplicações agrícolas mais amplas.

Em 2011, Primicerio et al. (2012) realizou uma pesquisa utilizando VANT baseado em Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), mapeando vinhedos na Itália, justificando que os mapas podem ser um instrumento adequado para intra-bloco de gestão da vinha e precisão na viticultura, com a possibilidade de fornecimento de informações úteis aos viticultores para aumentar o potencial enológico da vinha. De acordo com os autores o fato do VANT pesar menos de 7 kg faz com que esse seja submetido a limitações mínimas do espaço aéreo, ficando livre das restrições de planos de vôo programados, tornando-se um sistema de sensoriamento remoto muito flexível quando se trata de pequenas culturas. Todavia, de acordo com os autores, mesmo com resultados preliminares animadores, uma maior miniaturização de sensores e detectores poderia aumentar consideravelmente o potencial desta plataforma.

Durante o ano de 2012, os autores Honkavaara et al(2013) realizaram um estudo no MTT Agroalimentar Research Finlândia, que teve por objetivo investigar uma metodologia de processamento completo para a imagem espectral FPI, obtidas a partir de um VANT ou especificamente, o bloco de imagem foi recolhido com a câmara espectral FPI usando um helicóptero VANT, onde pretendeu-se demonstrar o potencial em um processo de estimativa de biomassa para a agricultura de precisão. A área consistiu em parcelas de ensaio que continham tanto trigo e cevada. Os resultados levaram os autores a concluir que a nova tecnologia FPI tem um grande potencial na agricultura de precisão.

Gómez-Candon et al (2014) realizaram um estudo em dois campos de trigo na província de Sevilha, na Andaluzia ao sul da Espanha. Os campos estavam naturalmente infestados por plantas daninhas de folhas largas e gramíneas. O estudo de precisão geométrica da orto-imagens foram obtidas a partir de múltiplas imagens sobrepostas tiradas em lavouras de trigo naturalmente infestados por plantas daninhas nos primeiros estágios usando imagens de VANTs. Os autores concluíram que um VANT voando a uma distância de 30 a 100 m de

altitude e com um número moderado de pontos de controle é capaz de gerar alta resolução espacial nas orto-imagens com a precisão de georeferenciamento necessária para mapear joios ainda pequenos do trigo em um estágio fenológico inicial.

Atualmente, no Brasil já se pode falar no uso de VANTs gerando imagens importantes para a agricultura de precisão. O monitoramento de safras a partir de imagens possibilita a aquisição de dados da área das lavouras, desde a fase do plantio até a fase da colheita. Tais informações são úteis para o manejo e monitoramento de safras, bem como na gestão e logística da produção, entre outros (SILVA NETO, 2013).

Para Silva Neto (2013) as imagens tomadas por VANT aliadas a uma boa técnica de geoprocessamento traz resultados satisfatórios acarretando uma melhor ocupação e tratamento do solo, plantio e colheita especializados. A agricultura, que é a base da economia brasileira, tende a ser mais tecnológica. Hoje existem diversas pesquisas e projetos voltados para esta área, o que antes era feito com imagens de satélite hoje ganhou um forte aliado.

Honkavaara et al (2013) afirmam que os métodos que se utilizam de VANTs possibilitam a coleta de dados eficientes, em termos de custo, com o espaço desejado e resoluções temporais. Para os autores, uma importante vantagem dessa tecnologia se refere ao fato que, os dados de sensoriamento remoto podem ser obtidos ainda que sob condições de imagem pobres, ou seja, sob a cobertura de nuvens, fato que torna o método operacional em uma ampla gama de aplicações de medição ambiental.

Os VANTs na agricultura são utilizados em situações diversas como, por exemplo, para detecção e controle de invasores na plantação de milho. Uma grande vantagem desse tipo de uso, é que os VANTs podem operar a altitudes mais baixas e, portanto, a captura de imagens com uma resolução espacial muito elevada (de alguns centímetros ou milímetros), o que não seria viável com planos convencionais ou satélites. Isso é fundamental para discriminar entre as pequenas mudas de plantas daninhas e de culturas em estágios iniciais, na maioria dos campos (PEÑA-BARRAGÁN et al., 2012).

A expectativa é que os VANTs possam fornecer ferramentas de sensoriamento remoto que sejam eficientes para a agricultura de precisão, atuando nos objetivos de permitir o uso eficiente de recursos, proteger o ambiente e fornecer informações relacionadas a tratamentos de gestão (utilização de máquinas para aplicações orientadas, semeadura, fertilização e proteção fitossanitária) (HONKAVAARA et al, 2013).

5 Desafios e perspectivas

A questão alimentar pode ser observada como uma preocupação de pesquisa ao longo da história. A exemplo, pode-se citar Malthus (1798) que publicou um artigo intitulado "Um ensaio sobre o princípio da população" onde o autor defendeu a tese de que a população cresce em progressão geométrica enquanto a produção de alimentos cresce em progressão aritmética, um descompasso que provoca a fome e estimula a disputa entre os homens.

Todavia, para os economistas, Malthus ignorou o avanço tecnológico, que permitiu que a curva de crescimento da população se mantivesse à frente da curva de alimentos (SACHS, 2008). Os avanços tecnológicos permitem que a produção de alimentos cresça mais rápido que a população, o que pode ser observado nos diversos aspectos agropecuários como na agricultura, energia, uso da água, manufatura, controle de doenças, gerenciamento de informação, transporte, comunicações entre outras.

Assim, o agronegócio é um setor importante para a economia de qualquer país, adquirindo representatividade como ocorre no Brasil. A tecnologia empregada nas diversas fases do ciclo produtivo auxilia no bom desempenho econômico do setor. Nesse sentido, a utilização do VANT aliado a visão computacional, como já ocorre em outros países, desponta como possibilitador de ganhos produtivos, pela possibilidade de atuar como maximizador de informações que atuam como importantes ferramentas na tomada de decisão.

O uso de VANTs no Brasil ainda não é regulamentado. No ano de 2013, a França teve uma regulamentação para uso de VANTs que já vinha sendo tratada desde 2012, gerando expectativas de que a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) viesse a instituir a permissão para vôos de VANTS, de até 25 quilos em lugares públicos, a até 400 pés (cerca de 120 metros) de altitude.

Todavia, atualmente, a ANAC discute propostas que relaciona classificações das aeronaves. Assim as aeronaves foram classificadas, conforme critérios relacionados às características da operação (altitude, operação em linha de visada visual ou além dela, operação noturna, operação em áreas confinadas, entre outras): classe I - 150kg em diante; classe II - 25 a 150kg; e classe III - 0 a 25kg. As discussões envolveram na proposta normas que regulamentam o projeto, a manutenção, o registro e a operação dos VANTS, além da habilitação do piloto remoto (BRASIL, 2014).

Além disso, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e implementações de metodologias adequadas para a exploração máxima do potencial dessas ferramentas. Esse fomento pode atuar como propulsor do agronegócio que já se destaca na participação do PIB (Produto Interno Bruto) do país.

6 Conclusão

Embora os VANTs sejam veículos originalmente desenvolvidos para fins militares, com o passar do tempo, essas aeronaves passaram a ser utilizadas em aplicações civis onde pode-se destacar seu uso em conjunto com a visão computacional na agricultura. Em terras americanas e européias, o VANT já tem sido utilizado em situações diversas nas atividades agrícolas, gerando imagens de melhores qualidade que satélites e com preços mais atraentes, contando com o auxílio da visão computacional para análise e tomada de decisão, atuando assim como agente maximizador. Assim, foram realizadas diversas pesquisas a fim de verificar a viabilidade de seu uso, chegando-se, diversas vezes a conclusões otimistas.

No Brasil, o uso de VANT na agricultura ainda é algo novo. Todavia algumas universidades viram nessa tecnologia uma possibilidade de ampliar ganhos produtivos e conseqüentemente financeiros, bem como empresas de grande porte também despertaram interesse no uso de VANTs, iniciando uso e pesquisas. Assim, visualiza-se a possibilidade de inserção de produtores diversos na utilização do veículo aéreo não tripulado em suas propriedades como aliado nos ganhos produtivos, através de conteúdos detalhados acerca da área plantada, conteúdo proporcionado através de análises computacionais.

7. Referências bibliográficas

APAN, A.; TROY, J.; LES, C. Z.. **The use of an unmanned aerial vehicle as a remote sensing platform in agriculture**. Australian Journal of Multi-disciplinary Engineering. Nov. 2010.

BLOM, J. D.. **Unmanned Aerial Systems: a historical perspective**. Occasional paper 37. Combat Studies Institute Press. US Army Combined Arms Center. Fort Leavenworth, Kansas. September 2010.

BRASIL. PORTAL BRASIL. **Anac apresenta proposta de regulação sobre operação comercial de vants e drones**. Publicado em 25/02/2014. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/defesa-e-seguranca/2014/02/anac-apresenta-proposta-de-regulacao-sobre-operacao-comercial-de-vants-e-drones>> Acesso em 30/03/2014.

EID, B. M.; CHEBIL, J.; ALBATSH, F.; FARIS, W. F.. **Challenges of Integrating Unmanned Aerial Vehicles**. In Civil Application. 5th International Conference on Mechatronics (ICOM'13) IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 53 (2013).

GÓMEZ-CANDÓN, D.; DE CASTRO, A. I.; LÓPEZ-GRANADOS, F.. **Assessing the accuracy of mosaics from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery for precision agriculture purposes in wheat**. Institute for Sustainable Agriculture, Córdoba, Spain.2014.

HERWITZ ,S.R; et al. **Imaging from an unmanned aerial vehicle: agricultural surveillance and decision support**. Computers and Electronics in Agriculture. Volume 44, Issue 1, July 2004, Pages 49–61.

HOLLANDER, M.; WOLF, D. A. *Nonparametric Statistical Methods. 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons, 1999.

HONKAVAARA, E.; SAARI, H.; KAIVOSOJA, J.; PÖLÖNEN, I.; HAKALA, T.; LITKEY, P.; MÄKYNEN, J.; PESONEN, L. **Processing and Assessment of Spectrometric, Stereoscopic Imagery Collected Using a Lightweight UAV Spectral Camera for Precision Agriculture**. *Remote Sens.* 2013, 5, 5006-5039.

INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS – IESA. **Um pouco sobre VANT no mundo e no Brasil**. Universidade Federal de Goiás. 2013. Disponível em http://www.iesa.ufg.br/uploads/51/original_Folder1_I_Workshop_Vant_UFG.pdf Acesso em 23 de fevereiro de 2014.

JORGE, L. A. C.; INAMASU, R. Y. ; CARMO, R. B. . **Desenvolvimento de um VANT totalmente configurado para aplicações em agricultura de precisão no Brasil**. In: XV



Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, 2011.

KERROW, P. M. (2004). **Modeling the Draganflyer four-rotor helicopter**. International Conference on Robotics & Automation, New Orleans, LA, USA.

MALTHUS, Thomas R. (1798) **Ensaio sobre a população** In: Malthus (Coleção Os Economistas). Tradução Antonio Alves Cury. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

MAPA, E. S.; SANTOS, K.; SOUZA, T. L. G.; MENOTTI, D.. **Aplicação de redes complexas na classificação automática de agentes danificadores em folíolos de soja**. Image Processing (ICIP), IEEE International Conference on Departamento de Computação - Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Universitario, Ouro Preto - MG. 2011.

MARENGONI, M.; STRINGHINI D. **Introdução a visão computacional usando openCV**. RITA, v.XIII, n.1, 2009.

MEDEIROS, F.A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão**. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MILANO, D. D.; HONORATO, L. B. **Visão computacional**. – Universidade Estadual de Campinas– Faculdade de Tecnologia. 2010.

MOLZ, R. F.. **Uma Metodologia para o Desenvolvimento de Aplicações de Visão Computacional utilizando um projeto conjunto de Hardware e Software**. Porto Alegre: PPGC da UFRGS. 80 f.: il. PhD Thesis – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. PhD Program in Computer Science, Porto Alegre, BR-RS., pp. 18-19. 2001.

PEÑA-BARRAGÁN, J. M; *et all.*. **Object-based approach for crop row characterization in uav images for site-specific weed management**. Institute for Sustainable Agriculture, IAS-CSIC, Cordoba (Spain). University of California, Berkeley, CA (USA). Proceedings of the 4th GEOBIA, May 7-9, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil. p.426

PRIMICERIO, J., Di GENNARO, S. F., FIORILLO, E., GENESIO, L., LUGATO, E., MATESE, A. and VACCARI, F. P. 2012. **A flexible unmanned aerial vehicle for precision agriculture**. Precision Agriculture 13 517–523

RUDEK, M.; COELHO, L. dos S.; CANGIOLIERI, O.. **Visão Computacional Aplicada a Sistemas Produtivos: Fundamentos e Estudo de Caso**. Disponível em:



<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR10_0917.pdf>. Acesso em: 12 set. 2008.

SACHS, Jeffrey.. **A volta do espectro de Malthus**. Scientific American Brasil edição 77 - Outubro 2008. Disponível em http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/falta_mundial_de_alimentos_foi_prevista_por_malthus_em_1798.html. Acesso em 11/03/2014.

SILVA NETO, M.. **Como utilizar imagens aéreas na agricultura de precisão?** 13 de Setembro de 2013. Disponível em <<http://www.agrimensordofuturo.com/post.cfm?post=COMO%20UTILIZAR%20IMAGENS%20A%C3%89REAS%20NA%20AGRICULTURA%20DE%20PRECIS%C3%83O%3F&id=42>> Acesso em 26/11/2013.

SZELISKI, R.. **Computer Vision: Algorithms and Applications**. Springer, 2010.
ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R.. **Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil**. *Quím. Nova* [online]. 2009, vol.32, n.3, pp. 722-731.