

**IMPLEMENTAÇÃO E POTENCIAL DAS AERONAVES ELÉTRICAS COM
DECOLAGEM E POUSO VERTICAL (eVTOL) NO BRASIL: PERSPECTIVAS
PARA A MOBILIDADE AÉREA URBANA****Kely Cristina Gois de Azevedo¹****RESUMO**

As aeronaves elétricas com decolagem e pouso vertical (eVTOL) surgem como uma intensificação inovadora da busca por transporte e soluções ambientalmente sustentáveis nas grandes cidades e fazem parte do conceito de Mobilidade Aérea Urbana (UAM). Este estudo tem como objetivo discutir o progresso da implementação do eVTOL no Brasil, dado o seu potencial para integração dessas aeronaves. Os métodos utilizados no estudo são de natureza básica, métodos qualitativos, procedimentos documentais e bibliográficos, constituídos por fontes científicas e instituições oficiais. Os resultados apontam para a possibilidade de companhias aéreas brasileiras incorporarem aeronaves eVTOL elétricas à sua malha, como Azul e Gol. Além disso, descobriu-se que a indústria nacional também desenvolve essas aeronaves, que tem como base uma subsidiária da Embraer, *Eve Air Mobility*. No entanto, o uso de eVTOLs depende, entre outros fatores, de infraestrutura adequada e de regulamentações atualizadas, questões que ainda estão em seus primórdios em todo o país. Por outro lado, os resultados indicam possíveis ações mitigadoras para superar esses desafios, destacando discussões entre entidades setoriais e acadêmicos da área a respeito de conceitos regulatórios para mobilidade aérea. Concluiu-se que o Brasil está bem posicionado no setor de Mobilidade Aérea Avançada (AAM), dadas as expectativas locais de desenvolvimento tecnológico e aquisições do setor privado no setor, bem como seu papel estratégico e parceria com o Brasil. O principal regulador do setor.

Palavras-chave: Desafios. eVTOL. Mobilidade. Aérea Urbana.

¹ Professora da Graduação Ciências Aeronáuticas, MBA em Direito Aeronáutico (VERBOS). Mestranda em Educação e Gestora de Segurança na Aviação Civil. Universidade Estácio de Sá. CEO da *Aviation Council*. E-mail: kcgga@aviationcouncil.com.br

IMPLEMENTATION AND POTENTIAL OF ELECTRIC AIRCRAFT WITH VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING (eVTOL) IN BRAZIL: PERSPECTIVES FOR URBAN AIR MOBILITY

ABSTRACT

Electric aircraft with vertical take-off and landing (eVTOL) emerge as an innovative intensification of the search for transport and environmentally sustainable solutions in large cities and are part of the concept of Urban Air Mobility (UAM). This study aims to discuss the progress of implementing eVTOL in Brazil, given its potential for integrating these aircraft. The methods used in the study are of a basic nature, qualitative methods, documentary and bibliographic procedures, constituted by scientific sources and official institutions. The results point to the possibility of Brazilian airlines incorporating electric eVTOL aircraft into their network, such as Azul and Gol. Furthermore, it was discovered that the national industry also develops these aircraft, which is based on a subsidiary of Embraer, Eve Air Mobility. However, the use of eVTOLs depends, among other factors, on adequate infrastructure and updated regulations, issues that are still in their infancy across the country. On the other hand, the results indicate possible mitigating actions to overcome these challenges, highlighting discussions between sectoral entities and academics in the area regarding regulatory concepts for urban air mobility. It was concluded that Brazil is well positioned in the Advanced Air Mobility (AAM) sector, given local expectations for technological development and private sector acquisitions in the sector, as well as its strategic role and partnership with Brazil. The main regulator of the sector.

Keywords: Challenges. eVTOL. Urban Air Mobility. Regulation. Aviation.

1 INTRODUÇÃO

À medida que a população urbana aumenta, o transporte urbano tornou-se um desafio crescente. O congestionamento do trânsito e a poluição são alguns dos problemas que as pessoas enfrentam todos os dias. Nesse caso, as aeronaves eVTOL se somam a todo o complexo sistema de transporte terrestre urbano, tornando-se um reforço inovador na busca de soluções, pois podem atingir mais pessoas (não apenas passageiros com alto poder aquisitivo), aderindo ao conceito de transporte aéreo urbano, proporcionando rapidez, eficiência e preocupação

ambiental no transporte.

Além disso, estes veículos não ajudam apenas em ambientes urbanos ou interurbanos. Segundo Pereira; Da Silva (2023), o eVTOL faz parte do conceito de mobilidade aérea avançada, e dada esta realidade, este estudo tem como objetivo discutir o progresso da implementação de aeronaves eVTOL no Brasil e verificar seu verdadeiro potencial de integração desse modelo de aeronave no setor aéreo.

Este estudo justifica-se porque a introdução de novos veículos pode trazer vantagens ao país, como oportunidades de emprego proporcionadas pelo desenvolvimento da indústria de UAM, a possibilidade de fornecer mais facilidades de transporte aéreo à sociedade, a fim de alcançar os objetivos propostos. A pesquisa básica foi realizada utilizando procedimentos documentais e bibliográficos baseados em dados qualitativos.

O ambiente de pesquisa é composto por pesquisas de fontes como *Google Acadêmico*, *sites* oficiais de fabricantes de aeronaves eVTOL, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), entre outras. Após a seleção do método, é definida a estrutura do texto, dividida em quatro partes, exceto o primeiro introdutório. A segunda parte da revisão teórica discute a mobilidade urbana, a criação de aeronaves eVTOLs elétricas e os projetos em andamento. A seção, considerando as reais possibilidades, desafios e potencial para a introdução de aeronaves eVTOL elétricas no Brasil. Por fim, a seção final conclui o estudo com as considerações finais.

2 DESENVOLVIMENTO

A importância dos ambientes urbanos para o futuro da vida humana é inegável. Em 2018, cerca de 55% da população global já vivia em áreas urbanas, e espera-se que este número esteja próximo dos 68% até 2050 (Nações Unidas, 2019 apud RIBEIRO, 2022). Uma cidade é um ambiente concebido para ser o lar de uma população e, portanto, concebido para satisfazer as necessidades básicas coletivas das pessoas através do fornecimento de produtos, serviços e atividades.

Isto inclui fornecer abrigo e alimentação (fornecidos, naturalmente, pela interação dos ambientes rurais e urbanos), bem como promover oportunidades

sociais, culturais e intelectuais, que por sua vez são mais acessíveis e eficazes quando compartilhadas com outros. Comunidade (SUGAR; KENNEDY, 2021). A concentração populacional nas cidades, embora impulsionadora do crescimento urbano, também pode ter consequências negativas, como o congestionamento do trânsito, fenômeno global influenciado por fatores relacionados à economia, ao crescimento populacional e à infraestrutura de transporte (PEREIRA; da SILVA 2023).

Portanto, a concentração de indivíduos em um pequeno aglomerado de cidades pode sobrecarregar a infraestrutura, levando a limitações e deficiências nos sistemas de transporte público urbano. Ao analisar possíveis alternativas aos desafios da mobilidade nos grandes centros urbanos, a atual revolução tecnológica está a impulsionar grandes mudanças em múltiplas áreas (SOUZA, 2021).

Outro fato que vale a pena sublinhar no contexto urbano é o aquecimento global, que é em parte resultado das atividades humanas. O setor de transportes é um dos importantes responsáveis por esse fenômeno, pois grandes quantidades de gases poluentes são produzidas pela queima de combustíveis fósseis para produção de energia (PEREIRA; da SILVA 2023).

Como resultado, as viagens aéreas representaram uma média de 2% das emissões globais de CO₂ em 2017 (IATA, 2018), e as companhias aéreas são cada vez mais incentivadas a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e a desenvolver aeronaves que possam proporcionar mais tráfego aéreo. Nas áreas urbanas, a decolagem e aterrissagem elétrica vertical são iniciativas importantes, assim como os principais modelos em desenvolvimento em todo o mundo, conforme discutido a seguir.

2.1 OS PRESSUPOSTOS DA CRIAÇÃO DE AERONAVES EVTOL E PROJETOS EM ANDAMENTO

Dados os desafios já discutidos do tráfego urbano e das emissões de gases poluentes, algumas empresas têm procurado desenvolver tecnologias que possam resolver estas questões. O setor da indústria aeronáutica também está respondendo a essas necessidades, desenvolvendo veículos que poluem menos e

proporcionam melhor mobilidade urbana, como aeronaves elétricas que decolam e pousam verticalmente: os eVTOLs. Os modelos incluem tecnologia que pode operar em ambientes sem pistas longas para pouso e decolagem e reduzir emissões de gases poluentes.

Segundo Aguiar (2022), espera-se que sejam totalmente autônomos, mas inicialmente deverão contar com um piloto. Embora o eVTOL seja um novo tipo de veículo, ele combina tecnologias de longa data, como decolagem e pouso vertical (VTOL) e motores elétricos. A tecnologia de decolagem e pouso vertical tem sido usada em helicópteros há décadas, com sua primeira invenção por Leonardo da Vinci remontando ao século XV. Porém, o primeiro vôo bem-sucedido de um helicóptero foi em 1907, pilotado por Paul Cornu. Os motores elétricos surgiram nos aviões em 1885, quando Gaston e Albert Tissandier os utilizaram para controlar a decolagem e aterrissagem vertical do dirigível La France (AGUIAR, 2022).

Os helicópteros entraram no mercado de aviação e podem ser melhor utilizados no contexto do UAM3. Contudo, Edwards e Price (2020) alertam que os elevados custos operacionais e os elevados níveis de ruído dificultam a sua aplicação neste mercado. Além disso, são máquinas complexas que requerem manutenção extensiva e exigem pilotos altamente qualificados.

Portanto, assumindo que os seus custos operacionais apenas produzem resultados em nichos de mercado que não são sensíveis ao preço (como o transporte médico de emergência e o movimento de passageiros de alto valor), os autores pretendem mudar o mercado de UAM, atualmente reservado aos ricos, para algo mais facilmente aceito pela classe média. Estima-se que os voos elétricos VTOL poderiam custar o dobro de uma viagem de Uber, e esse valor pode ser minimizado no longo prazo (PEREIRA; da SILVA 2023), sabe-se que esse dado não está considerando possíveis custos com as atuais taxas com a infraestrutura aeroportuárias práticas no País.

Para Santos (2022), viajar de avião desse tipo ainda não se tornará uma alternativa ao cotidiano dessas pessoas, mas pode representar uma alternativa para viagens mais complexas ou ocasiões especiais sem esvaziar a conta bancária. No entanto, Pereira; da Silva (2023) observam que um grande número

de passageiros tem potencial para beneficiar deste modo de transporte, enfatizando a capacidade de atrair investimento público. No entanto, as aeronaves VTOL só poderão melhorar os problemas de tráfego nas grandes cidades se conseguirem lidar com as grandes demandas de tráfego urbano (PEREIRA; da SILVA 2023).

Além disso, embora o tema dos eVTOLs esteja intimamente relacionado ao seu uso em ambientes urbanos, a NASA concluiu em seu estudo que os serviços prestados por tais veículos poderiam beneficiar um grupo mais amplo do que aqueles. Morar em cidade grande (ANAC, 2021). A partir daí, a NASA decidiu adotar o termo “Mobilidade Aérea Avançada”, que mais tarde foi utilizado pela Administração Federal de Aviação (FAA). (ANAC, 2021).

A NextGen7(2020), em colaboração com a NASA e a FAA, em documento intitulado “Conceitos Operacionais”, UAM como conceito no AAM, entendemos o uso de eVTOLs fora dos ecossistemas urbanos e potencialmente em ambientes rurais para poder levar esses aspectos das aeronaves eVTOL elétricas em conta, é importante delinear algumas das iniciativas globais destinadas ao desenvolvimento destas aeronaves. Para tanto, vale ressaltar que até 2022, mais de 450 empresas em todo o mundo estão desenvolvendo protótipos de eVTOL (SILVA, 2022).

Entre as principais entidades responsáveis por tais projetos destacam-se a Embraer, a Jaunt Air Mobility, a Joby Aviation, a Lilium e a Vertical Aerospace, sendo que a Embraer tem propostas de eVTOL começando pelo projeto Sky lançado pela Embraer-x em 2017 (PEREIRA; da SILVA 2023). Em 2020, o projeto foi bem-sucedido e tornou-se uma empresa independente chamada Eve Air Mobility (EVE AIR MOBILITY, 2023). Os veículos Eve são projetados para garantir um design centrado no ser humano, proporcionando conforto, segurança, comodidade física e econômica.

A empresa visa atender às características de cada função possível no transporte urbano, tornando-a uma aeronave ideal para os mais diversos usos possíveis (EVE AIR MOBILITY, 2023). A Jaunt Air Mobility se esforça para criar as melhores aeronaves da próxima geração. As aeronaves eVTOL podem proporcionar mobilidade em ambientes urbanos e regionais (JAUNT AIR

MOBILITY, 2022). Através da UAM, a Jaunt também pretende atender mercados como cargueiro, aeromédico, corporativo e policial (JAUNT AIR MOBILITY, 2022), e muito forte no Brasil para o mercado aeroagrícola.

No caso da *Joby Aviation*, o projeto inicial foi o *UberElevate* (2016), a entrada do Uber no mercado de UAM. O projeto é uma colaboração entre empresas fabricantes, instituições de pesquisa, investidores e governo para criar uma aeronave elétrica de decolagem e pouso vertical (SOUZA, 2021). No entanto, devido ao início da pandemia, a Uber foi forçada a rever as suas apostas em mobilidade e decidiu vender o *UberElevate* à *Joby*, que continua a desenvolver o projeto. (PEREIRA; da SILVA 2023).

Da mesma forma, a Lillium está desenvolvendo sua aeronave elétrica de decolagem e pouso vertical, o Lillium *Jet*. Desde a sua criação, a empresa realizou inúmeros testes de protótipos e realizou o primeiro voo do *Jet* em 2019 (AGUIAR, 2022). A empresa pretende que a aeronave seja utilizada para conectar cidades próximas, o que chama de Mobilidade Aérea Regional (RAM) (PEREIRA; da SILVA 2023). Por fim, a Vertical Aerospace pretende aproveitar as melhores tecnologias disponíveis na indústria para descarbonizar a aviação por meio de eVTOLs (VERTICAL AEROSPACE, 2023).

Além do transporte de passageiros, as aplicações da aeronave incluem serviços médicos e de carga (Vertical Aerospace, 2023). Em suma, é inegável que com o lançamento das aeronaves elétricas de decolagem e pouso verticais, o transporte aéreo urbano, regional e intra-regional sofrerá mudanças revolucionárias. Porém, pode-se perceber intuitivamente que por se tratar de um conceito inédito, há muitos desafios que precisam ser enfrentados no desenvolvimento de tal projeto, mas também considerando que esses veículos estarão em um ecossistema que já existe e está projetado para outros transportes.

2.2 ESCOPO DA UTILIZAÇÃO DE AERONAVES EVTOLS NO BRASIL

Um novo cenário da aviação civil brasileira, incluindo aeronaves elétricas de decolagem e pouso vertical, começou a tomar forma, e algumas empresas do setor começaram a incorporá-las em suas frotas. Dentre essas organizações, pode-se

reconhecer o potencial de fusões na Azul Linhas Aéreas, Gol Linhas Aéreas Inteligentes, Embraer, Helisul Aviation e Flapper Pereira; da Silva (2023), a Lilium estabeleceu uma aliança estratégica com a Azul em 2021, planos anunciados pela fabricante. Estabelecer uma rede compartilhada de transporte regional de alta velocidade entre duas marcas no Brasil.

A partir disso, a Lilium pretende vender 220 aeronaves para a companhia aérea, que iniciará operações em 2025. Como parte do acordo, a Azul buscará operar e manter a frota de jatos, além de apoiar a fabricante em todos os processos de certificação. Necessidades domésticas. Lilium será responsável por fornecer a plataforma de monitoramento de saúde veicular, baterias de reposição e outras peças de reposição customizadas (LILIUM, 2021) A Gol anunciou acordo de intenção de compra ou arrendamento de 250 aeronaves eVTOL VA-X4 com a Avolon. Da Aeroespacial Vertical.

A empresa disse que o compromisso faz parte do seu plano de negócios para expandir seletivamente a sua presença no transporte aéreo regional, a fim de criar novas rotas para mercados domésticos mal servidos. Um estudo de viabilidade será realizado como primeira fase da parceria, disse um comunicado da empresa. A Avolon espera concluir o processo de certificação de aeronaves até 2024 e começar a operar voos comerciais em 2025.

A Embraer desenvolve veículos eVTOL por meio da Eve Air Mobility, que futuramente fará parte de um portfólio global de mais de 20 clientes e investidores associados (CARNEIRO; MARTINI, 2022). Em junho de 2021, Eve anunciou uma parceria com a Helisul Aviation do Brasil com foco na criação de uma abordagem ecossistêmica para se preparar para operações de UAM no Brasil. A colaboração inclui pedido de 50 aeronaves Eve (EVE AIR MOBILITY, 2023).

A empresa nacional de aviação executiva Flapper também firmou parceria com a Eve. A expectativa é que o contrato proporcione à Flapper 25 mil horas de voo anuais em algumas cidades, além da possibilidade de a empresa adicionar 25 desses veículos ao seu portfólio. Vale acrescentar que a Flapper também assinou carta de intenções para compra de 25 aeronaves eVTOL da Jaunt Journey (JAUNT AIR MOBILITY LLC; FLAPPER TECNOLOGIA S.A., 2022).

Considerando o potencial de mercado interno destas aeronaves, é crucial

desenvolver infra-estruturas adequadas à sua operação tendo em conta as suas características operacionais. A aceitação dessas aeronaves pelo consumidor e pelo mercado também precisa ser considerada. Esses desafios envolvidos em seu uso são discutidos a seguir.

2.3 PRINCIPAIS DESAFIOS PARA AS OPERAÇÕES DE AERONAVES EVTOLS

O desenvolvimento dos eVTOLs inova na criação de soluções de transporte urbano. No entanto, a viabilidade deste mercado depende de um fator importante, nomeadamente a aceitação pública (CRUZ, 2021). Para garantir o sucesso no mercado, os seguintes pontos devem ser considerados para garantir uma boa imagem da nova tecnologia na mente das pessoas. Uma pesquisa da NASA visa compreender o comportamento do público na indústria da aviação. Após a análise dos resultados, as preocupações dos passageiros foram levantadas e classificadas em seis grupos, a saber: Percepção de Segurança Movimento do Veículo, Ruído e Vibração, Usabilidade e Acesso, Questões Ambientais e Bem-Estar do Passageiro. (EDWARDS; PRICE, 2020).

As descobertas confirmam teoricamente que as percepções de segurança dos usuários são consideradas a questão mais relevante e devem ser cuidadosamente mitigadas durante o desenvolvimento do projeto. Além disso, os passageiros expressaram relutância em viajar em carros autônomos e confiam mais nos humanos do que na automação, dado que algumas empresas esperam que os seus veículos não exijam pilotos no futuro.

Uma dessas pesquisas revelou que aproximadamente 25% dos consumidores disseram que não usariam sistemas aéreos não tripulados ou eVTOLs quando estes se tornassem amplamente disponíveis (EDWARDS; PRICE, 2020). Outro desafio importante para o sucesso da tecnologia eVTOL é o seu custo. . correr. O eVTOL nasceu de uma necessidade do mercado por rotas de curta distância, onde os helicópteros não conseguiam se diferenciar devido aos altos custos operacionais. (ANDRADE, 2021).

Por isso, especialistas alertam que é necessária a criação de rotas e serviços competitivos, bem como novas cadeias de fornecimento de peças que

atendam aos requisitos de qualidade da engenharia aeroespacial. Além disso, no início das operações, os custos operacionais do eVTOL provavelmente serão superiores ao preço que as operadoras cobram por passageiro em voos de curta distância (PEREIRA; da SILVA (2023)

Outro ponto importante é a limitação da fonte de energia elétrica utilizada pelas aeronaves elétricas de decolagem e pouso vertical, uma vez que esta fonte oferece menor autonomia de voo em comparação aos helicópteros que queimam combustíveis fósseis (AIRSERVICESAUSTRALIA; EMBRAER-X, 2020). Comparados aos veículos elétricos, que normalmente possuem baterias de 400 volts que levam 40 minutos para carregar até 80% em uma estação de carregamento rápido, os eVTOLs podem conter o dobro da bateria. tensão (SANTOS, 2022), o que aumentará exponencialmente o tempo de carregamento. Tendo essa premissa em mente, o uso de eVTOLs em longo prazo é considerado inviável (Australian Aviation Services; EMBRAER-X, 2020), pois a frequência de carregamento das baterias é alta e os locais devem ter infraestrutura de carregamento adequada, o que pode aumentar as operações.

Santos (2022) reforça esta ideia, onde foi apontado que os atrasos no carregamento das baterias eram vistos como um obstáculo, enquanto as aeronaves eram comercialmente viáveis porque podiam voar durante horas seguidas. A fonte sublinhou ainda que as baterias têm uma vida útil curta e necessitam de ser substituídas regularmente.

Em relação ao ruído emitido pelas aeronaves, Andrade (2021) destacou as características de baixa vibração e menor emissão de ruído dos motores elétricos como elementos que podem melhorar o conforto dos passageiros. Portanto, embora esse seja um ponto positivo dos eVTOLs, principalmente se comparados aos helicópteros, as pessoas em terra conseguem perceber esse som.

Além disso, o maior número de rotores e o grande número de aeronaves que deverão operar nos UAMs podem se tornar um fator problemático para as equipes de terra em ruídos repetitivos o que é um desafio para os fabricantes (LOUREIRO, 2021). O elevado tráfego de aeronaves que operam em áreas urbanas operando perto de edifícios e áreas densamente povoadas também deve ser considerado.

É claro que as aeronaves UAM operarão no espaço aéreo de baixa altitude,

compartilhando esse espaço com helicópteros, balões de ar quente e aeronaves de asa fixa. Portanto, espera-se que no futuro haja uma maior variedade de tipos de veículos, operadores e missões no mesmo espaço aéreo, incluindo uma mistura de veículos pilotados e autônomos (AIR SERVICES AUSTRALIA; EMBRAER-X, 2020).

Dada esta possível realidade, as capacidades de apoio dos atuais sistemas de gestão de tráfego aéreo (ATM) devem ser questionadas. O sistema é projetado para voos de longa distância, com comunicações principalmente por rádio (para altitudes médias e altas), onde a tecnologia de vigilância rastreia aeronaves a quilômetros de distância com baixa precisão, e os auxílios à navegação baseados em terra servem apenas como melhorias nos sistemas globais de navegação por satélite (GNSS) (EMBRAER-X; ATECH; HARRIS CORPORATION, 2019).

Devido a esta estrutura, há indícios de que o sistema atual requer revisão para ser mais adequado para o futuro do tráfego UAM. Unmanned Aircraft System, português, sistema de aeronaves não tripuladas. A sigla às vezes é considerada sinônimo de drone (ALMEIDA, 2021). Isso ocorre porque os voos UAM não terão padrões de separação mais baixos porque voam perto de edifícios, linhas de energia e outras aeronaves e, à medida que se tornam mais autônomos, dependerão mais de comunicações baseadas em dados do que de comunicações de rádio em baixas altitudes. estão sujeitos à interferência dos obstáculos acima mencionados. (EMBRAER-X; ATECH; HARRIS CORPORATION, 2019).

Com base nisto, é importante compreender que o sistema ATM atual é centrado no ser humano, utilizando comunicação direta entre o operador ATM e o passageiro. Além disso, as expectativas para o futuro são de que o crescimento do tráfego aéreo comercial possa exceder a capacidade do sistema, o que pode, em última análise, exigir uma mudança para um modelo ATM mais escalável que possa monitorar e gerenciar aumentos de atividade (SILVA, portanto, inicialmente esperado, o eVTOL integra suas operações com os atuais sistemas de gerenciamento de tráfego (PEREIRA; DA SILVA (2023); mas no futuro será necessário adicionar o conceito de Urban Air Traffic Management (UATM) para atender às necessidades das operações aéreas urbanas eVTOLs.

Além deste, outros conceitos também estão sendo considerados: Embraer

x (2020). É importante ressaltar que esses novos sistemas de gerenciamento mencionados (para UAS e UAM) e os sistemas atualmente projetados para aeronaves antigas devem interagir entre si ou, mais importante, ser integrados para evitar conflitos e facilitar a consciência situacional compartilhada e a tomada de decisões colaborativas.

Portanto, fica claro que a alta escalabilidade do controle de tráfego aéreo será um dos principais desafios para o desenvolvimento do UAM (CRUZ, 2021) e, portanto, outro ponto sensível para as operações eVTOL é dedicado ao uso de veículos eVTOL. Infraestrutura terrestre para essas aeronaves. Aguiar (2022) destacou que, para realizar viagens inter municipais, as aeronaves elétricas verticais de decolagem e pouso exigem locais adequados de pouso e decolagem. Nesse contexto, vale ressaltar que os terminais dedicados às operações de eVTOL são aeroportos verticais de decolagem e pouso.

A Pereira; Da silva (2023) define um aeroporto eVTOL como uma área de terra, água ou estruturas utilizadas ou destinadas à movimentação terrestre para pouso e decolagem de aeronaves VTOL. A mesma fonte esclareceu que um aeroporto VTOL pode estar equipado com uma ou mais Áreas Finais de Chegada e Decolagem (FACTS)30 UAM e Áreas de Aterragem e Descolagem (TLOF) e, portanto, um aeroporto VTOL necessita de estar equipado com infra-estruturas que possam suportar diferentes condições de operar.

Tal como acontece com os aeroportos, são necessários equipamentos de navegação, iluminação adequada e procedimentos correspondentes para garantir operações de voo seguras durante o período de utilização esperado. Os seus requisitos de infraestrutura e equipamento relacionados com a segurança precisam de ser padronizados (PEREIRA; DA SILVA (2023). Embora esta organização estrutural ainda não tenha se concretizado, espera-se que os eVTOLs possam utilizar os heliportos existentes (LOUREIRO, 2021).

Deve-se notar que ainda não existem padrões ou regulamentos desenvolvidos para esse fim internacionalmente, mas estão em andamento pesquisas para desenvolver padrões para aeroportos verticais de decolagem e pouso com base em uma adaptação das Diretrizes de Heliportos (PEREIRA; DA SILVA (2023). Na verdade, é preciso ressaltar que algumas normas utilizadas para

aeroportos e heliportos podem não ser adequadas aos requisitos de desempenho de aeronaves elétricas de decolagem e pouso verticais (AGUIAR, 2022). Apesar dos desafios, têm havido algumas tentativas de os ultrapassar, tendo sido consideradas possíveis medidas destinadas a mitigar ou mesmo resolver alguns destes problemas.

2.4 O PAPEL DAS ENTIDADES REGULADORAS BRASILEIRAS NA IMPLANTAÇÃO DOS EVTOLS

Embora este seja um novo conceito no transporte aéreo, os reguladores da aviação brasileira já estão começando a compreender o seu papel no enfrentamento desta realidade iminente. Por exemplo, a ANAC estabeleceu um grupo de trabalho em abril de 2021 com o objetivo de identificar possíveis intervenções regulatórias relacionadas à infraestrutura aeroportuária necessária para a operação segura de eVTOLs no tráfego aéreo urbano.

Em suma, o grupo estudou iniciativas ao redor do mundo para regular as operações de eVTOL e concluiu que é necessário que a agência acompanhe a evolução desses produtos de aviação e suas características (ANAC, 2021).

O ciclo tradicional é caracterizado pela criação de parâmetros da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) que servem de modelo para a concepção de padrões específicos para cada um dos estados membros da organização, como o Brasil. No entanto, o fato de o setor contar com especialistas em seus principais grupos de especialistas, o que às vezes ajuda a ICAO a estabelecer padrões (Cultura OAB, 2022), é um aspecto positivo para o setor (Cultura OAB, 2022).

Especificamente, Eve apresentou o documento já mencionado neste estudo intitulado “Conceito de Operações” (CONOPS), que foi elaborado em conjunto pela ANAC, DECEA, Helisul Aviation, Flapper e outras entidades. O documento, primeiro do gênero no Brasil, reúne dados e análises sobre a perspectiva operacional, preocupações e necessidades operacionais de aeronaves VTOL elétricas, viagens de passageiros e serviços e suporte, além de pesquisas sobre aspectos que afetam o ecossistema de mobilidade aérea urbana.

Vale ressaltar que o Grupo Embraer contribui para o desenvolvimento de conceitos de integração de sistemas ATM por meio da criação de tecnologia por meio da Atech, uma das colaboradoras do CONOPS no Rio de Janeiro (EVE, 2023). Além disso, a Eve Air Mobility desenvolve soluções para avançar no conceito de gestão de tráfego aéreo urbano e está disposta a ser um facilitador-chave da implementação e escalabilidade do UAM.

Estes dispositivos são concebidos para cobrir lacunas na execução de atividades por parte de prestadores de serviços de navegação, autoridades municipais, operadores de frotas, operadores aeroportuários verticais e partes interessadas de UAM (EVE AIR MOBILITY, 2023) à medida que procuram soluções para permitir a inovação. Conheça este modelo de mobilidade aérea urbana.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo deste estudo é descrever e analisar criticamente o progresso da implementação de aeronaves eVTOL. O estudo é de natureza exploratória e tem como objetivo apresentar a complexidade do tema em estudo através de métodos qualitativos utilizando procedimentos bibliográficos e documentais.

O tema da pesquisa é definido como: Aeronaves VTOL elétricas no Brasil, os desafios da implementação dessas aeronaves e o potencial para mitigar esses desafios. O ambiente de pesquisa utilizado foi *Google Acadêmico*, sites oficiais das fabricantes de aeronaves eVTOLs, Technical Reports Server (NTRS), ANAC e portais de imprensa de credibilidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresenta os antecedentes do desenvolvimento das aeronaves eVTOL, alguns de seus principais projetos no cenário mundial, o posicionamento do setor privado brasileiro na introdução da mesma na indústria aeronáutica (mais especificamente na mobilidade aérea avançada) e os desafios associados à apresentando a situação de funcionamento dessas ferramentas e suas possíveis

soluções e, por fim, apontou a situação regulatória do país sob a perspectiva de entidades reguladoras como ANAC e DECEA.

A julgar pelos resultados da pesquisa, além da Embraer, diversas empresas brasileiras de transporte aéreo como Azul, Gol, Helisul Aviation e Flapper também afirmaram que irão adquirir esses veículos para operar no mercado AAM. Sua subsidiária *Eve Air Mobility* utiliza esse tipo de veículo. No entanto, o estudo também observou que para utilizar estas aeronaves será necessário superar desafios importantes, particularmente aqueles relacionados com a aceitação pública, custos, gestão do espaço aéreo, infra-estruturas, aeroportos eVTOL e normalização do setor, bem como algumas medidas e possibilidades em curso para superação de alguns desses desafios.

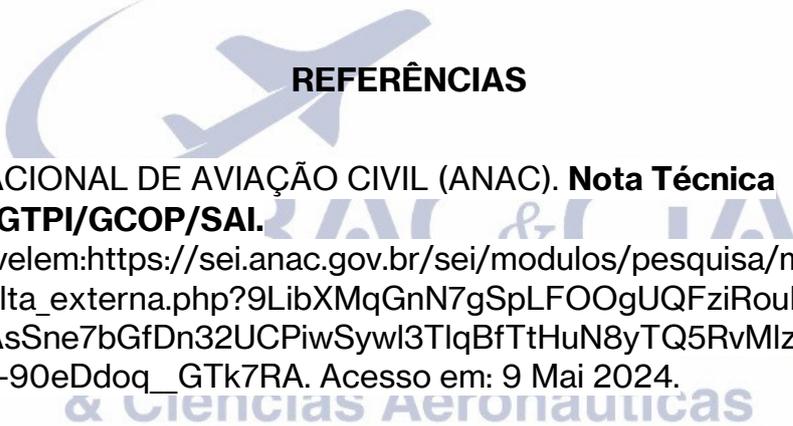
Dentre essas potencialidades, foram verificadas: a possibilidade de proporcionar ao transporte aéreo maior comodidade social; a baixa vibração e ruído trazidos pelos motores elétricos é um aspecto importante para a aceitação deste modelo; para o transporte aéreo; expectativas de que a alta produção levará a valores mais baixos das aeronaves e que o compartilhamento de aeronaves poderá levar a valores mais baixos de voos.

Confirma-se também que discussões e estratégias para superar a falta de infraestrutura, padronização e gestão do espaço aéreo para esse modo de transporte permeiam o campo de pesquisa. O ponto positivo é que estas barreiras, particularmente as relacionadas com a estrutura do espaço aéreo associadas aos sistemas ATM, são da responsabilidade das agências reguladoras e concebidas por diversas entidades públicas e privadas para beneficiar diferentes utilizadores do espaço aéreo e acomodar diferentes tipos de operações.

Resumindo, pode-se concluir que o Brasil está bem posicionado na indústria de AAM e é um dos poucos países envolvidos no desenvolvimento de um novo modelo franqueado pela Embraer e toda sua infraestrutura de inovação, visando desenvolver novos modelos. Soluções para operações de AAM – Além do papel estratégico desempenhado pela ANAC e DECEA, eles se esforçam para regular adequadamente o novo mercado, entendendo a importância do assunto.

Por fim, é necessário estudar inúmeras possibilidades para o eVTOL, levando em consideração uma visão preliminar do tema em questão. Relacionado

a esse tema está a falta de pesquisas sobre a Segurança, Infraestrutura dos atuais Aeroportos, As baterias e suprimentos , não citadas aqui, necessárias para mobilidade e a futura manutenção dos equipamentos, o treinamento necessário para pilotar essas aeronaves, o papel dos pilotos na automação de aeronaves elétricas de decolagem e pouso verticais e a possibilidade de operação comercial desses veículos no Brasil, para essas discussões vi a necessidade de criar um GRUPO de Estudos sobre eVTOL no Brasil, sem fins lucrativos, que realize a gestão desde 2022 e organizo masterclass, webinários, encontro presencial incluindo Gestores, Engenheiros, Consultores, Autoridades do País, para discussão sobre todo esse contexto para a Segurança dos Passageiros no contexto da Mobilidade Aérea Avançada, temática para um novo artigo.



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Nota Técnica no114/2021/GTPI/GCOP/SAI.**

2021. Disponível em: https://sei.anac.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7UrE5RZZoyQAsSne7bGfDn32UCPiwSywl3TIqBfTtHuN8yTQ5RvMIzUWWdl19PM1utcU_OXh7fz-90eDdoq__GTk7RA. Acesso em: 9 Mai 2024.

AGUIAR, G. dos S. **Advanced air mobility no Brasil:** estudo exploratório de ligações interurbanas no estado do rio de janeiro. 2022. Monografia (Curso de Engenharia Civil) –Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ALMEIDA, S. **Drones, UAS, UAV e RPAS**–Qual a diferença dessas siglas de aeronaves? Mundo conectado. 2021. Disponível em: <https://mundoconectado.com.br/artigos/v/22022/drones-uas-uav-e-rpas-qual-a-diferenca-dessas-siglas-de-aeronaves>. Acesso em: 10 maio 2024.

ANDRADE, M. M. P. **Mobilidade aérea interurbana de passageiros.** 2021. Dissertação Teórico-Prático (Mestrado em Design de Produto) –Faculdade de R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 3, p.7-31, jun-jul. 2023.27Arquitetura da Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/22758>. Acesso em: 10 mai. 2024.

CRUZ, C. A. **A mobilidade aérea urbana e os desafios para o controle do espaço aéreo brasileiro.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) –Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro,

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 66-83, abr/mai. 2024.

S. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 3, p.7-31, jun-jul. 2023.282021. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1463>. Acesso em: 10 Mai. 2024.

T.

CULTURAL OAB. **eVTOLs e Vertiportos**—direito, aviação e mobilidade urbana. 2022. [vídeo on-line]. Ordem dos Advogados do Brasil/RJ. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aSdR1fPcOQE>. Acesso em: 6 Mai. 2024.

EDWARDS, T; PRICE, G. **eVTOL Passenger Acceptance**. 2020. Nasa. Arlinton. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20200000532/downloads/20200000532.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2023.

EMBRAERX; ATECH; HARRIS CORPORATION. **Flight plan 2030**: an air traffic management concept for urban air mobility. 2019. Disponível em: <https://dafiwcl3bnxyt.cloudfront.net/m/f58fb8ea648aeb9/original/EmbraerX-White-Paper-Flight-Plan2030.pdf>. Acesso em: 08 Mai. 2024.

EVE AIR MOBILITY. **Meet Eve**. 2023. Disponível em: <https://eveairmobility.com/meet-eve/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

GOL LINHAS AÉREAS INTELIGENTES. **GOL lançará malha aérea com 250 aeronaves eVTOL no Brasil**. 2021. Disponível em: https://ri.voegol.com.br/download_arquivos.asp?id_arquivo=9C86901D-095B-4097-85A1-77B79FA8ECC4. Acesso em: 8 Mai. 2024.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **Fact sheet**: climate change & CORSIA. 2018. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/713a82c7fbf84947ad536df18d08ed86/fact-sheet-climate-change.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2024.

JAUNT AIR MOBILITY/ FLAPPER TECNOLOGIA S.A. **Jaunt and Flapper to introduce Jaunt Journey to Latin American markets**. 2022. Disponível em: <https://verticalmag.com/press-releases/jaunt-and-flapper-to-introduce-jaunt-journey-to-latin-american-markets/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

LOUREIRO, A. **Requisitos de infraestrutura para operação de eVTOL no Brasil**. 2021. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) –Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça/SC. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/17634>. Acesso em: 4 Mai. 2024.

PEREIRA, V. A. C; DA SILVA, T. A. Aeronaves evtol como um novo conceito de aviação no brasil: desafios, implementação e perspectivas: evtol aircraft as a new aviation concept in brazil: challenges, implementation and perspectives. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, v. 3, n. 3, p. 7-31, 2023.

SANTOS, A. C. Dos. **eVTOLs**: a real sobre os “carros voadores”. Superinteressante. 2022. Disponível em: <https://super.abril.com.br/carbono-zero/evtols-a-real-sobre-os-carros-voadores/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

SOUZA, G. M. de B. **Identificação e análise do modelo de negócios do novo setor de Veículos Aéreos Elétricos de uso Urbano (eVTOL)**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Limeira/SP.

SUGAR, L; KENNEDY, C. Urban Scaling and the Benefits of Living in Cities. **Sustainable Cities and Society**, Netherlands, v. 66, p. 102617, 2021. DOI: 10.1016/j.scs.2020.102617.

UNITED NATIONS. World urbanization prospects the 2018 revision. New York: United Nations, 2019. In: RIBEIRO, J. K. **Dimensionamento de volume de tráfego para mobilidade aérea urbana no acesso aeroportuário**. 2022. Relatório (Pós-graduação em Engenharia Infraestrutura Aeronáutica – Transporte Aéreo e Aeroportos) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

VERTICAL AEROSPACE. **VX4**. 2023. Disponível em: <https://vertical-aerospace.com/vx4/>. Acesso em: 20 abr. 2024.



RBAC & CIA
Revista Brasileira de Aviação Civil
& Ciências Aeronáuticas
ISSN 2763-7697