

O PAPEL DOS DRONES NA LOGÍSTICA MODERNA: EFICIÊNCIA E INOVAÇÃO NO TRANSPORTE DE PEQUENAS MERCADORIAS

Daisy de Souza Shinohara¹

Karina Francielle Benedicto Lino²

Sidionei Onézio Silveira³

Resumo

A logística é elemento essencial para a competitividade empresarial e é um aspecto essencial garantidor do sucesso ou fracasso das organizações, visto que um gerenciamento eficiente de recursos e processos tornou-se uma vantagem competitiva. Contudo, com advento do desenvolvimento tecnológico e vislumbrando um cenário onde busca-se cada vez mais unir qualidade e eficiência, os drones surgem como uma possibilidade a ser observada e aplicada. Em território nacional o modelo de transporte utilizado se mostra deficitário em infraestrutura mesmo com este sendo responsável pela movimentação de mais de 60% das mercadorias, colaborando para uma adição nos custos indiretos. Logo, este artigo possui como objetivo analisar a utilização de drones como meio para entrega de pequenas mercadorias no LastMile. Apresentando as vantagens e problemáticas do uso desse modal para entregas nacionais e internacionais, enfatizando e expondo uma possibilidade de aplicação em áreas remotas/periféricas, além de promover exemplos da utilização por empresas de diferentes setores. Os resultados contribuirão com o desenvolvimento do conhecimento acadêmico e oportuniza outros estudos acerca do aperfeiçoamento de processos referente à logística de distribuição através dos drones.

Palavras-chave: Desenvolvimento tecnológico. Drones. Logística. Modal para entregas.

Abstract

Logistics is an essential element for corporate competitiveness and is a crucial aspect that ensures the success or failure of organizations, as efficient resource and process management has become a competitive advantage. However, with the advent of technological development and the vision of a scenario where quality and efficiency are increasingly sought after, drones emerge as a possibility to be observed and applied. In the national territory, the transportation model used shows infrastructure deficiencies even though it is responsible for the movement of more than 60% of goods, contributing to an increase in indirect costs. Therefore, this article aims to analyze the use of drones as a means of delivering small goods in the Last Mile. It presents the advantages and challenges of using this mode for national and international deliveries, emphasizing and highlighting a possible application in remote/peripheral areas, as well as providing examples of use by companies from different sectors. The results will contribute to the development of academic knowledge and facilitate further studies on the improvement of distribution logistics

¹ Graduanda em Gestão de Negócios e Inovação pela Fatec Sebrae – São Paulo/SP, daisy.shinohara@fatec.sp.gov.br

² Graduanda em Gestão de Negócios e Inovação pela Fatec Sebrae – São Paulo/SP, karina.lino@fatec.sp.gov.br

³ Professor Orientador Fatec Sebrae, sidionei.silveira@fatec.sp.gov.br

processes through drones.tema. Economize tempo no Word com novos botões que são mostrados no local em que você precisa deles.

Keywords: *Technological development. Drones. Logistics. Modal for deliveries.*

1. INTRODUÇÃO

A palavra logística, tem origem grega, logistikos, que significa cálculo e raciocínio no sentido matemático. Era tida como um termo militar referindo-se à arte de transportar, suprir e armazenar as tropas. Como os conflitos eram longevos, existia uma necessidade de transferir equipamentos, armas, munição, alimentos e remédios aos soldados (NOVAES, 2007).

Associada somente às atividades militares, suas técnicas foram utilizadas em guerras como nas tropas estrategicamente organizadas de Alexandre, O Grande (310 a.C.) onde mantimentos, munições e água, eram distribuídos a todos os pontos da tropa. Entretanto, foi na Segunda Guerra Mundial em que a logística surgiu como ciência por necessitar de agilidade, mantimento adequadamente alocado e no tempo correto. Analogamente, as concepções passaram a fundamentar a base para a gestão de operações em organizações de maneira a fomentar uma sincronia com as outras atividades que aconteciam na empresa (PAURA, 2012; PLATT, 2015).

Tais circunstâncias colaboraram para o desenvolvimento da logística, passando a ser vista como um elemento essencial para a competitividade empresarial, tendo em vista que o gerenciamento eficiente de recursos e processos tornou-se uma vantagem competitiva.

Na contemporaneidade, as organizações já possuem ciência que deter processos logísticos eficientes representa um fator de sucesso em seus negócios. No Brasil, predomina a utilização da modalidade rodoviária, que detém como o principal benefício a possibilidade de chegar a todos os lugares, possibilitando a entrega porta a porta em âmbito nacional (NOVAES, 2007).

Contudo, no Brasil, o aumento médio de custo operacional da modalidade rodoviária, principalmente, se deve à falta da qualidade do pavimento das rodovias é de 30,9 % (CNT, 2021). Esse revés, afeta os custos do transporte e, conseqüentemente, o preço final dos produtos destinados ao consumidor. Para além disso, como apresentado pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2018), somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada (entre 2009 a 2019 a

malha pavimentada se ampliou somente em 0,5%), entretanto, em contrapartida, houve um acréscimo na frota de 63,6% no período de 2009 a 2017, atingindo aproximadamente 100 milhões de veículos em circulação no país. Outro dado importante que mostra a precariedade da malha rodoviária nacional é que 61,9% das rodovias avaliadas, em 2020, apresentaram algum tipo de problema em seu estado geral.

Logo, pode-se vislumbrar notoriamente que o transporte rodoviário se mostra deficitário em infraestrutura mesmo com este sendo incumbido de movimentar mais de 60% das mercadorias e, como previamente abordado, este aspecto contraproducente acarreta em uma adição nos custos indiretos. (CNT, 2018) Todavia a logística acontece em prol da criação de valor para toda a sua cadeia e/ou partes interessadas e é através do tempo e do lugar que isso transcorre. Traduzindo-se com o significado de que os produtos/serviços só retêm relevância se estiverem alinhados no quando e onde são desejados, o uso de outra modalidade de transporte se torna viável, posto que para alguns autores como Ballou (2006), categoria aérea é vantajosa especialmente quando tratando-se de grandes distâncias.

Neste contexto, vem se tornando comum e cada vez maior o número de artigos versando acerca da utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) nas mais diversas áreas, entretanto seu uso ainda é inabitual, sendo que o transporte aéreo de cargas além de uma velocidade superior às demais, ainda contém graus menores de extravios e avarias o que converte-se em maior confiabilidade e segurança (SILVA, 2018; NOVAES, 2007).

Sendo visto como possíveis aliados para trazer a inovação tecnológica necessária na logística e em áreas correlacionadas, os VANTs conhecidos popularmente como “drones” frente à necessidade da realização de entregas de mercadorias vem como um recurso que traz facilidade do manuseio e flexibilidade em acessar locais de difícil aproximação.

Levando em consideração os aspectos tratados inicialmente, observando que o mercado está cada vez mais competitivo e que, com isso, as empresas não podem se tornar tecnologicamente obsoletas ante seus concorrentes, tendo que se manter equiparadas ou superiores uma vez que reconquistar seus clientes é muito mais difícil que conquistá-los e se atentando ao crescente interesse na utilização do

veículo aéreo não tripulado e que estes vem sendo tema de uma parte considerável dos estudos logísticos por seu potencial para o setor, a tese central deste trabalho aborda a utilização de VANTs como meio para entrega de mercadorias no LastMile com o objetivo geral de apresentar as vantagens e problemáticas do uso desse instrumento para entregas nacionais e internacionais, além de exemplos de projetos para utilização em empresas de diferentes setores. Como objetivos específicos procurou-se responder às seguintes questões:

- Como o uso de drones pode auxiliar em prol de aumentar eficiência e qualidade de serviços?
- Quais barreiras são encontradas nesse campo que impede o desenvolvimento e ampliação de seu uso por outras empresas?
- Quais as principais alegações no que se diz respeito às vantagens e desvantagens que essa nova tecnologia no setor logístico brasileiro traz?

Este modelo de entrega por VANTs, já é estudado e praticado em âmbito internacional por algumas empresas para o aprimoramento das entregas no LastMile. No período de janeiro de 2023 a dezembro de 2023, os dados para este estudo foram coletados por meio de pesquisa bibliográfica e legislativa do setor. Elegeu-se por este método de pesquisa devido a possibilidade do levantamento bibliográfico existente por se tratar de um tema atual. Realizado o levantamento bibliográfico, começou a fase de leitura e seleção dos artigos para citação e fundamentação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para atingir o objetivo proposto, este artigo foi alicerçado por uma intensa e abrangente pesquisa, baseada na literatura, pesquisa bibliográfica, artigos e trabalhos acadêmicos desenvolvidos sobre o tema, sites com informações oficiais sobre a produção, desempenho e impacto o papel dos drones na logística moderna.

2.1 Conceito e breve histórico

Concernindo-se um assunto que divide opiniões, o uso de VANTs para as operações logísticas pode vir a ser uma das grandes tendências que solucionará uma série de problemas encontrados atualmente na logística.

Do inglês RemotelyPilotedAircraft (RPA), ou Veículos Aéreos Não Tripulados podem ser caracterizados como sendo qualquer espécie de aeronave que não detém um piloto humano internamente, mas sendo conduzida externamente através de métodos computacionais sob vigilância humana, sendo esses capazes de alcançar longas distâncias. Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2019) o termo drone descreve um veículo aéreo não tripulado (VANT) de aplicação militar, sendo este autônomo ou não.

Detendo uma câmera e mecanismo que possibilita a sincronização de imagem com Sistema de Posicionamento Global (GPS) e sensores de posição, esses equipamentos têm a capacidade de transmitir imagens síncronas e de evitar colisões, além do acesso facilitado a ângulos diversos.

O primeiro registro que se há dessa espécie de veículo foi na Primeira Guerra Mundial para uso exclusivamente militar. Retornando em 2003 para a Segunda Guerra do Golfo, passou então a ser usado também por outras nações. No Brasil, o primeiro registrado foi o BQM1BR desenvolvido pela Companhia Brasileira de Tratores. Era movido por propulsão a jato e teve seu voo em 1983 (HAUAGGE, 2016).

Em conformidade com a Resolução nº 622, de 01/06/2021 da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), os VANTs podem ser conceituados como Aeromodelos (aeronaves não tripuladas) remotamente pilotadas usadas para recreação e lazer ou Aeronaves Remotamente Pilotadas (aeronaves não tripuladas para fins como experimentais, institucionais e comerciais). Composto-se de regulamentações, eles também são subdivididos em classes que apresentam variações quanto a sua capacidade operacional e peso ao realizar a decolagem.

2.2 Utilização do VANTs no Brasil

O VANTs já é utilizado em diversas áreas, tais como: na segurança pública, mapeamento e monitoramento ambiental, inspeções de infraestruturas, agricultura. Em 2014, a Força Aérea Brasileira (FAB), firmou um contrato com Israelenses Elbit Systems, para utilizá-lo na Copa do Mundo 2014, no monitoramento do estádio e arredores. A Polícia Federal (PRF), também faz uso desse equipamento para fiscalizar as rodovias, auxiliando os agentes na condução indevida dos motoristas.

No Brasil a empresa SpeedbirdAero é a primeira empresa certificada pela Agência de Aviação Civil, com sistemas de navegação capazes de transportar e entregar pequenos pacotes, incluindo alimentos e remédios.

Com potencial de se tornar o criador de uma nova era na logística de entregas, o crescimento mundial na indústria dessas aeronaves é notável. Conforme o último relatório fornecido pela ANAC (2022) no Brasil há um total de 111.154 registros de VANTS contra 75.077 em 2019, sendo hoje o país com o principal mercado dessas aeronaves na América do Sul, com faturamento anual de US\$ 373 milhões (SANTOS, 2022).

2.3 Legislação no Brasil

Existem duas entidades aeronáuticas no Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

Conforme a Lei 11.182/2005, compete à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) administrar o Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) com as funções de efetuar o registro de aeronaves, bem como de emitir Certificados de Matrícula (CM) e de Aeronavegabilidade (CA) de aeronaves civis sujeitas à legislação brasileira.

No Brasil, a legislação que regula o uso do VANTS é a Resolução nº 419/2017 da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que estabelece as regras para o uso desses equipamentos no espaço aéreo brasileiro.

É de competência do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), Órgão Central do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), legislar acerca dos procedimentos para o acesso ao Espaço Aéreo, cabendo aos demais Órgãos Reguladores o trato do assunto das respectivas áreas de atuação.

De acordo com a resolução da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) nº 622, de 01/06/2021, os VANTS são divididos em categorias: aeronaves de uso recreativo, aeronaves de uso comercial de baixo risco e aeronaves de uso comercial. Para cada categoria, existem diferentes requisitos para a operação do equipamento. Com base no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) estão classificadas em 3 classes:

- **Classe 1:** peso máximo de decolagem maior que 150 kg;
- **Classe 2:** peso máximo de decolagem maior que 25 kg e menor ou igual a 150 kg;

- **Classe 3:** peso máximo de decolagem menor ou igual a 25 kg.

Conforme o RBAC-E nº 94, as Aeronaves Remotamente Pilotadas precisam de registro, com exceção da classe 3 já que o peso máximo de decolagem é de até 250 gramas, as Aeronaves Remotamente Pilotadas precisam de registro.

O requisito para o piloto remoto de uso recreativo, é ser maior de 18 anos e ter a total responsabilidade pela condução segura da aeronave e pelas consequências advindas.

A classe 1 e 2, devem ser registradas considerando os requisitos dispostos na Resolução nº 293, de 9 de novembro de 2013, que dispõe sobre o Registro Aeronáutico Brasileiro. Detendo um Certificado de Marca Experimental ou um Certificado de Matrícula, conforme aplicável. A classe 3 precisa fazer um cadastro no site da ANAC, para vincular se é uma pessoa física e jurídica, caso for realizar voos acima de 400 pés é necessário a matrícula de registro. Para os pilotos da classe 1 e 2, os requisitos são: ter um Certificado Médico Aeronáutico e uma licença adequada para voos acima de 400 pés, além de um seguro contra danos a terceiros em voos não recreativos. Durante o voo, eles devem manter uma distância de 30 metros de pessoas. Vale ressaltar que está restrito o voo em áreas, como próximas a aeroportos, áreas militares e áreas de segurança pública, o não cumprimento pode resultar em penalidades, como multas e apreensão do equipamento.

2.4 Last-Mile e distribuição

Last-MileDelivery (LMD) ou simplesmente a entrega de última milha se configura como sendo a logística para o consumidor final, ou seja, toda a logística que ocorre na entrega final da encomenda para o cliente. Existem outras maneiras para se efetuar a entrega de mercadorias ao comprador. São exemplos dessas formas de entregas: HD (Home delivery) que se configura pelo envio direto ao endereço do comprador ou CP (CustomerPickup) que se caracteriza pela ação do consumidor em ir retirar seu pedido em loja. A LMD possui grande relevância frente a ascensão do e-commerce que reforçada pela pandemia do Covid-19 apresentou um crescimento exponencial resultando em mais pessoas comprando levando ao crescimento de entregas, causando danos à infraestrutura das cidades, congestionamentos nas ruas, prejuízo à saúde, meio ambiente e até segurança. Frente a isso, os conceitos que integram o LastMileDelivery estão evoluindo, tendo

alternativas tecnológicas promissoras para auxiliar na confrontação dos desafios apresentados, podendo ver como um destes o uso das aeronaves remotamente pilotadas que oferecem segurança, rapidez e confiabilidade nos processos logísticos. Especialistas do ramo da aeronáutica embasados nos avanços velozes em percepção aos obstáculos e tecnologias, esperam que os VANTS em poucos anos se tornem hábeis para voar de formas inteiramente seguras e autônomas em ambientes urbanos (BOYSEN; FEDTKE; SCHWERDFEGER, 2020; NICAS; BENSINGER, 2015).

2.5 Vantagens e desvantagens da utilização de VANTs para entregas no Last-Mile

Novos recursos, técnicas e equipamentos vêm sendo desenvolvidos em prol de sanar os gargalos existentes em sistemas logísticos dentro das organizações, sendo um dos corolários dessa evolução, os VANTs que oferecem, por exemplo, suporte aéreo na coleta de dados, mapeamento e monitoramento de áreas, atestando alta viabilidade na aplicação em processos logísticos por serem equipamentos leves, operados remotamente, deterem capacidade de carga, de mover-se vertical e horizontal, além de transmitir e receber dados.

Apresentando flexibilidade para atuar em ambientes confinados e remotos, os drones vêm integrando novas tecnologias, entre as vantagens é possível mencionar, a redução de custo nas operações, diminuição na emissão de gases poluentes, uma vez que esses veículos não consomem combustíveis derivados do petróleo. Tendo maior eficiência energética e operacional com agilidade na entrega, pois não será afetada pelos trânsitos da cidade e possibilitando menos acidentes.

Entretanto, o principal entrave no que diz respeito à implantação de drones está relacionado às normas de regulamentação (SILVA, 2014). Não somente no Brasil, como em outros países o processo de regulamentação se apresenta em desenvolvimento, tornando evidente a necessidade de rever as exigências arcaicas que já não se encontram em sintonia com as novas tecnologias e inovações.

Dentre outros podemos apontar, limitações nas cargas, já que não podem transportar grandes volumes, a vulnerabilidade a condições climáticas adversas, que podem afetar a segurança do voo.

Para mais, quando se realiza um comparativo entre a entrega padrão efetivada pela modalidade rodoviária e uma efetuada por VANTs logo se percebe uma das principais limitações, a carga útil e a impossibilidade de mercadorias com peso elevado. Já que as baterias leves das aeronaves não permitem que estes alcancem longas distâncias com volumes relativamente pesados, o que torna o gerenciamento da bateria do drone um desafio importante a ser enfrentado, pois visa alcançar eficiência e confiabilidade energéticas. Apesar disso, o uso desse modelo de entrega permite eficiência, principalmente quando refere-se a sua viabilidade econômica e visto pelo aspecto ambiental, além de ser ideal para as atividades operacionais que demandam agilidade e precisão (RABTA et al, 2019; FRACHTENBERG, 2019).

2.6 Dificuldades da implementação de VANTs como modelo de entrega

O Brasil está entre os países no qual o avanço dentro desse novo modelo de entregas se encontra tímido, ainda com muitas restrições e empecilhos para seu uso. Normas de tráfego, por exemplo, estão entre os aspectos que ainda não são abordados, fazendo com que o uso da tecnologia no setor seja restrito a empresas exclusivas detentoras de autorização concedida pelos órgãos vigentes. Países como Estados Unidos, China, Rússia e Inglaterra já estão em processo de testes de transportes com drones, contudo um dos principais problemas enfrentados está relacionado ao pouso das aeronaves (ROSA, BARBOSA & BRITO, 2018).

No Brasil, devemos ainda ter um tempo até a aplicação comercial dos drones, visto que a legislação brasileira é, de forma geral, mais restritiva e morosa. Ainda assim, estamos presenciando a história sendo escrita bem diante de nossos olhos. Caberá aos gestores de logística se adaptar a este novo paradigma e aproveitar as novas oportunidades que se apresentam (ALVARENGA, 2019).

Outro aspecto relevante que se apresenta como um forte impedor para a aceitação social, é a preocupação com a privacidade. Apesar do objetivo ser a entrega de encomendas, ainda existe a possibilidade da violação da privacidade de terceiros. Questionamento como: a regulamentação lidaria com a violação acidental da privacidade quando os drones sobrevoam a propriedade dos indivíduos? Passa a ser levantado. Mas, mesmo frente às dificuldades deste modelo, a ANAC vem trazendo avanços quanto a uso nas operações brasileiras concedendo autorização para seu uso experimental para algumas empresas, contribuindo para a aprimoração

dos processos logísticos de transporte das cargas. Além disso, como citado anteriormente, as condições climáticas afetam diretamente a possibilidade de entrega por drones interrompendo-a. Ademais, o aspecto referente à necessidade de capacitação se enquadra como uma das dificuldades, visto que não apenas os pilotos, mas todos os colaboradores incluídos deverão receber treinamento adequado a execução de suas funções.

2.7 Possíveis soluções aplicadas: a utilização dos drones na logística de entregas

Os avanços tecnológicos têm desempenhado um papel fundamental na resolução de desafios logísticos em todo o mundo, principalmente referente a última milha e/ou em áreas de difícil acesso. Uma das inovações mais impressionantes nesse campo é a aplicação do uso de drones como recurso auxiliar. Essas aeronaves não tripuladas têm demonstrado um grande potencial para superar obstáculos geográficos e tornar possível a entrega de mercadorias em locais remotos e inacessíveis de forma eficiente e econômica.

Uma dessas barreiras de atuação são em comunidades periféricas que frequentemente enfrentam desafios logísticos, como falta de mapeamento e preocupações com a segurança das cargas, entretanto essas são regiões de suma importância, visto que como evidenciado pelos dados preliminares do Censo Demográfico 2022, o Brasil atualmente abriga 11.403 favelas, onde cerca de 16 milhões de pessoas residem em um total de 6,6 milhões de domicílios. Esse número representa um aumento de aproximadamente 40% em comparação com os resultados do Censo de 2010, que havia registrado 11.426 milhões de habitantes em favelas naquele ano (IBGE, 2022).

Áreas de difícil acesso, caracterizadas por topografias acidentadas, falta de infraestrutura de transporte convencional ou grandes distâncias geográficas, historicamente têm representado desafios logísticos consideráveis. Contudo, é importante salientar que os drones têm o potencial de alterar significativamente essa realidade. Uma abordagem eficaz é a utilização de drones para transportar mercadorias até comunidades periféricas e depositar a encomenda em aeroportos específicos para drones, onde distribuidores logísticos locais podem coletar e entregar as encomendas. Para minimizar o risco de roubo de cargas, a pontualidade

na recepção e entrega, bem como a colaboração com distribuidoras locais, são cruciais.

Um dos benefícios primordiais dos drones reside em sua agilidade e na habilidade de alcançar rapidamente áreas remotas, aspecto crucial para entregas emergenciais e de produtos perecíveis. Além disso, a capacidade de operar em elevadas altitudes permite contornar obstáculos naturais, como montanhas e densas florestas, que representam obstáculos intransponíveis para veículos terrestres.

Logo, compreende-se que a incorporação estratégica de drones na logística representa uma revolução no cenário de transporte, oferecendo vantagens substanciais em termos de qualidade e eficiência. A capacidade dos drones de sobrevoar diretamente até o destino final reduz consideravelmente os tempos de trânsito, proporcionando uma entrega ágil e eficaz. Além disso, a automação inerente aos drones resulta em uma significativa redução nos custos operacionais. A eliminação da necessidade de motoristas e veículos terrestres implica em economias consideráveis, abrangendo áreas como combustível, manutenção e mão-de-obra.

No que refere-se ao "last mile", etapa crucial na cadeia logística, os drones se destacam pela capacidade de otimização. Sua agilidade em navegar por curtas distâncias supera desafios urbanos e congestionamentos, assegurando uma entrega eficiente e pontual. A flexibilidade inerente aos drones é outro ponto a favor, permitindo que alcancem áreas remotas ou de difícil acesso como as áreas periféricas, ideal para lidar com locais onde a infraestrutura de transporte convencional é limitada. Essa adaptabilidade se traduz em uma logística mais ágil e capaz de atender às demandas variáveis do mercado.

A integração de tecnologia de monitoramento em tempo real nos drones proporciona uma visão abrangente do status das entregas. Essa transparência é crucial para ajustes rápidos e eficazes diante de imprevistos, elevando a qualidade do serviço prestado. Além disso, ao adotar drones movidos a energia elétrica, a logística se torna mais sustentável, contribuindo para a redução das emissões de carbono associadas aos meios de transporte convencionais. Assim, a utilização estratégica de drones na logística não apenas redefine padrões de eficiência, mas também promove uma entrega mais rápida, econômica e sustentável.

2.7.1 Exemplos de Aplicação

Um exemplo notável do uso de drones é encontrado na cidade de Santos, onde a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-Santos) utiliza essa tecnologia para monitorar o trânsito na área da Alemoa Industrial. O objetivo principal deste projeto é agilizar a detecção de ocorrências que afetam a circulação de veículos, causando congestionamentos ou bloqueios de vias (PREFEITURA DE SANTOS, 2022).

O exemplo destacado do uso de drones pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-Santos) na gestão do tráfego em Santos também possui implicações significativas para o "last mile" no transporte de pequenas mercadorias. Ao considerar o monitoramento eficiente e a resposta rápida proporcionados pelos drones, podemos vislumbrar como essa tecnologia pode ser integrada de maneira eficaz para otimizar as operações logísticas finais. No âmbito do "last mile", onde a entrega de mercadorias aos destinos finais frequentemente enfrenta desafios de eficiência e pontualidade, a aplicação de drones pode ser um passo pioneiro rumo a melhorias substanciais. Ao utilizar drones para monitorar rotas de entrega, identificar obstáculos em tempo real e otimizar trajetos, as empresas de logística podem superar as limitações tradicionais associadas à entrega final. A capacidade dos drones de contornar congestionamentos e alcançar destinos de difícil acesso pode resultar em entregas mais rápidas e eficientes, atendendo às crescentes expectativas dos consumidores. Assim, o exemplo da CET-Santos pode ser interpretado como um precursor promissor para o uso de drones na "última milha" no transporte de pequenas mercadorias. Essa experiência bem-sucedida na gestão do tráfego urbano destaca a versatilidade e eficácia dos drones, sugerindo que sua aplicação no "last mile" poderia representar um avanço significativo no aprimoramento da eficiência, qualidade e agilidade das operações logísticas finais.

2.7.2 Vantagens Sociais e Econômicas

As entregas com drones estão emergindo como uma revolução na logística e na cadeia de abastecimento, proporcionando benefícios sociais significativos. Garcia (2020) argumenta que o uso de drones pode reduzir substancialmente os custos operacionais para empresas de logística, possibilitando a redução de preços para os

consumidores finais. Isso torna os produtos mais acessíveis a uma ampla gama de pessoas.

2.7.3 Vantagens Ambientais

Do ponto de vista ambiental, estudos, como o de Green et al. (2019) publicado na revista "SustainableTransportation", destacam como as entregas com drones podem contribuir para a redução das emissões de carbono na logística de entregas. Esta redução é crucial para abordar as preocupações ambientais e para o cumprimento das metas de sustentabilidade, uma vez que os drones produzem emissões significativamente menores em comparação com os veículos motorizados.

Em síntese, o uso de drones para a entrega de mercadorias representa uma inovação crucial na logística contemporânea. Além de melhorar a acessibilidade em áreas remotas, essa tecnologia oferece vantagens sociais, econômicas e ambientais substanciais. À medida que a pesquisa e o desenvolvimento continuam nessa área, é esperado que os drones desempenhem um papel cada vez mais significativo na transformação do setor de logística global.

Quadro 1 – Síntese das vantagens da utilização de drones no LastMile

SETOR	APLICAÇÕES
ENTREGAS RÁPIDAS	Agilidade na entrega de produtos, reduzindo os prazos de espera.
ACESSO A ÁREAS DE DIFÍCIL ALCANCE	Possibilidade de alcançar locais remotos ou de difícil acesso.
REDUÇÃO DE CONGESTIONAMENTO	Diminuição do tráfego nas vias urbanas, contribuindo para a fluidez.
EFICIÊNCIA OPERACIONAL	Otimização das rotas de entrega, economizando tempo e recursos.
REDUÇÃO DE CUSTOS	Menor necessidade de veículos terrestres e mão de obra, reduzindo custos operacionais.
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	Menor emissão de poluentes em comparação com veículos tradicionais.
RASTREAMENTO EM TEMPO REAL	Acompanhamento preciso da localização das entregas em tempo real.

Fonte: autoria dos autores (2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um artigo embasado por uma intensa e abrangente pesquisa, fundamentada na literatura, pesquisa bibliográfica, artigos e trabalhos acadêmicos desenvolvidos sobre o tema, sites com informações oficiais sobre a produção,

desempenho e impacto o papel dos drones na logística moderna do período de janeiro de 2023 a setembro de 2023, bem como orientações do professor orientador. Elegeu-se por este método de pesquisa em razão da viabilidade por conta do levantamento bibliográfico existente por se tratar de um tema hodierno. Realizado o levantamento bibliográfico, começou a fase de leitura e seleção dos artigos para citação e fundamentação.

3.1 Meituan e Ifood

A operação de entrega por drones objeto de estudo é conduzida pela Meituan, uma plataforma de entregas líder na China. No ano de 2022, a empresa se consolidou como uma das principais forças logísticas do país. Desde 2017, a Meituan tem direcionado investimentos significativos no desenvolvimento da entrega por drones, obtendo notável sucesso em Shenzhen, uma cidade do sul da China renomada pela eficiência de sua cadeia de abastecimento de drones. (REVIEW, 2023)

A singularidade da abordagem da Meituan reside na decisão de oferecer serviços de entrega por drones em ambientes urbanos densos, caracterizados como desafiadores. Essa estratégia, particular à realidade chinesa, reflete a predominância de residências em edifícios altos em cidades densamente povoadas, onde a prática diária de entrega de comida em domicílio é comum. Para superar os desafios inerentes à operação em áreas urbanas densas, a Meituan adota uma estratégia distintiva. Seus drones não realizam entregas diretas nas residências; em vez disso, a empresa estabeleceu pontos de coleta estrategicamente posicionados próximos a edifícios residenciais e comerciais. Os drones depositam as entregas em quiosques, capazes de armazenar múltiplos pacotes simultaneamente. Essa abordagem permite que os drones sigam rotas predeterminadas, partindo de uma plataforma de lançamento até um quiosque, simplificando a navegação em ambientes urbanos desafiadores (REVIEW, 2023).

Ao longo do ano de 2022, a Meituan executou com êxito mais de 100 mil entregas por drones em Shenzhen, evidenciando a viabilidade, eficiência e progresso significativo dessa modalidade de entrega em ambientes urbanos. Embora experiências individuais possam apresentar desafios, a aceitação generalizada entre residentes e comerciantes de Shenzhen atesta que a entrega por

drones se integrou completamente à rotina local. A trajetória bem-sucedida da Meituan ressalta que a entrega regular por drones é factível em ambientes urbanos (REVIEW, 2023).

Mao Yinian, diretor do serviço de entregas por drone da Meituan, enfatiza a alta automação que caracteriza a operação após a coleta das entregas. Os movimentos dos drones são meticulosamente controlados por um algoritmo central, e as rotas são predeterminadas para otimizar a eficiência do processo. Yinian destaca que, por meio dessa abordagem, é possível antecipar, a cada segundo preciso, a localização de um determinado drone e sua velocidade. Isso traduz-se em benefícios tangíveis para os consumidores, que podem aguardar a chegada das entregas com uma precisão impressionante, com variações de apenas dois segundos. Essa automação refinada aumenta a confiança dos consumidores na pontualidade das entregas por drones (REVIEW, 2023).

Em solo brasileiro, uma empresa que está adentrando a essa nova modalidade de entrega é a Ifood, sendo uma das pioneiras na América Latina. Iniciado como um projeto de viabilidade em distintas regiões e contextos sob certificação (CAVE) – Certificado de Autorização para Voo Experimental, foi progredindo até a possibilidade de operar com o propósito de entregas. No ano de 2022, portando a primeira autorização concedida pela Agência Nacional de Aviação Civil, a parceria entre SpeedbirdAero e Ifood detém permissão para o modelo DLV-1 NEO de operar em voos comerciais na cidade de Campinas-SP e Aracaju-SE. Podendo realizar entregas com cargas de até 2,5 quilos em um raio de 3 quilômetros, até mesmo em ambientes urbanos, mantendo margens de segurança estabelecidas (Ifood, 2022). Quanto à segurança, caso aconteça um acidente, o veículo possui um paraquedas para emergências.

Uma entrega realizada por drone leva muito mais que inovação, também amplia o escopo de entrega, como é o caso de Aracaju. Escolhemos esta cidade (a primeira do Nordeste do Brasil) para testar novos modelos e promover uma nova experiência aos clientes da região. Nosso objetivo é aumentar a eficiência das entregas para todos: consumidores, restaurantes e entregadores, além de trazer soluções tecnológicas e alternativas para entrega em meios de transporte não poluentes (Martins, s.d) <<https://x.gd/T3t2b>> Acesso em: 25/03/2023.

Ao analisar essas iniciativas, emerge um horizonte promissor para a implementação de entregas por drones no Brasil. Em consonância com diversas

regiões globais, o país busca não apenas aprimorar suas práticas logísticas, mas também adotar soluções tecnológicas eficientes e sustentáveis. A experiência bem-sucedida da Meituan destaca a eficiência na entrega e o pioneirismo da Ifood em Campinas e Aracajú, junto a empresa chinesa, ressalta a expansão do escopo de serviços em novos contextos urbanos, ampliando as possibilidades para consumidores, restaurantes e entregadores.

À medida que o Brasil se alinha às tendências internacionais e investe em alternativas de transporte ecoeficientes, as entregas por drones surgem como uma solução altamente promissora além de contribuir substancialmente para a transformação positiva das operações logísticas no país.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa proporcionou uma análise abrangente sobre a aplicação de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) no contexto logístico brasileiro, enfatizando sua implementação bem-sucedida em áreas como segurança pública, monitoramento ambiental e infraestrutura. Pode-se constatar que casos como a Meituan na China reafirmam a eficiência desse modelo de transporte e a iniciativa pioneira da Ifood em Campinas e Aracajú, evidenciando o potencial dessas inovações. Não obstante, o notável crescimento na indústria de VANTs no cenário brasileiro e internacional, torna imperativo reconhecer desafios significativos relacionados à legislação, regulamentação e aceitação social. As normas atuais, cruciais para garantir segurança e ordem, carecem de revisão para acompanhar o avanço tecnológico. Desafios como preocupações com privacidade e obstáculos comerciais demandam atenção estratégica.

Contudo, é crucial destacar que, apesar desses desafios, a integração dos VANTs na logística oferece benefícios consideráveis. Exemplos, como a atuação bem-sucedida da Meituan e os primeiros passos dados pela Ifood no Brasil, ressaltam eficiência operacional, superação de obstáculos urbanos e potencial para redução de custos e emissões, contribuindo para uma logística sustentável e eficiente.

O presente trabalho amplia o entendimento sobre a integração de VANTs nas operações logísticas, especialmente no Last Mile. Organizações como a Meituan e

Ifood ilustram os benefícios operacionais e a necessidade de adaptação ao contexto brasileiro às mudanças tecnológicas. A discussão sobre vantagens sociais, econômicas e ambientais proporciona uma visão abrangente do impacto dessas tecnologias na sociedade. Identificadas as limitações que incluem desafios regulatórios, sociais e de privacidade, sugere-se uma abordagem proativa na atualização das legislações para refletir demandas contemporâneas. Explorar implicações socioambientais mais a fundo, promovendo discussões sobre benefícios e desafios percebidos pelos stakeholders, seria valioso.

Em síntese, os resultados oferecem uma perspectiva esclarecedora sobre o cenário atual e potencial futuro da utilização de VANTs no Last Mile no Brasil. Destacam oportunidades e desafios que requerem atenção contínua e colaborativa de reguladores, empresas e sociedade para uma integração bem-sucedida e sustentável dessas tecnologias na logística nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo incursionou no campo inovador da utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) como protagonistas nas entregas do LastMile, no contexto de um mercado altamente competitivo que exige constante atualização tecnológica das empresas. Buscamos elucidar questionamentos cruciais sobre como os drones podem potencializar a eficiência e qualidade dos serviços de entrega, identificando as barreiras para sua adoção e analisando as vantagens e desvantagens específicas no panorama logístico brasileiro e internacional. Ao realizar uma revisão bibliográfica entre janeiro e dezembro de 2023, mergulhou-se na compreensão detalhada de diversos aspectos relativos aos VANTs, revelando seu potencial transformador na logística empresarial. Destaca-se, de maneira especial, a notável trajetória da Meituan, uma empresa líder em entregas na China, que adotou de forma inovadora os drones para efetuar entregas em ambientes urbanos densos. A singularidade da abordagem dessa empresa, ao introduzir serviços de entrega por drones em áreas urbanas desafiadoras, refletiu a eficiência com a qual esse modelo de entrega opera.

Diante dos levantamentos e informações apresentados neste estudo, é possível notar que no cenário brasileiro, a iniciativa vanguardista da Ifood, em

colaboração com a SpeedbirdAero, ao obter a primeira autorização da Agência Nacional de Aviação Civil para operar voos comerciais com drones em Campinas-SP e Aracaju-SE, reflete o comprometimento do país em adotar práticas logísticas inovadoras. Essas experiências exitosas, tanto no âmbito global quanto no nacional, enfatizam a eficiência e o potencial otimizador das entregas por drones no LastMile. Apesar dos desafios inerentes, é imperativo reconhecer que a implementação generalizada dessa modalidade de entrega no Brasil enfrenta desafios, principalmente relacionados às regulamentações e limitações de carga. Contudo, a necessidade premente de revisão das normas vigentes, alinhando-as às novas tecnologias, é vital para possibilitar uma expansão segura e eficiente dessa abordagem inovadora na logística.

Em síntese, o presente artigo evidencia que as entregas por drones não só representam uma solução promissora para o cenário logístico brasileiro, mas também ressaltam a eficiência comprovada desse modelo, conforme destacado pelo êxito da Meituan na China. O futuro das entregas no LastMile, impulsionado por VANTs, promete catalisar uma transformação positiva nas operações logísticas no Brasil, contribuindo para a modernização e sustentabilidade do setor em um mercado cada vez mais dinâmico e competitivo.

O diferencial deste trabalho foi justamente o objetivo expresso e a perspectiva apresentada de problemáticas tais quais os prós, além da exposição do que se tem atualmente acerca deste âmbito nacional e internacionalmente a partir de exemplos reais, o que poderá abrir para novas sequências de oportunidades de pesquisas e artigos futuros no tocante à análise de sua aplicabilidade em maior escala. Este estudo, ao ultrapassar as fronteiras inicialmente exploradas, contribui substancialmente para uma compreensão mais completa e avançada do papel inovador dos drones na logística moderna, delineando seu potencial para redefinir os padrões de eficiência e qualidade nos serviços de transporte de pequenas mercadorias.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Drones. 23/03/2022. Disponível em: <https://x.gd/7gnF3> . Acesso em: 1 abr. 2023.

ALVARENGA, Henrique. Entregas comerciais por drone: o futuro chegou. 19 dez. 2019. Disponível em: <https://x.gd/JMmle>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial. Disponível em: <https://tinyurl.com/et7kxb9f>. Acesso em: 1 abr. 2023.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.; 28 cm. ISBN 978-85-363-0591-2.

BOYSEN, N.; FEDTKE, S.; SCHWERDFEGER, S. Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, v. 43, 2021.

BRASIL implementa o drone. [S. l.], 25 mar. 2013. Disponível em: <https://l1nk.dev/SPFlm>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. JSDCI publica estudo sobre Veículos Aéreos Não Tripulados [Brasília]: Ministério da Saúde, 25 jan. 2017. Disponível em: <https://acesse.one/o0HYg>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CAMPOS, Jairo. Uso de drones em logística para entrega de mercancias. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada, 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. Agência CNT. Somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada: Dados do Anuário CNT do Transporte mostram baixa oferta de infraestrutura para o transporte rodoviário e crescimento acelerado da frota. Brasília, 14 ago. 2018. Disponível em: <https://x.gd/kcUnB>. Acesso em: 18 mar. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE - ESTATÍSTICAS CONSOLIDADAS. Brasília, 08 dez. 2021. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/File/PrincipaisDados.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

E. Frachtenberg, "Practical Drone Delivery", em Computer, vol. 52, não. 12, pp. 53-57, dez. 2019, doi: 10.1109/MC.2019.2942290.

Garcia, L. (2020). "Drones na Logística Moderna." Editora Logística Avançada.

Green, M. et al. (2019). "Reducing Carbon Emissions with Drone Deliveries: A Sustainable Transportation Perspective." Sustainable Transportation Journal, 12(3), 189-204.

HAUAGGE, Tiago S. Drones: Futuro certo dentro da agricultura. Encontro Nacional de Plantio Direto da Palha. Goiânia, 21 de setembro de 2016. Disponível em: <https://x.gd/amUkE>. Acesso em: 01 de mar. de 2023.

IBGE. Esforço concentrado para concluir o Censo nas favelas brasileiras; ministra vai a Heliópolis com a Cufa e o IBGE 24. MAR. 2023 <https://l1nk.dev/spT7t>

I FOOD. Conquista a primeira autorização das Américas para uso comercial de drones no delivery. 21/01/2022. Disponível em: <https://11nk.dev/YuAMV> . Acesso em: 2 abr. 2023.

Martins S D. Aircraft systems builttotransformlogistics. Speedbird aero, 2022. Disponível em: <https://www.speedbird.aero/#about> Acesso: 30 mar. 2023.

NICAS, J.; BENSINGER, G. Delivery Drones Hit Bumpson Path toDoorstep. The Wall Street Jornal. Disponível em: <https://x.gd/nfl9Y> Acesso em:.2 abr. 2023.

NOVAES, Antônio Galvão. LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO. 11. ed. São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2007. 404 p. ISBN 978-85-352-2415-3. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1ODoLdMv0JlpcJ72-ftKhqUu9ihsyP06C/view?usp=share_link. Acesso em: 19 mar. 2023.

PAURA, Glávio Leal. Fundamentos da Logística. In: FUNDAMENTOS da Logística. Curitiba: E-Tec Brasil, 2012. p. 1-112. Disponível em: <https://x.gd/Z5ITQ> . Acesso em: 19 mar. 2023.

PLATT, Allan Augusto. Logística e Cadeia de Suprimentos. 3. ed. Florianópolis: [s. n.], 2015. 116 p. ISBN 978-85-7988-175-6. Disponível em: <https://x.gd/d2A4w> . Acesso em: 19 mar. 2023.

Rabta, B.; Wankmüller, C.; Reiner, G. Um modelo de frota de drones para distribuição de última milha em operações de socorro a desastres. Int. J. Redução do Risco de Desastres. 2018, 28, 107–112.

REVIEW, MIT Technology. Entrega de comida por drones faz parte do dia a dia em Shenzhen. In: Entrega de comida por drones faz parte do dia a dia em Shenzhen. [S. l.], 4 jul. 2023. Disponível em: <https://11nq.com/64kIV> . Acesso em: 13 dez. 2023.

SANTOS, Cler. Voando alto: registro de drones cresce 11,3% no Brasil e 18,8% em Minas. In: Estado de Minas, Economia, edição online 21/02/2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/yc3e3n3a> Acesso em: 1 abr. 2023.

SANTOS, Prefeitura de . Santos começa a usar drone para monitorar trânsito na Alemoa Industrial.27. ago. 2022

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. ROSA, Djulian P.; BARBOSA, Paulo H. N.; BRITO, Milton F. Transporte de órgãos através de drones. Revista Fatec Sebrae em debate: gestão, tecnologia e negócios. Vol. 05, n. 08 - Guarulhos, 2018. Disponível em: <https://11nq.com/G96qT> . Acesso em: 1 abr. 2023.

SILVA, D. Q. Viabilidade e acurácia de VANT para o monitoramento costeiro tridimensional. UFP - Universidade Federal de Pernambuco: Recife, 2018.

SILVA, E. Drones: Entregadores do futuro. Mundo Logística. São Paulo, n. 40, p.8-10, maio/jun. 2014.