

Drones na Logística: Aplicações e Versatilidade

Rafael Barbosa Bellini, Prof. Dr. André de Lima

Curso Superior de logística – Faculdade de Tecnologia de Americana (FATEC Americana)

Americana – SP - Brasil

rafaelbarbosabellini@hotmail.com, andre.lima42@fatec.sp.gov.br

RESUMO: O mundo tem passado por constantes transformações desde sua origem, atravessando consigo por diversas revoluções industriais, muitas inovações foram surgindo como o drone, porém apenas recentemente o seu potencial de uso comercial tem sido explorado, este artigo consiste em fazer uma pesquisa da atuação do drone na área de logística, citando os seus potenciais, desafios e limitações. A realização do trabalho permitiu chegar à conclusão que é uma tecnologia promissora que poderá trazer diversos benefícios desde agilidade, menores custos e menor poluição ambiental, porém deve se lembrar as limitações impostas pelo governo brasileiro como a proibição de operações completamente autônomas, impedindo um maior desempenho e uma maior gama de utilização, vale destacar que mesmo não sendo o objetivo desta pesquisa, mas que a pandemia acelerou o processo e antecipou algumas fases que seriam alcançadas em um espaço menor de tempo.

Palavras-chave: *Drone. Tecnologia. Utilização.*

ABSTRACT: The world has passed constant transformations since its origin, going through several industrial revolutions, many innovations have emerged like the drone, but only recently its potential for commercial use has been explored, this article consists of researching the performance of the drone in the logistics area, citing its potentials, challenges, and limitations. The achievement of this work allowed us to reach the conclusion that it is a promising technology that can bring several benefits, such as agility, lower costs, and less environmental pollution, but we must remember the limitations imposed by the Brazilian government, such as the prohibition of completely autonomous operations, preventing greater performance. and a wider range of use, it is worth noting that even though this was not the objective of this research, the pandemic accelerated the process and anticipated some phases that would be reached in a shorter period.

Keywords: *Drone. Technology. Utilization.*

1. INTRODUÇÃO

O termo VANT “Veículo Aéreo Não Tripulado” é reconhecido amplamente e abrange um amplo número de aeronaves que operam de forma autônomas, semiautônomas ou remotamente tripuladas (INAMASU, 2014).

O Interesse em drones vem crescendo e se desenvolvendo em todo o mundo, com os últimos avanços na área tecnológica da computação, causando consigo um aumento do seu desenvolvimento (INAMASU, 2014).

Nos últimos anos, o uso de *drones* vem ocupando uma parte considerável das pesquisas logísticas. Vários fatores promovem o seu desenvolvimento sendo eles: a formulação e a implementação de regulamentos para a garantia da segurança e eficiência das operações, novas tecnologias, sistemas de navegação global, desenvolvimento de novas fontes de energia, materiais mais leves, motores e novos materiais estruturais para o equipamento (KLIDZIO et al., 2020).

O objetivo geral do trabalho foi mostrar o ganho de eficiência e eficácia com a utilização do drone dentro do ambiente logístico.

Os objetivos específicos foram de estudar e analisar a utilização de drones na logística como em armazéns, plantações, desastres humanitários, entregas, a sua legalização envolvida.

Problema de pesquisa é como o uso de *drones* pode melhorar o ambiente logístico.

A hipótese levantada se refere a possíveis benefícios dentro do ambiente logístico para uma maior agilidade dos processos, maior segurança, redução de custos e simplificação das atividades, tendo ganhos significativos de produtividade, exigindo um menor nível de infraestrutura comparado com outros equipamentos.

A justificativa é que contribuirá para o entendimento de um tema que está ganhando cada vez mais relevância, sendo impulsionado pelo aumento constante da demanda, na qual os *drones* estão se mostrando como uma excelente alternativa para trabalhos manuais e monótono.

O trabalho teve como metodologia utilizada a revisão bibliográfica, que se dá a partir de busca de publicações científicas no google acadêmico, revistas e livros, de estudos relacionados ao uso de drones, os anos de referência variam desde 2003 com o relatório americano de *drone* até artigos do período atual de 2021, com isso foi realizada uma coleta de dados em publicações em inglês e português.

2. Referencial Teórico

A tecnologia permite que as empresas melhorem a logística para fornecer melhores serviços, se tornando referência para os consumidores e ultrapassando os seus concorrentes. As empresas que buscam por inovação e adotam tecnologia no processo logístico passam a ter resultados mais promissores para os seus negócios (KLIDZIO et al., 2020).

Avaliar o processo e a trajetória da tecnologia é essencial para compreender o rumo que as empresas vêm tomando a fim de ter maior participação do mercado, desde modo é possível compreender o resultado que a tecnologia traz para as empresas.

Conforme os autores Jha, et al., (2021, p.1), “Na tecnologia moderna, os *drones* são bastante suficientes para resolver os problemas enfrentados pelas indústrias em ascensão, muitas indústrias estão trabalhando em soluções baseadas em *drones*”.

Conforme citado as empresas possuem inúmeros problemas a serem enfrentados, com isso a tecnologia dos *Drones* será bastante útil para resolver os problemas e situações inconvenientes que as empresas lidam no seu cotidiano.

2.1 INDÚSTRIA 4.0

O mundo testemunhou o surgimento das indústrias, um dos principais marco da nossa história, com o passar do tempo novas inovações foram surgindo trazendo transformações no meio industrial, a revolução industrial mudou a forma e desenvolvimento da nossa sociedade, e o mundo precisa se adaptar para essa nova realidade (SAKURAI, ZUCHI, 2018).

A primeira revolução industrial deve origem na Inglaterra no ano de 1760, à medida que as máquinas e ferramentas foram substituindo gradualmente os trabalhos manuais, o carvão foi desenvolvido como uma fonte de energia alternativa para a madeira, e a energia a vapor foi cada vez mais utilizada (COELHO, SILVA, 2016).

A segunda revolução industrial surgiu em 1870, movidos pelas novas inovações como a eletricidade, a transformação do ferro em aço, com o foco na especialização do trabalho e ampliação da produção, a Indústria 2.0 foi a propulsora da criação do Fordismo em 1914, que se refere aos sistemas de produção em massa (SAKURAI, ZUCHI, 2018).

A terceira revolução surgiu no final dos anos 1960, com o surgimento de controladores lógicos, na qual facilitava a automação industrial (SACOMANO et al., 2018). Ela é marcada pela inovação da tecnologia na área da informática, robótica e telecomunicações (SAKURAI, ZUCHI, 2018).

No começo desde século com o desenvolvimento da internet e sensores mais potentes e pequenos, as máquinas começaram a aprender e colaborar entre si, criando uma rede chamada de internet das coisas uma interconexão digital, a Indústria 4.0 foi discutida em Hannover, na Alemanha em 2012 (COELHO, SILVA, 2016).

De acordo com Coelho, Silva (2016) é possível separar a indústria 4.0 em alguns pilares sendo eles (Figura 1):

- ✓ *Internet of Things (IoT)* ou internet das Coisas que se refere a objetos físicos e virtuais ligados à internet;
- ✓ *Cyber-Physical Systems (CPS)* são sistemas de comunicação, computadores embutidos e processos físicos que interagem entre si e influenciam uns aos outros;
- ✓ *BIG-Data* grandes quantidades de dados que são armazenados a todo momento que está diretamente ligado à rede.

Figura 1 - A história das revoluções industriais



Fonte: Citisystem (2016).

2.2 O que são drones (VANTs)

O *drone* é um dispositivo voador que pode voar em um curso pré-definido com a ajuda de um piloto automático e coordenadas do GPS, podendo ser pilotado manualmente, semiautomática ou até mesmo de maneira 100% autônoma, escaneando tudo que encontra pela frente (ĐURIĆ, JOVANOVIĆ, ŠIBALIJA, 2018).

UAV (*unmanned aerial vehicle*) ou em português VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) foi originado criado nos estados unidos com objetivos militares para auxiliar soldados nas batalhas, passaram a ser mais conhecidos a partir do ano de 1980, os *UAV* ou VANT são mais popularizados com o nome de *drone* que significa zangão na língua portuguesa, esse nome foi atribuído por causa do som que produz (CHIROLI, YOKOTA, 2016).

Veículos aéreos que não carregam um operador humano, utiliza forças aerodinâmicas para se elevar, podem voar autonomamente ou serem pilotados remotamente, podendo ser descartáveis ou recuperáveis e podem transportar cargas bélicas ou não bélicas. Excluem-se dessa definição veículos balísticos e semi-balísticos como mísseis de cruzeiro, e projeteis. (DOD, 2003, p. 14).

No Brasil a ANAC classifica os *drones* em três categoria de acordo com o seu peso, sendo eles:

- ✓ Classe 1: peso máximo de decolagem maior que 150 kg; deve ser submetido em processos de certificação, devem ser registrados na aeronáutica brasileira com suas marcas e nacionalidades;

- ✓ Classe 2: peso máximo de decolagem entre 25kg e 150 kg; devem ser registrados na aeronáutica brasileira com suas marcas e nacionalidades;
- ✓ Classe 3: peso máximo de decolagem de até 25 kg; *drones* que operam acima da linha *BVLOS* “*Beyond Visual Line-Of-Sight*” que significa em português além do seu campo de visão, quando o piloto não tem mais um alcance visual com sua aeronave, voos maiores de 400 pés devem ter um projeto autorizado pela ANAC, *drones* que operam abaixo dos 400 pés ou 120 metros em linha *VLOS* “*Visual Line-Of-Sight*” na qual operador consegue visualizá-lo não precisam do projeto aprovado.

Drones pesando até 250g não precisam ser cadastrados ou registrados independente de seu uso. Caso o *drone* possua mais de 250 gramas só poderão voar 30 metros longe do indivíduo, vale ressaltar que voos completamente autônomos são proibidos no Brasil e a idade mínima para pilotar aeronaves não tripuladas é de 18 anos (ANAC, 2021).

É obrigatório fazer um cadastro na sistemas.anac.gov.br/sisant para *drones* que possuem um peso superior de decolagem de 250g aeromodelos ou RPA Classe 3, aeromodelo e RPA Classe 3 não precisa realizar um registro de voos apenas as demais aeronaves (ANAC, 2021).

Drones de até 250g não precisam possuir um documento emitido pela ANAC desde que não seja feita a sua utilização para voos acima de 400 pés, porém é obrigado a licença e habilitação para pilotos de *drones* de classe 1, classe 2 ou classe 3 se caso ultrapasse os 400 pés (ANAC, 2021).

Deve possuir um Certificado Médico Aeronáutico (CMA) para pilotos de classe 1 e 2 (ANAC, 2021).

Quando realizadas operações de *drones* com um peso de decolagem superior a 250g, os operadores devem ter em mãos os documentos do manual de voo, documento de avaliação de risco e apólice de seguro (ANAC, 2021). As simplificações das regras gerais podem ser vistas na Figura 2.

Figura 2 - Resumo da regulamentação da ANAC

Resumo da regulamentação da ANAC				
	RPAS Classe 1	RPAS Classe 2	RPAS Classe 3	Aeromodelos
Registro da aeronave?	Sim	Sim	BVLOS: Sim VLOS: Sim ¹	Sim ¹
Aprovação ou autorização do projeto?	Sim	Sim ²	Apenas BVLOS ou acima de 400 pés ²	Não
Limite de idade para operação?	Sim	Sim	Sim	Não
Certificado médico?	Sim	Sim	Não	Não
Licença e habilitação?	Sim	Sim	Apenas para operações acima de 400 pés	Apenas para operações acima de 400 pés

Fonte: ANAC (2021).

3. Gestão de Estoque de Armazém com a utilização de drones

A gestão do estoque possui uma grande importância no papel operacional e financeiro das empresas necessitando consigo grandes cuidados (SELLITTO, 2011). Os armazéns geram custos desde o *picking* até a sua expedição, a indústria dos *drones* está crescendo nos últimos anos e muitos pensam em utilizá-los como solução para o gerenciamento de armazéns (JHA et al., 2021).

Os armazéns trazem grandes desafios de gerenciamento dos seus inventários, na qual muitos realizam de maneira obsoleta com sistemas antigos, podendo levar consigo a imprecisão (ĐURIĆ, JOVANOVIĆ, ŠIBALIJA, 2018). As dificuldades enfrentadas pelos armazéns variam como: Imprecisão dos inventários, lentidão do *picking*, diversificação dos produtos, demandas sazonais e custo da mão de obra (JHA et al., 2021).

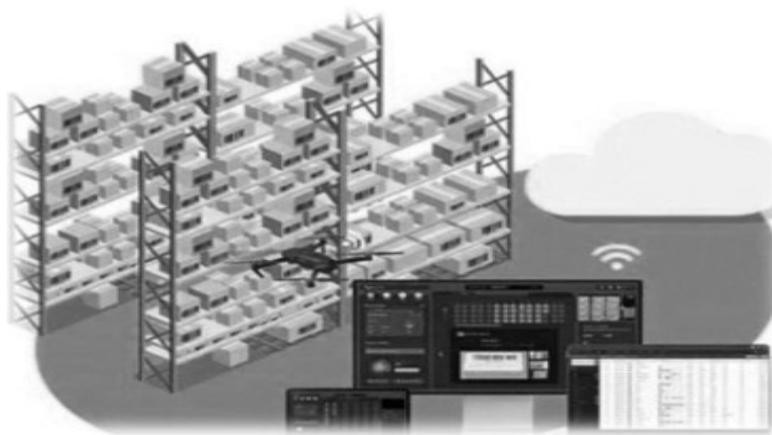
Drones podem ser umas das soluções para o gerenciamento do inventário, possuindo um certo nível de autonomia quando estão realizando o seu trabalho, com movimentos muito mais amplos dentro do armazém, pois não é necessário se mover de maneira cirúrgica diferentes de outros equipamentos (ĐURIĆ, JOVANOVIĆ, ŠIBALIJA, 2018).

Os drones podem se mover pelo espaço usando caminhos pré-definidos ou semiautônomos, escaneando tudo que eles encontram no espaço entre os pontos de referência previamente definidos enquanto se move, eles confiam em sensores e câmeras em ordem de evitar batidas e danos aos colaboradores dentro do almoxarifado (ĐURIĆ, JOVANOVIĆ, ŠIBALIJA, 2018, p. 47-48).

O Brasil traz consigo empresas especializadas neste tipo de serviço como GTP Tecnologia, que utiliza os *drones* com os sensores para monitoramento dos itens dos estoques,

medindo consigo a distância que está do solo, o volume e larguras dos objetos (FRAGA, 2017) conforme Figura 3.

Figura 3 - Gerenciamento baseado em drones



Fonte: Warehouse Inventory Management with Cycle Counting Using Drones (2021).

A contagem periódica pode ser realizada com o auxílio dos *drones*, na qual os itens com maior giro serão contados com uma maior frequência, lembre-se que drones 100% autônomos são proibidos no Brasil, porém sua premissa de usá-los para a contagem do inventário de forma manual ainda é válida (JHA et al., 2021).

Para Borges, Campos, (2010, p. 237) “Um dos principais motivos para se ter um bom planejamento e controle de estoques é o grande impacto financeiro que é possível alcançar através do aumento da eficácia e eficiência das operações da Organização”.

Com o uso da técnica de amostragem baseada na localização, o armazém será dividido em seções, na qual o equipamento realizará pequenas contagens diariamente, armazenando as informações na *data base* (JHA et al., 2021).

Os veículos aéreos não tripulados também podem ser utilizados no *picking* não se limitando apenas na contagem do inventário, ao invés de utilizo de robôs que necessitam de uma maior infraestrutura, os *drones* não necessitam de tal infraestrutura voando quase livremente no armazém, sendo capazes de agarrar e transportar uma grande quantidade de itens de pequenos portes, levando até o local desejado (SORBELL et al., 2019).

Um passo mais adiante seria programar o *drone* para ser 100% autônomo, com um caminho pré-programado, que aconteceria após o recebimento de um comando vindo da central, na qual agarraria o item e despejaria no local desejado (SORBELL et al., 2019).

Alguns dos benefícios citados abaixo pelos autores (ĐURIĆ, JOVANOVIĆ, ŠIBALIJA, 2018) são:

- ✓ Proporciona uma melhor segurança de trabalho inerente o risco de elevar pessoas em racks altos para o scameamento de códigos;
- ✓ *Drones* podem inspecionar mais facilmente rótulos e produtos;
- ✓ Maior eficiência sem interrupção, reduzindo consigo os atrasos;
- ✓ Os custos envolvendo a administração do armazém é reduzido;
- ✓ Maior simplificação dos custos dos empregados presente;
- ✓ *Drones* não necessitam quase de nenhuma infraestrutura extra;
- ✓ Empregados podem focar em outras atividades que necessitam um maior raciocínio;
- ✓ Aumento da percentagem da precisão do estoque.

4. Aplicação de drone em entregas

O uso dos *drones* em entregas de mercadorias nos centros urbanos é uma oportunidade única que irá ultrapassar as limitações das rodovias, criando uma nova onda de benefícios económicos e ambientais, na qual irá estabelecer um novo modelo de negócio (CAMPOS, 2015).

Segundo Frachtenberg (2019, p. 55) “A eficiência dos *drones* de entrega, em termos de tempo, custo e energia, está diretamente relacionada à sua viabilidade econômica e pegada ambiental”.

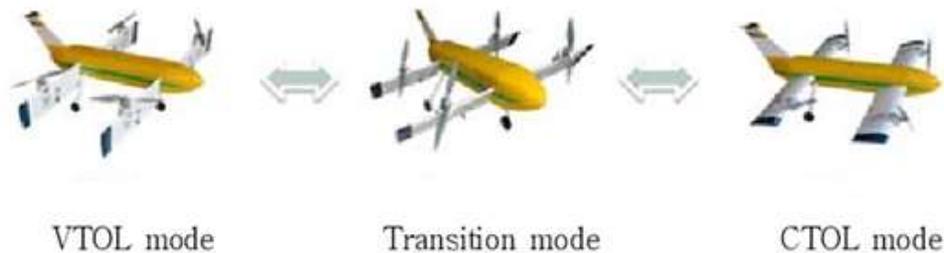
São capazes de serem utilizados para encomendas de pequeno e médio porte de produtos como por exemplo, comida e smartphone, trazendo consigo uma maior flexibilidade na entrega de produtos, muitas empresas como Amazon, Google, UPS, DHL e Alibaba estudaram ou estão estudando o seu uso em entregas, com o frequente aumento da demanda de entregas nas cidades, as empresas enfrentam problemas de limitações das estradas, uma das soluções encontrada foi a exploração do espaço aéreo (BARBOSA, 2020.; XU, 2017).

Drones em entrega devem ser capazes de navegar com segurança até o local desejável para a entrega das mercadorias, existem dois modos para a realização de entregas um deles é *VTOL (Vertical Take-Off)* que paira no local de entregas e solta a mercadoria ou pousar com ela, ou *CTOL* que pode lançar a mercadoria de paraquedas sem a necessidade de pousar (XU, 2017).

Um *drone* com *VTOL* não precisa de uma infraestrutura específica no chão para o seu uso, diferente do *CTOL (Conventional Take-off and Landing)* que precisaria de uma pista de

decolagem, *drones* que fazem a decolagem vertical tem uma maior habilidade de pairar e efetuar manobras em lugares mais apertados, serão muitos úteis para entrega de mercadoria em zonas com maior densidade de pessoas, prédios, etc., em contrapartida *CTOL* podem ser muito úteis e efetivos em voo de longa distância (XU, 2017).

Figura 4 - Modos de voo do QTR-UAV



Fonte: Journal of Engineering Education Research (2014).

Drones estão prontos para dominar o mundo das entregas comparados aos motoristas humanos, os drones terrestres podem viajar a custos favoráveis e os drones aéreos podem contornar os desafios complexos da navegação urbana em velocidades favoráveis. Essa tecnologia disruptiva poderia escalar uma tarefa diária que exige muita mão de obra e energia, com eficiência para mudar o jogo. (FRACHTENBERG 2019, p. 56).

Para entregas de curta distância os *drones* de pequenos portes oferecem diversos benefícios um deles é o baixo custo de operações, pois a energia elétrica gasta para entrega será mínima, a D'Andrea em 2014 estimou o custo de operação do drones por quilômetro percorrido de 0,10 USD, levando em consideração a perda de carga do drone, atrito induzido pelo vento, peso do drone, entre outros fatores, em comparação a FedEx com seus veículos terrestre convencionais possuem um valor médio de operação de 6,00 USD a 6,50 USD por milha percorrida, a USPS “Serviço Postal dos Estados Unidos” possui um valor médio de operação de 2,00 USD. Um outro benefício mostrado é uma menor emissão de CO² com seu uso, existem diferentes fatores na emissão de CO², como recarregamento da sua bateria e o gasto da energia levando em consideração a eficiência do *drone*, mesmo levando em conta essas variáveis citadas a emissão de CO² que será provocada será menor que se fosse utilizada um veículo terrestre convencional (BARBOSA, 2020).

Segundo Xu (2017) o utilizo de drones em entregas tem outras vantagens como:

- ✓ Maior agilidade e flexibilidade nas entregas das mercadorias;
- ✓ Redução de ruídos provocados por veículos nas cidades;
- ✓ Alívio do tráfego desafiando as estradas e vias;

- ✓ Menor emissão de CO² que seria provocada por veículos terrestre;
- ✓ Maior segurança de furto de cargas já que seu alcance é dificuldade pela altitude.

Com isso a perspectiva de seu utilizo no setor de transporte é bem favorável, com o foco na entrega de pacotes de forma rápida e barata (KLIDZIO et al., 2015).

5. Drones na Logística humanitária

A logística humanitária foi desenvolvida em base dos objetivos logísticos de forma de vencer o tempo e as distancias na movimentação de materiais de maneira mais eficiente possível (NOGUEIRA, GONÇALVES, NOVAES, 2008).

A logística humanitária traz grandes desafios como de infraestrutura que podem estar comprometidas ou até totalmente destruídas após um desastre, recursos humanos muitas vezes são escassos ou em excesso, com muitos voluntários que muitas vezes não possuem um treinamento adequado para lidar com a situação (NOGUEIRA, GONÇALVES, NOVAES, 2008).

Segundo Meirim (2007) citado por Nogueira; Gonçalves, Novaes (2008, p. 02):

Logística humanitária são processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos e conhecimento para ajudar comunidades vulneráveis, afetadas por desastres naturais ou emergências complexas. Ela busca à pronta resposta, visando atender o maior número de pessoas, evitar falta e desperdício, organizar as diversas doações que são recebidas nestes casos e, principalmente, atuar dentro de um orçamento limitado.

Drones são cada vez mais explorados em missões de logística humanitária, originalmente eram usados militarmente como forma de vigilância e reconhecimento, esses dois fatores podem ser usados com um propósito humanitário, desde então começaram a utilizá-los como um aparato de vigilância para a proteção civil (CEZNE, JUMBERT, SANDVIK, 2016).

Eles vem sendo mais requisitados em operações de busca e salvamento, em lugares que tiveram um impacto de um desastre natural, casos inclui: incêndio florestal na Califórnia em 2007, terremoto no Haiti em 2010, no japão em 2011 a causa do desastre nuclear, o tufão de 2013 que atingiu a filipinas, e a operação humanitária mare Nostrum em 2013, mapeamento de Vanuatu em 2015 que deve um impacto causado pela passagem do ciclone Pam e desastre da Mariana em novembro de 2015 (CEZNE, JUMBERT, SANDVIK, 2016).

Os *drones* podem possuir câmeras de alta-definição para serem utilizadas em missões de busca e resgate, bem como no monitoramento da área do desastre conseguindo vasculhar

diferentes pontos com maior facilidade, facilitando as tomadas de decisões (CHIROLI, YOKOTA, 2016).

Por conta de sua rápida capacidade de coleta de informações, tem sido amplamente utilizado em situações de emergência, proporcionando consigo fotos nítidas do desastre, conseguindo entrar mais facilmente em locais de difícil acesso, na qual seria perigoso para as equipes de resgate, garantindo assim uma maior segurança da operação (REJEB, TREIBLMAIER, SIMSKE, 2021).

O crescente déficit operacional tem comprometido as capacidades preventivas e assistenciais de governos e organizações humanitárias, causando mudanças na maneira que as operações são gerenciadas, as operações humanitárias estão passando por um processo chamado de "mudança tecnológica" (CEZNE, JUMBERT, SANDVIK, 2016).

Com isso eles emergem como uma promessa significativa para a coleta de informação, além de auxiliar a assistência de forma mais eficaz, podem ser aplicados em diversas atividades em missões humanitárias como, verificação de impactos causados por um desastre natural, auxiliando a localização das vítimas, no levantamento de dados dos danos causados em infraestrutura, no monitoramento da deslocação populacional, na avaliação das necessidades básicas para determinar seus respectivos níveis de escassez (CEZNE, JUMBERT, SANDVIK, 2016).

É possível empregá-los na distribuição de produtos de primeiras necessidades e remédios, em locais de difícil acesso, agilizando os processos com a missão de salvar vidas sendo o primeiro equipamento a chegar ao local desejado, permitindo uma maior agilidade de resposta (CHIROLI, YOKOTA, 2016).

6. Drones na agricultura

Até 2050 é esperado uma população mundial superior a 9 bilhões de pessoas, o consumo de alimentos também crescerá proporcionalmente junto com a população, novas tecnologias estão sendo ou serão adotadas na produção agrícola como o *drone* (AHIRWAR et al., 2019).

Os *drones* são capazes de auxiliar o meio agrícola em diversos aspectos, sendo capazes de avaliar a produtividade da lavoura, além de outros aspectos como, o plantio, controle de pragas e doenças, e seu estado nutricional (SILVA, 2020). Contendo sensores infravermelhos serão usados na checagem da saúde da colheita, permitindo que os agricultores reajam da melhor forma possível no melhoramento das condições da safra com fertilizantes ou inseticidas,

também possuem um potencial de auxiliar o gerenciamento de sistemas das plantações como linhas de energia, turbinas eólicas e oleodutos (AHIRWAR et al., 2019).

Com as transformações digitais ocorrendo surgiu o termo agricultura 4.0, na qual utiliza a tecnologia no ambiente produtivo das lavouras, os *drones* transmitem informações da lavoura em tempo real para o seu monitoramento (SILVA, 2020).

Figura 5 - Drone sobre o campo



Fonte: Application of Drone in Agriculture (2019).

Segundo Ahirwar, et al (2019) é possível citar alguns de seus usos, tais como:

- ✓ Análise de solo e campo: possuem um potencial de produzir mapas 3D para a análise do solo, sendo útil no planejamento do plantio de sementes;
- ✓ Plantio: pode ser criado um sistema de disparo de sementes e nutrientes;
- ✓ Pulverização de safras: é possível borrifar a quantidade necessária de produtos que o solo necessita;
- ✓ Monitoramento de safra: com campos de plantação vastos o monitoramento do campo podem ser um dos maiores obstáculos, as condições do tempo podem ser muitas vezes imprevisíveis que gera um custo na manutenção do campo, com o uso do *drone* isso pode ser minimizado;
- ✓ Irrigação: seus sensores conseguem identificar partes da plantação que necessitam de mais irrigação;
- ✓ Avaliação da saúde: com a varredura da saúde da plantação pode ser localizado plantas com bacterianas ou infecções fúngicas.

Nos últimos 15 anos, agricultores de vários países começaram a ver nos *drones* uma oportunidade para aplicar no campo conceitos da chamada agricultura de precisão, baseada no uso de instrumentos e recursos da tecnologia da informação para implementar melhorias na produção agrícola. A vantagem dos *drones* sobre outros sistemas de monitoramento é que eles podem fazer sobrevoos semanais, a baixo custo, durante todo o período de produção (ANDRADE, 2016, p.76).

Na agricultura *drones* podem ser vistos como uma tecnologia incrível que ajudará em muito os agricultores, barateando os seus custos e dando informações em tempo real reduzindo os danos em plantação e redução de pesticidas nas lavouras (AHIRWAR et al., 2019).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo explorou as revoluções industriais a fim de poder compreender o período em que o mundo se encontra, as revoluções industriais trouxeram várias inovações tecnológicas uma delas sendo o *drone*.

O desempenho do *drone* mostra-se promissor sendo capaz de baratear os custos da área de logística, porém existe diversas barreiras e limitações imposta pelo governo brasileiro que reduzi muito o potencial de seu utilizzo.

Existem diversos obstáculos a serem superados, a tecnologia superará esses obstáculos com novos dispositivos que serão projetados e criados, o *drone* fará as empresas cada vez mais competitivas, com entrega cada vez mais rápida e segura, maior segurança nos armazéns, melhor acurácia dos inventários e menor custo de mão de obra, fornecerá uma melhor gestão das lavouras, sendo também possível utilizá-los em missões de busca e salvamento, agilizando os processos envolvidos.

8. REFERÊNCIAS

AHIRWAR, S. et at. Application of Drone in Agriculture. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Godhra, v. 8, n. 1, p. 2500-2505, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331017387_Application_of_Drone_in_Agriculture. Acesso em: 10 set. 2021.

ANAC. Manual de Orientações para Usuários de Drones, Brasília, 2021, Disponível em: https://www.anac.gov.br/acl_users/credentials_cookie_auth/require_login?came_from=https%3A//www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf. Acesso em: 12 set. 2021.

ANDRADE, R. O. Drones sobre o campo. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, e. 239, p. 74-77, 2016. Disponível em: <http://repositorio.icmc.usp.br/bitstream/handle/RIICMC/6296/2016-01-11%20-%20Pesquisa%20FAPESP%20-%20Drones%20sobre%20o%20campo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 9 out. 2021.

BARBOSA, J. P. M. A **OTIMIZAÇÃO DA ENTREGA DE ENCOMENDAS POR DRONES**. 2020. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2020. Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/18165/1/DM_JoaoBarbosa_2020_MEM.pdf. Acesso em: 28 out. 2021.

BORGES, T. C.; CAMPOS, M. S.; BORGES, E. C. Implantação de um sistema para o controle de estoques em uma gráfica/editora de uma universidade. **Eletrônica Produção & Engenharia**, [s. l], v. 3, n. 1, p. 236-247, 2010. Disponível em: http://www.revistaproducaoengenharia.org/arearestrita/arquivos_internos/artigos/03__Formatacao_COD_205.pdf. Acesso em: 8 nov. 2021.

CAMPOS, JAIRO ANDRÉS ROMERO. **USO DE DRONES EN LOGISTICA PARA ENTREGA DE MERCANCIAS**. 2015. 11 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração Aeronáutica e Aeroespacial, Universidad Militar Nueva Granada, Bogota, 2015. Disponível em: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7862>. Acesso em: 28 out. 2021.

CEZNE, E.; JUMBERT, M. G.; SANDVIK, K. B. DRONES COMO VEÍCULOS PARA A AÇÃO HUMANITÁRIA: PERSPECTIVAS, OPORTUNIDADES E DESAFIOS. **CONJURA AUSTRAL**, Porto Alegre, v. 7, n. 33-34, p. 45-60, 2016. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ConjunturaAustral/article/view/60267/36712>. Acesso em: 17 out. 2021.

CHIROLI, D. M. G.; YOKOTA, E. O. Proposta do uso de VANT nas ações de logística humanitária no estado do Paraná-Brasil. **Espacios**, [s. l], Vol. 37, n. 22, p. 13, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n22/16372213.html>. Acesso em: 27 out. 2021.

Coelho, P. M.N. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de engenharia mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/36992>. Acesso em: 1 nov. 2021.

Departamento de Defesa dos EUA. *Unmanned Aerial Vehicle Roadmap 2005 – 2030*, Washington Disponível em: https://irp.fas.org/program/collect/uav_roadmap2005.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

ĐURIĆ, J. S.; JOVANOVIĆ, S. Z.; ŠIBALIJA, T. IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE WAREHOUSE STORAGE PROCESS WITH THE USE OF DRONES. **International Journal**, Belgrade, v. 46, n. 3-4, p. 46-51, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332970313_IMPROVING_THE_EFFICIENCY_OF_THE_WAREHOUSE_STORAGE_PROCESS_WITH_THE_USE_OF_DRONES. Acesso em: 26 out. 2021.

FRACHTENBERG, E. Practical Drone Delivery. **IEEE COMPUTER SOCIETY**, [s. l], v. 52, p. 53-57, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8909916>. Acesso em: 4 out. 2021.

FRAGA, N. UM DRONE CONTADOR. **Época Negócios**, Rio de Janeiro, 2007, 13 jul. 2017. Tecnologia Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2017/07/um-drone-contador.html>. Acesso em: 29 out. 2021.

JHA, S. et al. Warehouse Inventory Management with Cycle Counting Using Drones. **Social Science Research Network**, Navi Mumbai, p. 1-5, 2021. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3869512. Acesso em: 29 set. 2021.

JIN, J. W.; MIWA, M.; HWAN, J. Design and Construction of a Quad Tilt-Rotor UAV using Servo Motor. **Journal of Engineering Education Research**. Busan, p. 17-22, 2014. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/d3f6/986c96b5727cd3c3baaf237a8a1fc9c51e260.pdf?_ga=2.110405187.730958665.1636897407-986265782.1636140775. Acesso em: 14 nov. 2021.

JORGE, L. A. de C. INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134.

KLIDZIO, A.M. et al. USO DE DRONES EM LOGÍSTICA. **FATECLOG**, Bragança Paulista, p. 1-11, 2020. Disponível em:
[https://fateclog.com.br/anais/2020/USO%20DE%20DRONES%20EM%20LOG%3%8DSTICA\(1\).pdf](https://fateclog.com.br/anais/2020/USO%20DE%20DRONES%20EM%20LOG%3%8DSTICA(1).pdf). Acesso em: 18 out. 2021.

NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M. B.; NOVAES, A. G. LOGÍSTICA HUMANITÁRIA E LOGÍSTICA EMPRESARIAL: RELAÇÕES, CONCEITOS E DESAFIOS. **ResearchGate**, Santa Catarina, p. 1-12, 2008. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/264879930_LOGISTICA_HUMANITARIA_E_LOGISTICA_EMPRESARIAL_RELACOES_CONCEITOS_E_DESAFIOS. Acesso em: 28 set. 2021.

REJEB, A.; REJEB, K.; TREIBLMAIER, H.; SIMSKE, S. Humanitarian Drones: A Review and Research Agenda. **Internet of Things**, Győr, v. 16, p. 1-20, 2021. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660521000780?via%3Dihub>. Acesso em: 7. out. 2021.

SACOMANO, J. B. *et al.* **Indústria 4.0**. São Paulo: Blucher, 169 p. 2018. Acesso em: 1 nov. 2021.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018. DOI: 10.31510/infa.v15i2.386. Disponível em:
<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 3 nov. 2021. Acesso em: 2 nov. 2021.

SILVA, ADRIANO PEREIRA DA. **USO DE DRONE NA AGRICULTURA 4.0**. 2020. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fama, Vilhena, 2020. Disponível em: <http://repositorio.fama-ro.com.br/handle/123456789/163>. Acesso em: 28 out. 2021.

SILVEIRA, C. B. **Indústria 4.0: O que é, e como ela vai impactar o mundo**. Sorocaba. Disponível em:
<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SORBELLI, F. B. et al. Automated Picking System Employing a Drone. **ResearchGate** Perugia, p. 1-8, 2019. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/332413590_Automated_Picking_System_Employing_a_Drone. Acesso em: 19 out. 2021.

XU, J. Design Perspectives on Delivery Drones. **RAND Corporation**, Santa Monica, p. 1-27, 2017. Disponível em:
https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1700/RR1718z2/RAND_RR1718z2.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.