



O USO DE DRONES NA LOGÍSTICA

THE USE OF DRONES IN LOGISTICS

SCHMIDT, Paulo ¹

SCHMIDT, Gustavo ²

Resumo: O objetivo desse estudo é o de apresentar o uso crescente de drones na logística tem revolucionado as operações, proporcionando eficiência e rapidez. Esse estudo caracteriza-se como qualitativo, descritivo e de revisão bibliográfica. Inspirados em tecnologias militares, os drones evoluíram desde sua concepção inicial na década de 1840 até se tornarem peças-chave nas atividades logísticas modernas. No setor empresarial, eles são empregados para gerenciar estoques e ativos, melhorando a precisão e reduzindo custos. Na logística de entregas, os drones oferecem vantagens como velocidade, acesso a áreas remotas e redução de emissões. Empresas como Amazon, McDonald's e iFood já exploram seu potencial, mas desafios como regulamentação, segurança operacional e falhas mecânicas ainda precisam ser superados. Contudo, o futuro do delivery por drones é promissor, com investimentos em pesquisa e desenvolvimento visando aprimorar sua autonomia e capacidade.

Palavras-chave: Drones. Logística. Setor empresarial.

Abstract: The objective of this study is to present how the increasing use of drones in logistics has revolutionized operations, providing efficiency and speed. This study is characterized as qualitative, descriptive, and bibliographic review. Inspired by military technologies, drones have evolved from their initial conception in the 1840s to become key pieces in modern logistical activities. In the business sector, they are employed to manage stocks and assets, improving accuracy and reducing costs. In delivery logistics, drones offer advantages such as speed, access to remote areas, and emissions reduction. Companies like Amazon, McDonald's, and iFood are already

¹ Graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1988). Graduação em Formação de Professores pela IESJT (1991). Graduação em Pedagogia (2022). Graduação em Letras (2023). Graduação em História (2023). Mestrado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993) e Doutorado em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo (1996). Professor Titular da Faculdade São Francisco de Assis em Porto Alegre. E-mail: pschmidt@saofranciscodeassis.edu.br

² Graduando em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduando em Gestão da Tecnologia da Informação e Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade São Francisco de Assis. E-mail: gustavo.schmidt@ufrgs.br

exploring their potential, but challenges such as regulation, operational safety, and mechanical failures still need to be overcome. However, the future of drone delivery is promising, with investments in research and development aiming to enhance their autonomy and capacity.

Keywords: Drones. Logistics. Business sector.

1 INTRODUÇÃO

O uso frequente de drones na logística tem se tornado uma tendência cada vez mais proeminente, revolucionando a forma como as operações logísticas são conduzidas. Esses dispositivos aéreos não tripulados oferecem uma série de benefícios que contribuem para a eficiência, a rapidez e a acessibilidade das atividades logísticas.

Conforme Beté (2019), a criação dos drones teve como inspiração as bombas voadoras alemãs do tipo V-1, popularmente conhecida como *buzz bomb*, utilizadas durante a segunda guerra mundial. Essa tecnologia, também conhecida como UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*), quando usados para fins militares, serviam para reconhecimento e bombardeio.

Embora a ideia da utilização de aeronaves não tripuladas controladas à distância, segundo Nunes (2017), tenha surgido em 1849, na Áustria, o primeiro registro do uso de drones para fins bélicos foi em 1917, pelo exército britânico, durante a Primeira Guerra Mundial. Porém, o modelo que ficou marcado na história dos drones como são utilizados hoje em dia, foi desenvolvido pelo engenheiro espacial israelita Abraham (Abe) Karem em 1977 (Silva, 2021).

A partir da década de 1980, os drones começaram a ser usados para fins civis, como filmagem e fotografia. Na década de 1990, os drones começaram a se tornar mais populares e começaram a ser usados para uma variedade de outros fins, como segurança e entregas. No século XXI, os drones se tornaram ainda mais populares e começaram a ser usados para fins recreativos, como jogos, esportes e em empresas, em setores como o de logística.

Na área logística, percebe-se que os drones passaram a fazer parte das principais atividades operacionais, por isso é importante identificar quais são os principais benefícios e desafios do uso dessa tecnologia disruptiva pode trazer para a logística de entregas urbanas. Esse estudo, portanto, objetiva descrever quais são

essas vantagens e as quais as principais barreiras a serem enfrentadas para a plena utilização dessa tecnologia na área da logística.

A identificação dos principais benefícios e desafios do uso de drones na logística de entregas urbanas permitirá que as empresas e as autoridades públicas avaliem de forma mais precisa os riscos e as oportunidades associados a esta tecnologia. Isso pode levar ao desenvolvimento de políticas e regulamentos que promovam o uso seguro e responsável de drones na logística urbana. Além disso, a identificação dos principais benefícios e desafios do uso de drones na logística de entregas urbanas pode ajudar as empresas a tomar decisões mais informadas sobre o uso desta tecnologia, promovendo o uso seguro e responsável desta tecnologia.

2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A abordagem da pesquisa define a maneira como o pesquisador irá coletar, analisar e interpretar os dados de sua pesquisa. Esse estudo terá uma abordagem de pesquisa qualitativa, ou seja, é aquela que segundo Silva et al. (2018, p. 21) “[...] tem raízes no final do século XIX. Foi na área das Ciências Sociais que primeiro se questionou a adequação do modelo vigente de ciência aos propósitos de estudar o ser humano, sua cultura e vida social.”

Quantos aos procedimentos de pesquisa científica, que são os passos que os pesquisadores devem seguir para obter novos conhecimentos científicos, dentro do rigor dos métodos científicos, esse estudo se caracteriza como sendo bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é caracterizada, portanto, como o “[...] estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral.” (Vergara, 2000, p. 46).

Quantos aos objetivos, a pesquisa se classifica em descritiva. Para Gil (2008, p.47), a finalidade da pesquisa descritiva é a “[...] descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.”

3 O USO DE DRONES NO SETOR EMPRESARIAL

Os drones têm transformado a forma como as empresas gerenciam seus estoques e ativos. Equipados com câmeras de alta resolução e sensores de

rastreamento, os drones podem sobrevoar grandes armazéns e instalações, fornecendo uma visão detalhada em tempo real do status dos estoques. Isso permite que as empresas identifiquem rapidamente qualquer discrepância entre os registros e a realidade física, otimizando assim os processos de inventário.

Por exemplo, um drone pode ser usado para verificar a quantidade de itens em estoque, identificar quaisquer itens danificados ou perdidos, e até mesmo rastrear o movimento de itens entre departamentos. Isso pode economizar tempo e dinheiro para as empresas, permitindo que elas identifiquem e resolvam problemas rapidamente, conforme figura 1.

Figura 1: Uso de drones na gestão de estoques



Fonte: Mecalux (2023)

4 DRONES NA LOGÍSTICA

A utilização de drones surge como uma das principais tendências para otimizar a eficiência operacional no setor logístico. Com diversas aplicações abrangendo desde a monitorização de inventários até a efetivação de entregas, a integração desses dispositivos traz vantagens consideráveis, especialmente na redução de custos operacionais e na habilidade de alcançar áreas remotas e de difícil acesso, variando de acordo com a destreza do operador.

Os primeiros drones de uso na logística surgiram no cenário militar com o propósito de fornecer suprimentos médicos e alimentos em áreas de difícil alcance, ao mesmo tempo em que possibilitavam a vigilância e ataques a inimigos sem expor

soldados. Desde a criação dessa tecnologia, até os tempos atuais, diversas transformações ocorreram, e os drones evoluíram para desempenhar novos papéis, inclusive sendo submetidos a testes para a entrega de produtos adquiridos online.

Os drones podem ser usados para uma variedade de tarefas em armazéns e depósitos, incluindo:

- Supervisão das operações de carga e descarga;
- Monitoramento do trabalho nas docas;
- Facilitação da distribuição de mercadorias;
- Controle de estoque;
- Localização de itens;
- Identificação de produtos.

Para Albertin e Pontes (2021), os drones podem ajudar a melhorar a precisão e a eficiência das operações em armazéns e depósitos, reduzindo potenciais falhas e abrindo espaço para oportunidades de aprimoramento operacional. Por exemplo, os drones podem ser usados para monitorar o trabalho nas docas, garantindo que as cargas sejam carregadas e descarregadas com segurança e eficiência. Os drones também podem ser usados para localizar itens em armazéns, o que pode economizar tempo e dinheiro para as empresas.

Os drones podem ser usados para rastreamento e segurança de cargas. Eles também podem ser usados para mapear previamente rotas e avaliar as condições das vias. Isso pode ajudar a prevenir situações arriscadas, como acidentes e congestionamentos. Além disso, essa tecnologia também pode identificar rotas mais eficientes, o que pode acelerar os processos de entrega, evitar atrasos, prevenir acidentes, congestionamentos, melhorando a segurança e a eficiência do transporte de cargas

Os drones podem ser lançados a partir de bases estrategicamente posicionadas. Isso pode ajudar a garantir que os drones estejam sempre disponíveis para rastrear e proteger as cargas.

A implementação do uso de drones nas operações pode conferir às empresas vantagens distintas, como custos reduzidos e flexibilidade. É importante salientar que a obtenção de autorização junto às agências reguladoras é um requisito essencial.

No contexto brasileiro, segundo Prado (2017), a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) aprovou um regulamento para o uso de aeronave, que foi revisado pela emenda nº 2 (ANAC, 2021). Nesse documento são definidas as regras gerais que devem ser adotadas para a utilização de aeronaves não tripuladas, como os drones, em vários usos civis.

5 COMO FUNCIONA O DRONE DELIVERY

A entrega por drones é uma nova tecnologia que tem o potencial de revolucionar a forma como as mercadorias são entregues. Os drones podem ser usados para transportar pacotes e outras mercadorias diretamente aos destinatários. Isso pode acelerar o tempo de entrega, reduzir custos logísticos e alcançar locais de difícil acesso de maneira eficiente. A figura 2 apresenta um drone realizando uma entrega de mercadoria.

Figura 2: Drone realizando a entrega de mercadoria



Fonte: NW Drones (2023)

Para Frachtenberg (2019), nos últimos anos, tem havido notáveis progressos em diversas tecnologias destinadas à realização de entregas por drones, impulsionados principalmente por empreendimentos industriais. Esses drones podem assumir formas aéreas, marítimas ou terrestres. Enquanto alguns são inteiramente controlados por um operador humano remoto, outros operam com total ou parcial autonomia. Os drones variam consideravelmente em termos de capacidade de carga, desde alguns quilogramas até embarcações do porte de navios porta-contêineres. Neste artigo, o autor concentra-se no modelo indubitavelmente mais revolucionário

desses avanços: a entrega de encomendas de pequeno porte através de drones autônomos ou semiautônomos, com destaque especial para os drones aéreos.

A entrega por drones, segundo Jesus e Ferreira (2021) e Pimenta et al (2022), pode trazer muitas vantagens para a área de logística. Alguns desses benefícios são:

- **Velocidade e eficiência:** Os drones são capazes de navegar em linha reta, evitando congestionamentos de tráfego e terrenos acidentados. Isso resulta em tempos de entrega consideravelmente menores, especialmente em áreas urbanas congestionadas.
- **Redução de custos logísticos:** A entrega tradicional muitas vezes envolve o uso de frotas de veículos e mão de obra significativa. Os drones têm custos operacionais mais baixos em comparação, diminuindo os gastos com combustível e recursos humanos.
- **Acesso a locais remotos:** Os drones são ideais para chegar a áreas geograficamente difíceis, como regiões montanhosas, ilhas ou zonas rurais. Eles podem atingir locais onde a infraestrutura rodoviária pode ser limitada ou inexistente.
- **Redução de emissões:** A entrega por drones pode reduzir a pegada de carbono, já que eles consomem menos energia em comparação com veículos maiores. Isso contribui para iniciativas de sustentabilidade e responsabilidade ambiental.
- **Entrega em situações de emergência:** Em casos de desastres naturais ou situações de emergência, os drones podem fornecer suprimentos médicos, alimentos e outros recursos essenciais rapidamente, mesmo em áreas inacessíveis.
- **Flexibilidade de horários:** Os drones podem operar em horários não convencionais, como durante a noite, o que pode acelerar a entrega e atender às expectativas dos clientes por prazos mais curtos.
- **Minimização de interação humana:** Especialmente relevante em situações de saúde pública, como pandemias, a entrega por drones reduz a interação física entre as pessoas, promovendo a segurança e higiene.
- **Personalização e privacidade:** Com a entrega por drones, é possível selecionar locais específicos para a entrega, como varandas ou quintais, preservando a privacidade dos destinatários.
- **Inovação e marketing:** Empresas que adotam a entrega por drones podem se destacar no mercado como inovadoras, o que pode atrair consumidores interessados em experiências de compra diferenciadas.

- Desenvolvimento de ecossistemas tecnológicos: A implantação de sistemas de entrega por drones impulsiona o desenvolvimento de tecnologias associadas, como sensores, software de controle de voo e gerenciamento de tráfego aéreo de baixa altitude.

Segundo a Forbes (2022), algumas empresas já utilizaram drones para suas atividades de logística:

- Ifood: foi a primeira empresa das Américas a usar drones no delivery. A figura 3 apresenta um drone do ifood.

Figura 3: Drone do Ifood



Fonte: Ifood News (2022)

- B2W: empresa que controla as marcas Americanas, Submarino e Shoptime, testaram o uso de drones em parceria com a Speedbird Aero.

- McDonald's: o McDonald's se juntou ao iFood para experimentar a entrega de seus combos via drone. A ideia é que a rede teste a experiência entregue aos consumidores para expandir o serviço para várias regiões do Brasil. A figura 4 apresenta um modelo de drone utilizado pelo McDonald's.

Figura 4: Modelo de drone do McDonald's



Fonte: Comet (2019)

- Amazon: uma das maiores empresas do e-commerce, lançou o serviço Prime Air em algumas partes do mundo e promete entregar produtos em até 30 minutos por meio de drones, conforme figura 5.

Figura 5: Serviço Prime Air da Amazon



Fonte: Gazzi (2022)

- Rappi: a plataforma de delivery iniciou testes com drones, em parceria com a KiwiBot, para entrega de alimento e bebidas.

Embora a entrega por drones ofereça diversas vantagens, também é importante reconhecer que existem desafios regulatórios, técnicos e de segurança que precisam ser superados para a adoção em larga escala. No entanto, à medida que a tecnologia avança e as regulamentações são ajustadas, é provável que essas vantagens se tornem ainda mais evidentes e amplamente aproveitadas.

6 DESAFIOS PARA O USO DE DRONES NA LOGÍSTICA

O uso de drones na logística enfrenta alguns desafios, como as regulamentações de espaço aéreo, questões de segurança, capacidade de carga, autonomia e alcance, integração com a atual infraestrutura da logística e gerenciamento de rotas.

6.1 Regulamentação dos drones para uso na logística

Para Paula e Gentil (2020) e Urzêda Júnior (2021), estabelecer regulamentações para a utilização de drones na logística desempenha um papel

essencial na asseguuração da segurança, eficácia e incorporação adequada desses aparelhos nas atividades comerciais. Devido à singularidade dos drones, é necessário adotar uma abordagem regulatória meticulosa que harmonize o progresso tecnológico com a consideração por questões de segurança, proteção de dados pessoais e conformidade regulatória.

A regulação dos drones difere conforme o país e pode envolver diversos aspectos, como critérios para obtenção de licenças e treinamento de operadores, restrições de altitude e alcance, áreas delimitadas, sistemas de identificação e rastreamento, entre outros. As autoridades reguladoras buscam criar um ambiente que viabilize a integração segura e eficaz dos drones na logística, ao mesmo tempo em que reduz ao mínimo os riscos potenciais.

Para Li (2019), encontrar um equilíbrio entre a expansão das atividades dos drones e a salvaguarda da segurança do espaço aéreo e da privacidade dos cidadãos é um dos desafios primordiais enfrentados pelas autoridades reguladoras. Para assegurar que os drones não interfiram com a aviação tripulada, infraestruturas críticas ou áreas densamente povoadas, frequentemente são estabelecidas normas rigorosas. Além disso, medidas são adotadas para evitar violações da privacidade, garantindo que os drones não capturem imagens ou dados confidenciais sem o devido consentimento.

O avanço contínuo da tecnologia também coloca um desafio diante das autoridades reguladoras. Conforme os drones se tornam mais sofisticados e autônomos, as regulamentações devem se ajustar para acomodar novas capacidades, como sistemas de prevenção de colisões, comunicação entre drones e gerenciamento de tráfego aéreo não tripulado.

No campo da logística, segundo Gardizan et al (2019), a regulamentação dos drones para entregas tem sido particularmente complexa. Autoridades reguladoras trabalham para estabelecer diretrizes que garantam a segurança das entregas, evitando colisões no ar e assegurando que os drones operem dentro de padrões predefinidos.

O trabalho conjunto entre governos, setor industrial e entidades especializadas é crucial para estabelecer regulamentações que atendam as necessidades do mercado logístico. Diversos países estão engajados em esforços ativos para revisar e aprimorar suas regulamentações à medida que a tecnologia dos drones evolui. Essa abordagem equilibrada visa fomentar a inovação, enquanto simultaneamente

preserva a segurança pública e a integridade do espaço aéreo com o uso de drones na logística.

Portanto, a regulamentação dos drones para uso na logística desempenha um papel fundamental na adoção segura e eficiente dessa tecnologia em operações comerciais. Ao estabelecer regras claras e adaptáveis, os reguladores procuram promover a inovação, ao mesmo tempo garantir que os drones sejam uma ferramenta segura e benéfica ao cenário logístico global.

6.2 Segurança Operacional

O uso de drones na logística tem promovido avanços significativos em eficiência e velocidade na entrega de mercadorias. No entanto, a segurança operacional é um aspecto crítico que merece atenção especial. Os desafios relacionados à segurança operacional no uso de drones na logística, explora questões como a gestão de riscos, treinamento de operadores e manutenção (Rezende, 2018).

A garantia da segurança operacional é crucial para mitigar riscos e garantir que o uso dessas tecnologias seja bem-sucedido e aceito pelos consumidores, pelas empresas e pelas autoridades reguladoras.

Os drones operam em ambientes complexos e mutáveis, sujeitos a obstáculos como edifícios, árvores e cabos elétricos, conforme figura 6. A detecção e desvio desses obstáculos representam um desafio crítico para prevenir colisões e danos materiais.

Figura 6: Obstáculos para o uso de drones



Fonte: Bonfim (2018)

Diversos métodos são empregados para identificar obstáculos, entre eles o radar, o lidar e a visão computacional. Segundo Pimenta (2019), o radar emprega ondas de rádio para detecção de objetos, enquanto o lidar se vale de feixes laser. Já a visão computacional utiliza câmeras para identificar objetos e mapear o ambiente circundante. Depois que um obstáculo é detectado, o drone deve tomar medidas para evitá-lo. Uma abordagem é simplesmente mudar de direção. Outra abordagem é desacelerar ou parar o drone. Em alguns casos, o drone pode até ser capaz de subir ou descer para evitar um obstáculo.

A detecção e evasão de obstáculos é uma tecnologia essencial para tornar os drones seguros e confiáveis para o uso na logística, especialmente porque os drones operam em ambientes urbanos e variáveis, sujeitos a obstáculos como edifícios, árvores e fios elétricos. A detecção e evasão de obstáculos é um desafio crucial para evitar colisões e danos materiais.

Para Silva et al (2016), as mudanças abruptas nas condições climáticas, como ventos vigorosos e chuvas torrenciais, têm o potencial de exercer um impacto adverso sobre a estabilidade e o controle dos drones empregados na logística. A natureza imprevisível e mutável do clima representa um desafio significativo para a operação segura e eficiente dessas aeronaves não tripuladas na área da logística.

Os ventos fortes podem perturbar a trajetória planejada do drone, causando oscilações indesejadas e dificultando o controle preciso. Em altitudes mais elevadas, onde os ventos são frequentemente mais fortes, os drones podem ser levados para fora do curso, aumentando o risco de colisões com obstáculos ou outras aeronaves. Além disso, a exposição a ventos intensos pode impactar negativamente a estabilidade aerodinâmica do drone, tornando-o suscetível a comportamentos imprevisíveis (Frackiewicz, 2023).

Além do vento, as chuvas intensas podem resultar em um conjunto de desafios adicionais. A umidade excessiva pode prejudicar os componentes eletrônicos do drone, interferindo na comunicação e no funcionamento dos sistemas. Além disso, gotas d'água nas lentes das câmeras ou sensores podem distorcer a visão e a capacidade de detecção, prejudicando a precisão das operações de navegação e evasão de obstáculos.

Para mitigar esses riscos, segundo Eiras (2019), é imperativo implementar medidas preventivas e protocolos de segurança. Os drones devem ser equipados com sensores meteorológicos que possam monitorar em tempo real as condições

climáticas ao redor. Esses sensores podem detectar mudanças abruptas no vento e nas condições de umidade, permitindo que o drone ajuste sua trajetória e comportamento de voo de acordo com as circunstâncias.

Outro ponto importante que deve ser analisado para a utilização de drones em atividades de delivery é a interferência de sinais de comunicação e do sistema de posicionamento global (GPS). Essa influência pode representar um risco substancial para a operação segura e eficiente dos drones empregados na logística. Quando ocorre a interrupção ou a degradação desses sinais, o drone pode perder o controle adequado ou até mesmo ficar desorientado, o que pode resultar em consequências perigosas.

Para Oliveira (2020), o GPS é fundamental para a navegação precisa dos drones, permitindo que eles determinem sua posição, velocidade e direção com alta precisão. A interferência nos sinais de GPS, seja devido a fontes naturais como condições atmosféricas ou devido a interferência intencional, pode levar a erros na localização do drone. Como resultado, o drone pode se desviar da rota planejada, perder o controle e, em casos extremos, colidir com obstáculos ou se perder completamente.

As interferências nos sinais de comunicação dos drones utilizados na logística podem resultar em atrasos na transmissão de comandos, perda de informações críticas ou até mesmo na incapacidade de controlar o drone remotamente. A ausência ou atraso na comunicação pode ser particularmente perigosa durante manobras complexas, como aterrissagem ou evasão de obstáculos.

Para mitigar esses riscos, segundo Ulrich e Nobre (2019), é essencial adotar medidas que minimizem a probabilidade de interferência e garantam o uso correto do sistema. Isso pode incluir a utilização de antenas de maior qualidade e tecnologias de supressão de interferência, bem como a implementação de protocolos de segurança cibernética robustos para prevenir ataques maliciosos aos sistemas de comunicação e GPS. Além disso, os drones podem ser equipados com sistemas de navegação inercial (INS) e sensores inerciais, que permitem ao drone estimar sua posição e movimento mesmo quando os sinais de GPS estão comprometidos. Isso ajuda a manter a estabilidade e a continuidade da operação, mesmo em cenários de interferência.

Além dos problemas já destacados, é possível que avarias mecânicas ou elétricas ocorram e podem resultar na perda de controle do drone ou na falha na

entrega da carga. A confiabilidade das aeronaves não tripuladas na logística é essencial para garantir a operação segura e eficiente, mas a presença de avarias representa um risco que deve ser gerenciado pelas empresas de logística.

Para Costa (2019, p. 20), “os drones militares apesar de eficazes e necessários, cada vez mais, eles apresentaram diversos defeitos, desde avarias mecânicas, erro humano, a mal tempo e ainda outras razões”. Avarias mecânicas podem se manifestar como falhas em componentes físicos do drone, como motores, hélices, chassi ou sistemas de propulsão. Essas falhas podem levar a perda de sustentação, desequilíbrio aerodinâmico ou até mesmo a parada completa do drone no ar. Conseqüentemente, a capacidade de controle do drone é prejudicada, aumentando a probabilidade de acidentes.

Além de problemas mecânicos, os drones podem apresentar avarias elétricas associadas a falhas nos sistemas elétricos, como baterias, circuitos ou conexões. Essas falhas podem resultar em uma perda repentina de energia, fazendo com que o drone caia ou perca a capacidade de comunicação. Isso pode ocorrer durante o voo, comprometendo a segurança do drone, da carga transportada e das pessoas ao redor.

Para mitigar esses riscos para as operações com drones na logística, Vieira (2019) defende que é fundamental implementar práticas rigorosas de manutenção e testes antes de cada voo. A inspeção regular dos componentes mecânicos e elétricos, bem como a substituição preventiva de peças desgastadas, pode reduzir a probabilidade de falhas inesperadas. Além disso, os drones podem ser equipados com sensores de diagnóstico que monitoram em tempo real o status dos sistemas críticos, alertando os operadores sobre quaisquer anomalias.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agilidade se destaca como uma das principais vantagens do sistema de entrega via drones. Essas aeronaves têm a capacidade de voar em trajetórias diretas, contornando engarrafamentos, o que viabiliza a distribuição de produtos tanto em áreas urbanas densas como em regiões remotas. O resultado é uma redução significativa nos tempos de trânsito, beneficiando a eficiência das operações logísticas.

Adicionalmente, a utilidade do sistema de entrega via drones se torna especialmente relevante em contextos de emergência, como a distribuição de suprimentos médicos em regiões afetadas por desastres naturais. A habilidade dos

drones em chegar a locais de difícil acesso de maneira ágil pode desempenhar um papel crucial na prestação de suporte logístico em momentos de extrema necessidade.

Apesar das dificuldades apresentadas, o horizonte para a entrega por drones se mostra promissor. Gigantes da tecnologia e do comércio eletrônico lideram os avanços rumo à concretização do drone delivery. Tais empresas têm direcionado investimentos em pesquisa e desenvolvimento para aprimorar a autonomia, capacidade de carga e segurança dessas aeronaves não tripuladas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial: RBAC–E nº 94, emenda nº 2. Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil. Resolução**. Brasília: ANAC, 2021. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-1/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf. Acesso em: 04 ago. 2023.

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe. **A engenharia de produção na Era da Indústria 4.0**: estudos de casos e benchmarking da Indústria 4.0. Curitiba: Appris, 2021.

BETÉ, Thiago de Souza. Drones: um pequeno histórico e as consequências do seu uso. **Revista Conexão Sipaer**, v. 10, n. 1, p. 2-14, 2019. Disponível em: <http://conexasipaer.com.br/index.php/sipaer/article/viewFile/602/452>. Acesso: 03 ago. 2023.

BONFIM, Kande. **4 motivos para não decolar seu drone pela janela**: com vídeos. Medium, 2018. Disponível em: <https://medium.com/droneiro-com/4-motivos-para-nao-decolar-seu-drone-pela-janela-com-v%C3%ADdeos-fc225d2ce7a1>. Acesso em: 07 ago. 2023.

COELHO, Werizie Rodrigues; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. A aplicação de drones na agroindústria de precisão. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 487-499, 2021. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1108/644>. Acesso em: 04 ago. 2023.

COMET, Tom. **McDonald's drone delivery**. Toronto: Droneboy, 2019. Disponível em: <https://www.droneboy.com/2019/01/12/mcdonalds-drone-delivery/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

CORCOVADO, João Miguel França; VALLE, Vivian Cristina Lima López. Regulação do Uso Comercial de Drones no Espaço Aéreo Urbano e sua Logística Para Transporte de Objetos nas Smart Cities: Regulation of the Commercial Use of Drones in Urban Air Space and its Logistics for Transport of Objects in Smart Cities. **International Journal of Digital Law**, v. 2, n. 2, p. 185-200, 2021. Disponível em: <https://journal.nuped.com.br/index.php/revista/article/view/valle2021/235>. Acesso em: 04 ago. 2023.

COSTA, Rafaela Duarte. **Análise da atuação dos drones na segurança de um país**. 2019. Tese (Doutorado). – Lisboa: Universidade Nova, 2019. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/91298/1/Costa_2019.pdf. Acesso em: 7 ago. 2023.

EIRAS, Fabio Cocchi da Silva. **Medição da precisão do sincronismo em redes de sensores móveis**. 2019. Tese (Doutorado). – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-22032022-142940/en.php>. Acesso em: 07 ago. 2023.

FRACHTENBERG, Eitan. Practical drone delivery. **Computer**, v. 52, n. 12, p. 53-57, 2019. Disponível: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8909916>. Acesso em: 04 ago. 2023.

FRACKIEWICZ, Marcin. **Qual é a velocidade máxima do vento esperada para um voo de drone seguro?** Warsaw (PL): TS2, 2023. Disponível em: <https://ts2.space/pt/qual-e-a-velocidade-maxima-do-vento-esperada-para-um-vo-de-drone-seguro/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

FORBES. **5 empresas que fazem delivery com drones e robôs**. São Paulo: Forbes, 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/01/conheca-5-empresas-que-ja-utilizam-drones-e-robos-para-entregas/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

GARDIZAN, Marina Torquez et al. Ensaio: estudo da contribuição do vant (veículo aéreo não tripulável) para melhoria dos processos logísticos. **Revista Científica Intellectus**, n. 55, 2019. Disponível em: <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=16798902&AN=141889316&h=BO5yGxZNkOcvSo8AauBkD7RH4rjNW%2bDha%2bgRqk7JB0DPrYaCX1%2btfFJEzdZUb2II38jm4fXUJZdsNWG5Mhb2Q%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d16798902%26AN%3d141889316>. Acesso em: 06 ago. 2023.

GAZZI, Henrique Bahia C. **Amazon inova com entregas via drone**. Belo Horizonte: Mercado Hoje, 2022. Disponível em: <https://mercadohoje.uai.com.br/2022/06/13/amazon-inova-com-entregas-por-drone/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IFOOD NEWS. **iFood é 1ª empresa das Américas a poder usar drone no delivery**. São Paulo: Ifood, 2022. Disponível em: <https://www.news.ifood.com.br/ifood-e-1-empresa-das-americas-a-poder-usar-drone-no-delivery/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

JESUS, Cleriston Soares de; FERREIRA, Vagner. **Implementação da tecnologia de drones na distribuição de pequenas mercadorias no Brasil**. XI Fateclog. Americana (SP): Facectog, 2021. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2021/197-194-1-RV.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2023.

SCHMIDT, P.; SCHMIDT, G. O uso de drones na logística. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 1, p. 83-100, nov. 2023.

LI, Bin. Legal Governance of Unmanned Aerial Vehicles in China-Balancing between Public Safety and Industry Growth. **Issues Aviation L. & Pol'y**, v. 19, p. 81, 2019. Disponível em: <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/isavialp19&div=8&id=&page=>. Acesso em: 06 ago. 2023.

MECALUX. **Drones para inventário**: o futuro do controle de estoque? Barcelona: Mecalux, 2023. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/blog/inventario-com-drones>. Acesso em: 07 ago. 2023.

NUNES, André Filipe Poiarez. **A avaliação da sustentabilidade das infraestruturas de defesa costeira com recurso à utilização de veículos aéreos não tripulados e modelação 3D**. Tese (Doutorado). – Lisboa: Universidade Nova, 2017. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/28054>. Acesso em: 04 ago. 2023.

NW DRONES. **Drones na logística**: conheça os impactos na operação. Brasília: NW Drones, 2023. Disponível em: <https://blog.nwdrone.com.br/drones-na-logistica-conheca-os-impactos-na-operacao/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

OLIVEIRA, Altacis Junior de et al. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15976>. Acesso em: 07 ago. 2023.

PAULA, João Cleber de; GENTIL, Célio. **A inserção de drones na logística urbana**: Nova tendência da indústria 4.0. Juiz de Fora: DSpace, 2020. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/3573>. Acesso em: 5 ago. 2023.

PIMENTA, Aline Cristina da Silva Pimenta et al. As oportunidades e desafios da utilização dos drones nos setores logísticos brasileiros. **Revista Fatecnológica da Fatec-Jahu**, v. 16, n. 1, p. 82-94, 2022. Disponível em: <http://fatecjahu.edu.br/ferramentas/ojs/index.php/revista/article/view/237>. Acesso em: 05 ago. 2023.

PIMENTA, Tatiana Gonzalez. **Principais desafios sociais enfrentados no desenvolvimento dos veículos autônomos**. Salvador: SENAI CIMATEC, 2019. Disponível em: <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/1656>. Acesso em: 06 ago. 2023.

PRADO, Carlos Eduardo Resende. Teubner e os drones. **Journal of Law and Regulation**, v. 3, n. 1, p. 73-94, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rdsr/article/view/19196>. Acesso em: 04 ago. 2023.

REZENDE, Rodrigo Montezel Corrêa de. Drones: regulamentações e os impactos na segurança pública. **Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual**, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/8207>. Acesso em: 07 ago. 2023.

SCHMIDT, P.; SCHMIDT, G. O uso de drones na logística. **RGSN - Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, número especial 1, p. 83-100, nov. 2023.

SILVA, Raimunda Magalhães et al. **Estudos qualitativos**: enfoques teóricos e técnicas de coleta de informações (Orgs). Sobral: UVA, 2018.

SILVA, Rodrigo Olhiara et al. Uso de drones em procedimentos criminais. **Revista de Doutrina Jurídica**, v. 108, n. 1, p. 89-100, 2016. Disponível em: <https://revistajuridica.tjdft.jus.br/index.php/rdj/article/view/63>. Acesso em: 07 ago. 2023.

SILVA, Rômulo Moreira. **Índices de vegetação na predição de produtividade de soja**. Dissertação (Mestrado). – Programa de Pós-graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde - GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2021. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2366/1/Dissertação_Rômulo%20Moreira%20Silva.pdf. Acesso em: 04 ago. 2023.

ULRICH, Pedro Henrique; NOBRE, Jeferson Campos. Análise do Estado da Arte em Segurança Cibernética com Drones. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/reic/article/view/87372>. Acesso em: 07 ago. 2023.

URZÊDA JÚNIOR, João Franco de et al. **Legislação e marcos regulatórios para o uso de aeronaves remotamente pilotadas em proveito da logística no Brasil**. Rio de Janeiro: Escola Superior de Defesa (ESD), 2021. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1531>. Acesso em: 05 ago. 2023.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

VIEIRA, Pedro Miguel do Lago. **Organização de serviços de manutenção e testes de “drones” comerciais**. 2019. Tese (Doutorado). – Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Porto (PT): ISEP, 2019. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/15195>. Acesso em: 07 ago. 2023.