

**AERONAVES EVTOL COMO UM NOVO CONCEITO DE AVIAÇÃO NO BRASIL:
DESAFIOS, IMPLEMENTAÇÃO E PERSPECTIVAS****Victor Antonio Costa Pereira¹****Tammyse Araújo da Silva²****RESUMO**

As aeronaves elétricas que decolam e pousam verticalmente (eVTOL) surgem como um reforço inovador na busca de soluções para o tráfego urbano das grandes cidades, e para a sustentabilidade ambiental, estando inseridas no conceito da Mobilidade Aérea Urbana (UAM). Diante do potencial brasileiro para integração dessas aeronaves, este estudo tem como objetivo discutir o andamento da implementação de eVTOL no Brasil. A metodologia adotada na pesquisa foi de natureza básica, abordagem qualitativa, procedimentos documental e bibliográfico, compostos por fontes científicas e de órgãos oficiais. Os resultados apontam para a possibilidade de empresas aéreas brasileiras incorporarem aeronaves eVTOL à sua malha, a exemplo da Azul e da Gol. Além disso, constatou-se que a indústria nacional também está em processo de desenvolvimento dessas aeronaves, a partir da subsidiária da subsidiária da Embraer, Eve Air Mobility. Todavia, a utilização dos eVTOLs depende, entre outros fatores, de infraestrutura apropriada e normatização atualizada, temas ainda incipientes no cenário nacional. Por outro lado, os resultados indicam possíveis ações mitigadoras para contornar estes desafios, sobressaindo-se as discussões entre entidades do setor e estudiosos da área acerca de uma concepção regulatória voltada à UAM. Concluiu-se que o Brasil está em posição afortunada no cenário da indústria de Mobilidade Aérea Avançada (AAM), considerando o desenvolvimento local de tecnologias direcionadas ao setor e a expectativa de aquisição pela iniciativa privada, além do papel estratégico e da parceria com os principais órgãos regulatórios do país quanto ao assunto.

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

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas, PUC/GO. Piloto privado teórico, curso de conscientização AVSEC pela ANAC. E-mail: victorantoniocp@icloud.com

² Especialista em Docência Universitária pela Universidade Católica de Goiás. Graduada em Ciências Aeronáuticas pela UnisulVirtual. Professora da Escola Politécnica e de Artes no curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. EC-PREV pelo CENIPA. Credenciada no SGSO pela ANAC e pela Infraero. E-mail: tammyse@hotmail.com
tammyse@pucgoias.edu.br

EVTOL AIRCRAFT AS A NEW AVIATION CONCEPT IN BRAZIL: CHALLENGES, IMPLEMENTATION AND PERSPECTIVES

ABSTRACT

Electric Vertical Takeoff and Landing (eVTOL) aircraft are emerging as an innovative addition to the search for solutions to urban traffic in major cities and environmental sustainability, being part of the concept of Urban Air Mobility (UAM). Given Brazilian potential for integrating these aircraft, this study aims to discuss the progress of eVTOL implementation in Brazil. The research methodology employed was basic research, with a qualitative approach and documentary and bibliographic procedures, relying on scientific sources and official entities. The results indicate the possibility of Brazilian airlines incorporating eVTOL aircraft into their operations, such as Azul and Gol. Furthermore, it was found that the domestic industry is also in the process of developing these aircraft through a partnership between Embraer and Eve Air Mobility. However, the utilization of eVTOLs depends, among other factors, on appropriate infrastructure and updated regulations, which are still in their early stages in the national scenario. On the other hand, the results indicate possible mitigating actions to overcome these challenges, highlighting discussions among sector entities and scholars regarding a regulatory framework focused on UAM. It was concluded that Brazil holds a fortunate position in the Advanced Air Mobility (AAM) industry, considering the local development of sector specific technologies and the expectation of private sector acquisition, as well as the strategic role and partnership with the country's main regulatory agencies in this regard.

Keywords: eVTOL. Challenges. Perspectives. Urban Air Mobility. Advanced Air Mobility.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população nas cidades, a mobilidade urbana tem sido um desafio cada vez maior. O trânsito congestionado e a poluição são alguns dos problemas enfrentados pelas pessoas diariamente. Nesse cenário, as aeronaves eVTOL¹, somadas a todo o complexo sistema de transporte urbano terrestre, surgem como um reforço inovador na busca de soluções, uma vez que podem alcançar um maior número de pessoas (e não somente os passageiros de alto poder aquisitivo), estando inseridas no conceito da Mobilidade Aérea Urbana, proporcionando rapidez, eficiência e preocupação ambiental no transporte. Ademais, estes veículos não contribuem apenas com o ambiente urbano ou interurbano. Segundo a NextGen (2020), os eVTOLS estão inseridos em um conceito mais amplo, o da Mobilidade Aérea Avançada.

Diante dessa realidade, esta pesquisa tem por objetivo discutir o andamento da implementação de aeronaves eVTOL no Brasil e verificar o real potencial de integração desse modelo de aeronave no setor aéreo. A pesquisa se justifica em razão das vantagens que a inserção dos novos veículos pode trazer para o país, como a criação de empregos proporcionados pelo desenvolvimento da indústria de mobilidade aérea urbana (UAM), possibilidade de prover maior acessibilidade social ao transporte aéreo e o aumento da demanda pelo modal aéreo.

Para alcançar o objetivo proposto, adotou-se uma pesquisa de natureza básica, pautada em dados qualitativos, com uso de procedimentos documentais e bibliográficos. O ambiente de pesquisa foi composto por estudos hospedados no *Google Academics*, sites oficiais das fabricantes de aeronaves eVTOLs, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), entre outras fontes.

Após a seleção da metodologia, definiu-se a estrutura do texto, que está organizada em quatro seções, além desta primeira, introdutória. A revisão teórica, segunda seção, discorre acerca da mobilidade urbana, da criação de aeronaves eVTOL e dos projetos em andamento. A terceira descreve os procedimentos metodológicos. Em seguida, a quarta seção apresenta os resultados da pesquisa,

¹ *Electrical Vertical Take-off and Landing*; em português, decolagem e pouso vertical elétrico. R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 7-31, jun-jul. 2023.

considerando as possibilidades reais da introdução das aeronaves eVTOL no Brasil, seus desafios e potencialidades. Por fim, a última seção encerra o estudo traçando as considerações finais.

2 REVISÃO TEÓRICA

A importância do meio urbano para o futuro da vida humana é inegável, assertiva evidenciada pelo fato de que, em 2018, cerca de 55% da população mundial já vivia em áreas urbanas, e a estimativa é que esse número se aproxime de 68% até 2050 (UNITED NATIONS, 2019 *apud* RIBEIRO, 2022). A cidade é um ambiente concebido para servir de lar para a população e, como tal, busca prover, por meio da oferta de produtos, serviços e atividades diversas, as necessidades básicas das pessoas em escala coletiva. Isso inclui a oferta de abrigo e alimentos (supridos, naturalmente, pelo meio rural em interação com o meio urbano), assim como a facilitação de oportunidades sociais, culturais e intelectuais que, por sua vez, são mais acessíveis e eficazes quando compartilhadas com a comunidade (SUGAR; KENNEDY, 2021).

A concentração populacional nas cidades, embora seja um motor de seu crescimento, também acarreta impactos negativos, como o congestionamento no tráfego, um fenômeno global influenciado por fatores relacionados à economia, ao aumento da população e à infraestrutura de transportes (CHRISTODOULOU; CHRISTIDIS, 2021). A aglomeração de indivíduos em um pequeno conjunto de cidades pode, assim, sobrecarregar a infraestrutura básica, resultando em limitações e deficiências no sistema público de transporte urbano. Na busca de possíveis alternativas para enfrentar os desafios da mobilidade nos grandes centros urbanos, a atual revolução tecnológica está promovendo mudanças significativas em diversas áreas (SOUZA, 2021).

Outro fato que se faz necessário destacar nesse contexto das cidades é o aquecimento global, resultado, em parte, das atividades humanas. O setor de transporte é um dos fortes contribuintes para este fenômeno, por meio da alta emissão de gases poluentes advinda da queima de combustíveis fósseis utilizados

para gerar energia (WANG; GE, 2019). Nessa linha, o modal aéreo foi responsável, em média, por 2% das emissões globais de CO₂ em 2017 (IATA, 2018), e as companhias aéreas são cada vez mais incentivadas a reduzir a sua emissão de gases do efeito estufa.

Diante dessa realidade, o desenvolvimento de aeronaves que podem permitir mais mobilidade aérea nas áreas urbanas, as eVTOLs, bem como os principais modelos que estão sendo desenvolvidos no mundo, são importantes iniciativas, como apresentado a seguir.

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

Considerando os desafios sobre mobilidade urbana e as emissões de gases poluentes já comentados, diversas empresas têm procurado desenvolver tecnologias capazes de solucionar esses problemas. O setor da indústria aeronáutica também se volta para estas demandas, desenvolvendo veículos menos poluentes e de melhor mobilidade urbana, como as aeronaves elétricas que decolam e pousam verticalmente: as eVTOLs. Trata-se de modelos contendo tecnologias capazes de operar em ambientes que não disponham de longas pistas para pouso e decolagem e de diminuir as emissões de gases poluentes. Segundo Aguiar (2022), a expectativa é que elas sejam totalmente autônomas, mas inicialmente devem contar com um piloto.

Apesar de se tratar de um novo tipo de veículo, o eVTOL une tecnologias já utilizadas há muito tempo, como o pouso e a decolagem verticais (VTOL)² e os motores elétricos. A tecnologia VTOL é utilizada em helicópteros há décadas e sua primeira idealização, por Leonardo da Vinci, data do século XV. Entretanto, o primeiro voo bem-sucedido registrado em um helicóptero é de 1907, pilotado por Paul Cornu. Já o motor elétrico surgiu em aeronaves em 1885, quando Gaston e Albert Tissandier o usaram para controlar o dirigível *La France* (AGUIAR, 2022).

² *Vertical Take-off and Landing.*

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 7-31, jun-jul. 2023.

Os helicópteros estão estabelecidos no mercado aeronáutico e poderiam ser mais bem utilizados no contexto da UAM³. Contudo, Edwards e Price (2020) advertem que o custo elevado de operação e o alto nível de ruído atrapalham sua aplicação nesse mercado. Ademais, são máquinas complexas, de alta manutenção e requerem pilotos com muitas habilidades. Por isso, assumir seus custos de funcionamento só dá resultados em nichos de mercados insensíveis ao preço, como o transporte médico de emergência e o deslocamento de passageiros de alto valor, consideram os autores.

Já as eVTOLs visam tornar o mercado de UAM, hoje reservado às pessoas mais ricas, mais acessível à classe média. Isto é evidenciado na estimativa de que um voo de eVTOL possa vir a custar o dobro de uma corrida de Uber, sendo possível que este valor se minimize no longo prazo (DYNIEWICZ, 2022). Para Santos (2022), a viagem neste tipo de aeronave ainda assim não será uma alternativa para o dia a dia dessas pessoas, mas pode representar uma alternativa em deslocamentos mais complexos ou ocasiões especiais, sem esvaziar a conta bancária.

Apesar disso, Bulusu *et al.* (2021) afirmam que há potencial para que grande quantidade de passageiros se beneficie desse meio de transporte, evidenciando a capacidade de atrair investimento público. Porém, as eVTOLs só trariam melhorias para o problema de mobilidade nas grandes cidades, caso consigam processar significativa demanda do transporte urbano (SCHWEIGER; KNABE; KORN, 2022).

Ademais, apesar de a temática eVTOL ser intensamente associada a seu uso em meio urbano, a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA)⁴, em suas pesquisas, chegou à conclusão de que os serviços oferecidos por tais veículos podem beneficiar um grupo mais amplo do que aqueles que vivem em grandes cidades (ANAC, 2021).

A partir daí, a NASA decidiu adotar o termo Mobilidade Aérea Avançada⁵, que, posteriormente, também passou a ser utilizada pela Administração Federal

³ *Urban Air Mobility*.

⁴ *National Aeronautics and Space Administration*, é responsável pelo programa espacial civil dos Estados Unidos e líder global na exploração espacial (LOFF; DUNBAR, 2023).

⁵ *Advanced Air Mobility*.

de Aviação (FAA)⁶ (ANAC, 2021). A NextGen⁷ (2020), em parceria com a NASA e a FAA, em documento intitulado Conceito de Operações, trazem a UAM como um conceito inserido na AAM⁸ e compreendem o uso de veículos eVTOLs para além do ecossistema urbano, com possibilidade de serem empregados em ambientes rurais, de modo a viabilizar operações locais, regionais e intrarregionais.

Considerando esses aspectos dos eVTOLs, é importante delinear algumas iniciativas mundiais voltadas ao desenvolvimento dessas aeronaves. Para tanto, é relevante citar que, em 2022, mais de 450 empresas em todo o mundo estavam elaborando protótipos de eVTOL (SILVA, 2022). Dentre as principais entidades responsáveis por projetos dessa natureza destacam a Embraer, a *Jaunt Air Mobility*⁹, a *Joby Aviation*¹⁰, *Lilium*¹¹ e a *Vertical Aerospace*¹².

A Embraer começou sua proposta de eVTOL a partir do projeto *Sky*, iniciado pela Embraer-x¹³ em 2017 (VIEIRA, 2022). Em 2020, esse projeto obteve sucesso e destaque a ponto de se tornar uma empresa independente, nomeada de *Eve Air Mobility* (EVE AIR MOBILITY, 2023a). O veículo *Eve*¹⁴ visa garantir um *design* centrado no ser humano, de forma que propicie conforto, segurança, acessibilidade física e econômica. A empresa almeja suprir as características das variedades de funções possíveis na mobilidade urbana, de maneira que seja a aeronave ideal para os mais diferentes usos possíveis (EVE AIR MOBILITY, 2023b).

Já a *Jaunt Air Mobility* busca construir o melhor que a próxima geração de aeronaves eVTOL pode oferecer à mobilidade em meio urbano e regional (JAUNT

⁶ Federal Aviation Administration.

⁷ Programa da FAA para modernizar o Sistema Aeroespacial Nacional dos Estados Unidos (FAA, 2023).

⁸ *Advanced Air Mobility*.

⁹ Empresa norte-americana líder mundial na técnica *Slowed-Rotor Compound* (SCR) (JAUNT AIR MOBILITY, 2022c).

¹⁰ Fundada na Califórnia, esta empresa estadunidense desenvolve aeronave elétrica (JOBY AVIATION, 2023).

¹¹ Empresa alemã, criada em 2015, com finalidade de tornar-se líder global em mobilidade aérea (LILIUM, 2023).

¹² Empresa sediada em Bristol, Inglaterra, para criar o eVTOL mais avançado no mundo (VERTICAL AEROSPACE, 2023a).

¹³ Organização da Embraer destinada ao desenvolvimento de negócios disruptivos e incubadora de negócios (EMBRAER-X, 2022).

¹⁴ O termo *Eve* é utilizado para definir a aeronave eVTOL, assim como a empresa que a desenvolve. R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 7-31, jun-jul. 2023.

AIR MOBILITY, 2022a). Por meio da UAM, a *Jaunt* também pretende atender a mercados como o transporte de carga, aeromédico, corporativo e de uso policial (JAUNT AIR MOBILITY, 2022b).

No caso da *Joby Aviation*, o projeto inicial foi o *Uber Elevate* (2016), uma iniciativa da Uber¹⁵ de entrar no mercado de UAM. O projeto consistia na colaboração de empresas fabricantes, institutos de pesquisa, investidores e o governo para a criação da aeronave eVTOL (SOUZA, 2021). Entretanto, devido ao começo de uma pandemia, a Uber foi obrigada a rever suas apostas em mobilidade e decidiu vender o *Uber Elevate* para a *Joby*, que deu continuidade ao desenvolvimento do projeto (ALLISON, 2021).

A Lillium, da mesma forma, está no processo de desenvolvimento do seu eVTOL, o *Lillium Jet*. Desde a sua fundação, a empresa realizou diversos testes em protótipos e, em 2019, efetuou o voo inaugural do jato¹⁶ (AGUIAR, 2022). A intenção da empresa é que a aeronave seja usada para ligação de cidades próximas, chamada por eles de Mobilidade Aérea Regional (RAM)¹⁷ (MCINTOSH, 2021). Por último, a Vertical Aerospace pretende com o eVTOL descarbonizar a aviação, usando a melhor tecnologia disponível na indústria (VERTICAL AEROSPACE, 2023a). As aplicações da aeronave abarcam, além do transporte de passageiros, o transporte médico e de cargas (VERTICAL AEROSPACE, 2023b).

A partir do exposto, é inegável que o transporte aéreo urbano, regional e intrarregional será revolucionado com a disponibilização das aeronaves eVTOL no mercado. Entretanto, pode-se intuir que, por se tratar de um conceito inédito, inúmeros são os desafios que necessitam ser enfrentados ao desenvolver tais projetos, não sendo eles de exclusiva responsabilidade de seus idealizadores e construtores, considerando que estes veículos serão operados em um ecossistema já existente e pensado para outros conceitos de transporte (ou aeronaves).

¹⁵ Multinacional americana, prestadora de serviços na área do transporte privado urbano através de seu aplicativo (SESC-SC, 2022).

¹⁶ Denominação dada pela associação de dutos devidamente projetados para a criação de um jato de ar e motores elétricos, que compõem alguns modelos de eVtol (BASSETO, 2022).

¹⁷ *Regional Air Mobility*. Dados os conceitos citados, é possível observar que o RAM não faz parte do conceito de UAM, mas está inserido na AAM.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo desta pesquisa é descrever e analisar criticamente o andamento da implementação de aeronaves eVTOL. O estudo é de natureza básica, busca apresentar as complexidades do tema estudado por meio de uma abordagem qualitativa lançando mão de procedimentos bibliográficos e documentais.

Os sujeitos da pesquisa foram definidos como: Aeronaves eVTOLs no Brasil, desafios para implementá-las e potencialidades para mitigar tais desafios. Os ambientes de pesquisa utilizados foram *Google Academics*, *NASA Technical Reports Server* (NTRS), sites oficiais das fabricantes de aeronaves eVTOLs, ANAC e portais de imprensa de credibilidade.

4 RESULTADOS

Os estudos indicam para a real possibilidade de uso de aeronaves eVTOLs no Brasil, que, para ser efetivado, deverá certamente contornar alguns desafios, aprimorando a infraestrutura e a normatização vigente.

4.1 ESCOPO DA UTILIZAÇÃO DE AERONAVES EVTOLs NO BRASIL

O novo panorama da aviação civil brasileira, que inclui aeronaves eVTOLs, já se desenha no horizonte, e algumas empresas do setor já se movimentam para incorporá-las às suas frotas. Entre essas organizações, é possível reconhecer na Azul Linhas Aéreas, Gol Linhas Aéreas Inteligentes, Embraer, Helisul *Aviation*¹⁸ e Flapper¹⁹ potencialidades para essa incorporação (SACONI, 2021).

Em 2021, a Lilium articulou uma aliança estratégica com a Azul na qual a fabricante anuncia planos para estabelecer uma rede compartilhada de transporte regional de alta velocidade entres as duas marcas no Brasil. Com isso, a Lilium planeja vender 220 de suas aeronaves para a companhia aérea, que iniciarão suas

¹⁸ Uma das maiores operadoras de helicópteros na América Latina (EVE AIR MOBILITY, 2021).

¹⁹ Empresa líder em aviação executiva da América Latina (FLAPPER, 2020).

operações em 2025. Como parte do negócio, a Azul buscará operar e manter a frota dos jatos, além de apoiar a fabricante em todos os processos de certificação necessários no país. Já a Lilium se responsabilizará por prover a plataforma de monitoramento da saúde dos veículos, a substituição das baterias e outras peças de reposição personalizadas (LILIUM, 2021).

No mesmo ano, a Gol anunciou um protocolo de intenções para aquisição ou arrendamento, junto à Avolon²⁰, de 250 aeronaves eVTOLs VA-X4 da Vertical Aerospace. Segundo a empresa, esse compromisso faz parte de seu planejamento comercial de ampliar suas operações seletivamente no setor de transporte aéreo regional, de forma a abrir novas rotas a mercados domésticos pouco atendidos. No comunicado da empresa, consta a realização de um estudo de viabilidade como primeira etapa da parceria. A Avolon espera concluir o processo de certificação da aeronave até 2024 e iniciar a operação de voos comerciais pela Gol em 2025 (GOL LINHAS AÉREAS INTELIGENTES, 2021).

A Embraer, por meio da Eve Air Mobility, desenvolve veículos eVTOLs, que, no futuro, comporão uma carteira global de mais de 20 clientes, e relevantes investidores (CARNEIRO; MARTINI, 2022). Em junho de 2021, a Eve anunciou uma parceria com a brasileira Helisul Aviation, cujo foco é criar uma abordagem ecossistêmica para preparar as operações de UAM no Brasil. A colaboração inclui um pedido de 50 aeronaves Eve (EVE AIR MOBILITY, 2021).

Já a Flapper, empresa de aviação executiva nacional, também firmou parceria com a Eve. O contrato prevê fornecer à Flapper 25 mil horas de voo por ano em algumas cidades, além de incluir a possibilidade de a empresa adicionar 25 desses veículos ao seu portfólio (MALICKI, 2020). Vale acrescentar que a Flapper também assinou uma carta de intenção de compra de 25 aeronaves eVTOLs da Jaunt Journey (JAUNT AIR MOBILITY LLC; FLAPPER TECNOLOGIA S.A., 2022).

Considerando essas potencialidades do mercado nacional para utilização dessas aeronaves, é primordial o desenvolvimento de uma infraestrutura apropriada para suas operações, tendo como referência suas características

²⁰ Empresa internacional de *leasing* de aeronaves (GOL LINHAS AÉREAS INTELIGENTES, 2021).

operacionais. Também há de se levar em conta a receptividade dos consumidores e do mercado para esse tipo de veículo aéreo. Sobre esses desafios envolvidos no seu uso, discorre-se a seguir.

4.2 PRINCIPAIS DESAFIOS PARA AS OPERAÇÕES DE AERONAVES EVTOLs

O desenvolvimento de eVTOLs inova na criação de soluções para a mobilidade urbana. Entretanto, a viabilidade desse mercado depende de um fator primordial, a aceitação pública (CRUZ, 2021). A fim de garantir o sucesso do mercado, diversos pontos devem ser pensados para assegurar uma boa imagem de uma nova tecnologia veicular às pessoas. Uma pesquisa da NASA, buscou entender o comportamento do público do setor aéreo. Após análise dos resultados, as preocupações dos passageiros foram apuradas e categorizadas em seis grupos, são eles: percepção de segurança²¹, movimentação do veículo²², barulho e vibração²³, disponibilidade e acesso²⁴, preocupação ambiental²⁵ e bem-estar do passageiro²⁶ (EDWARDS; PRICE, 2020).

Os resultados da pesquisa confirmaram, em tese, que a percepção de segurança pelos usuários foi apontada como a preocupação mais relevante e que deve ser atentamente mitigada durante o desenvolvimento dos projetos. Além disso, considerando que algumas empresas esperam que seus veículos não necessitem de pilotos no futuro, os passageiros têm expressado relutância em voar em veículos autônomos e confiam mais em humanos do que na automação.

²¹ Engloba preocupações como pousos forçados; evacuação; emergências em voo; passageiro indisciplinado; interferência no voo; aceitação da automação (EDWARDS; PRICE, 2020).

²² Inclui receio com a aceleração do veículo, manobras, visibilidade e pistas visuais (vertigem) (EDWARDS; PRICE, 2020).

²³ Envolve frequência, duração da amplitude, efeitos da exposição e ruído transitório (EDWARDS; PRICE, 2020).

²⁴ Compreende a localização de Vertiportos e acessibilidade, integridade do cronograma, acesso a aeronaves nos Vertiportos, acesso para pessoas com deficiências e fluxo de vento descendente gerado pelos veículos (EDWARDS; PRICE, 2020).

²⁵ Integra preocupações com o ruído na comunidade e preocupações com o uso de energia (EDWARDS; PRICE, 2020).

²⁶ Contém apreensão sobre o ingresso/egresso de aeronaves, acomodação de pessoas com deficiências, espaço pessoal, espaço e acessibilidade de armazenamento de objetos, iluminação, decoração, comodidades e conectividade em voo e produtividade (ligações, leitura) (EDWARDS; PRICE, 2020).

Entre os achados, cerca de 25% dos consumidores de uma das pesquisas relataram que não usarão os sistemas de aeronaves não tripuladas ou eVTOLs quando estiverem amplamente disponíveis (EDWARDS; PRICE, 2020).

Outro desafio chave para o sucesso da tecnologia eVTOL é o seu custo operacional. Os eVTOLs nasceram de uma necessidade de mercado para percursos de curta duração para os quais os helicópteros não conseguiram se destacar devido ao custo elevado de operação e de manutenção (ANDRADE, 2021). Destarte, especialistas advertem que será preciso criar rotas e serviços competitivos, bem como novas cadeias de fornecimento de peças que cumpram os requisitos de qualidade exigidos na engenharia aeroespacial. Além do mais, no início da sua operação, há a possibilidade de os encargos operacionais com os eVTOLs serem superiores ao preço que as operadoras poderão cobrar por passageiro em voos curtos (CATULO, 2021).

Outro ponto importante é a limitação da fonte de energia elétrica que as aeronaves eVTOLs usam, pois esta fonte promove menor autonomia de voo se comparada aos helicópteros (AIRSERVICES AUSTRALIA; EMBRAER-X, 2020), que funcionam a partir da queima de combustíveis fósseis. Em termos de comparação com um também veículo elétrico, um carro elétrico da Tesla costuma ter uma bateria de 400 volts, que leva 40 minutos numa estação de recarga rápida para carregar 80% de sua capacidade, ao passo que um eVTOL pode conter uma bateria com o dobro dessa voltagem (SANTOS, 2022), o que aumentaria, exponencialmente, o tempo de carregamento.

Tendo essa premissa em mente, não se considera viável a utilização de eVTOLs em trechos longos (AIRSERVICES AUSTRALIA; EMBRAER-X, 2020), uma vez que a periodicidade de recarga das baterias é elevada e os locais devem ter infraestrutura adequada para seu carregamento, o que pode configurar como possível causa para o aumento dos custos da operação. Santos (2022) reforça essa ideia, ao afirmar que a demora no carregamento das baterias é vista como empecilho, e que aviões de companhias aéreas conseguem ser comercialmente viáveis porque podem voar por horas seguidas. A mesma fonte ainda ressalta que as baterias possuem vida útil pequena e necessitam de trocas periódicas.

Quanto aos ruídos emitidos pela aeronave, Andrade (2021) reforça as características de baixa vibração e menor emissão de ruído dos motores elétricos como elementos que podem permitir maior conforto ao passageiro. Assim, apesar de tratar-se de um ponto positivo da eVTOL, especialmente se comparado aos helicópteros, tais sons podem ser percebidos pela população em solo. Ademais, a maior quantidade de rotores e o grande número de aeronaves esperadas para operar na UAM poderão se tornar um fator problemático às pessoas em solo em termos de ruídos repetitivos (LOUREIRO, 2021), o que consiste em um desafio a ser enfrentado pelos fabricantes.

Também deve ser considerado o alto fluxo de aeronaves em regiões urbanas que operam próximas a prédios e em áreas de densa população. Por certo, as operações dos veículos UAM será em níveis baixos do espaço aéreo, compartilhando este espaço com helicópteros, balões de ar quente, UASs²⁷ e aeronaves de asa fixa. Assim, é esperado que no futuro haja uma maior variedade de tipos de veículos, operadores e missões nesse mesmo espaço aéreo, incluindo uma mistura de veículos pilotados e autônomos (AIRSERVICES AUSTRALIA; EMBRAER-X, 2020). Diante dessa provável realidade, há de se questionar a capacidade de suporte do sistema vigente de Gerenciamento do Tráfego Aéreo (ATM)²⁸.

Esse sistema foi pensado para voos de longas distâncias cujas comunicações funcionam principalmente via rádio (destinada a médias e altas altitudes) em que as tecnologias de vigilância rastreiam aeronaves a milhas de distância uma das outras, sem alta precisão, e auxílios de navegação terrestre funcionam apenas como reforço para o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)²⁹ (EMBRAERX; ATECH; HARRIS CORPORATION, 2019). Em virtude dessa estruturação, há indícios de que o sistema atual não seja adequado ao tráfego UAM.

²⁷ Unmanned Aircraft System, em português, Sistema de Aeronaves não Tripuladas. A sigla é tratada, por vezes, como sinônimo para drone (ALMEIDA, 2021).

²⁸ *Air Traffic Management*.

²⁹ *Global Navigation Satellite System*.

Isso porque os voos UAM carecerão de menores padrões de separação, já que voam próximo a prédios, linhas de transmissão e outras aeronaves e, à medida que se tornam mais autônomos, dependerão mais de comunicação baseada em dados do que a comunicação via rádio, que sofre interferências em baixas alturas devido aos obstáculos citados (EMBRAERX; ATECH; HARRIS CORPORATION, 2019).

Com base nisso, é vital compreender que o sistema ATM vigente é centrado no ser humano, que utiliza comunicação direta entre o operador ATM e o piloto. Além disso, a expectativa para o futuro é de que o crescimento do tráfego aéreo comercial poderá exceder a capacidade desse sistema, o que pode culminar na necessidade de mudança para um modelo ATM mais escalável, que possa monitorar e gerenciar o aumento da atividade (SILVA, 2022).

Desse modo, é esperado inicialmente que os eVTOLs encaixem suas operações ao atual sistema de gerenciamento de tráfego (AIRSERVICES AUSTRALIA; EMBRAER-X, 2020); porém, futuramente será necessária a adição do conceito de Gerenciamento de Tráfego Aéreo Urbano (UATM) para suprir as necessidades das operações aéreas urbanas dos eVTOLs. Além desse, outros conceitos estão sendo pensados: a EmbraerX, a Atech e a Harris Corporation (2019) citam o Gerenciamento de Tráfego de Sistemas Não Tripulados, que visa coordenar as aeronaves não tripuladas, que também estarão inseridas nesse contexto.

Para a Airservices Australia e a Embraer-x (2020), é importante que estes novos sistemas de gerenciamento citados (para UAS e UAM) e o atual sistema pensado para as aeronaves tradicionais devem interagir entre si ou, mais que isso, ser integradas, a fim de evitar conflitos, promover consciência situacional compartilhada e a tomada de decisão colaborativa. Assim, percebe-se que a alta escalabilidade do controle de tráfego aéreo será um dos desafios críticos para o desenvolvimento do UAM (CRUZ, 2021) e, conseqüentemente, para a utilização dos veículos eVTOLs.

Outro ponto sensível às operações eVTOL é a infraestrutura em solo dedicada a essas aeronaves. Aguiar (2022) afirma que, para que ocorram viagens interurbanas, as aeronaves eVTOLs demandarão locais adequados para a

realização de pouso e decolagem. Nesse caso, vale mencionar que o terminal dedicado à operação de um eVTOL é o vertiporto.

O *UK Air Mobility Consortium* (2022) define vertiporto como uma área de terra, água ou estrutura usada, ou com intenção de ser usada para o movimento em superfície de aeronaves VTOL para pouso e decolagem. A mesma fonte esclarece que um vertiporto poderá ser dotado de uma ou várias áreas de aproximação final e decolagem UAM (FATOS)³⁰ e áreas de pouso e decolagem (TLOFs)³¹.

Os vertiportos, desse modo, precisarão ser dotados de infraestrutura capaz de sustentar diferentes condições operacionais. Assim como os aeródromos, serão exigidos auxílios à navegação, iluminação apropriada e procedimentos correspondentes para garantir operações de voo seguras para as horas pretendidas de uso. Seus requisitos de infraestrutura e equipamentos relacionados à segurança precisarão ser padronizados (*UK AIR MOBILITY CONSORTIUM*, 2022). Enquanto essa organização estrutural não se torna realidade, espera-se que os eVTOLs possam utilizar os heliportos existentes (LOUREIRO, 2021).

Cabe anotar que ainda não há padrões nem regulamentos estabelecidos para este fim em nível internacional, mas estuda-se basear as normas para vertiportos a partir da adaptação das diretrizes utilizadas para heliportos (*UK AIR MOBILITY CONSORTIUM*, 2022). Com efeito, é importante ressaltar que alguns dos padrões utilizados para aeródromos e heliportos podem não ser adequados para os requisitos de performances de aeronaves eVTOL (AGUIAR, 2022).

Apesar dos desafios apresentados, diversos são os intentos de contorná-los e potenciais medidas pensadas para mitigar ou mesmo resolver algumas dessas questões já vêm sendo pensadas. É o que se pontua a seguir.

³⁰ *Final Approach and Takeoff.*

³¹ *Touchdown and Liftoff.*

4.3 POTENCIAIS AÇÕES MITIGADORAS PARA A UTILIZAÇÃO DE AERONAVES EVTOLs NO BRASIL

Na busca de propostas para melhorar os aspectos relacionados ao conforto auditivo das pessoas em solo, Paul, Lorenzo e Cordioli (2020) destacam que pesquisas sobre a geração de ruído nesses novos tipos de aeronaves são muito recentes e, portanto, generalizações devem ser feitas com prudência. Fato é que as fabricantes reconhecem que reduzir a geração de ruído na fonte é vital para a aceitação do equipamento, para o desenvolvimento da indústria UAM e, de efeito, para o êxito da inserção das aeronaves eVTOLs em centros urbanos, razão pela qual a indústria tem se empenhado na resolução da questão.

Já a respeito do custo do modal, Andrade (2021) aponta o baixo valor de manutenção dos motores elétricos e a menor quantidade de peças mecânicas como fatores que podem reduzir o custo das operações de eVTOLs.

Na esteira da minimização de custos, Souza (2021) afirma que o alto volume em sua produção – como alternativa ao elevado custo na compra de um helicóptero em virtude de sua baixa produção – pode reduzir o seu valor. Além disso, com nicho de voos compartilhados, será possível reduzir os preços do voo na medida em que ocorre o rateamento do valor integral. Por fim, Baur *et al.* (2018) apontam a automação aliada à propulsão elétrica como fator de redução de custos.

Com relação à fonte energética, para atender às necessidades operacionais e logísticas, espera-se que seja aprimorada a tecnologia de recarga rápida para atender à demanda pelos veículos, sem que haja necessidade de obtenção de novas aeronaves, além de longa vida útil, alta densidade energética e boa relação massa-potência (CAMARA, 2022).

Quanto à infraestrutura de vertiportos, diversos conceitos estão em desenvolvimento, mas nada ainda foi estabelecido. Porém, há expectativas quanto à disposição dessas facilidades. De acordo com a empresa brasileira Socicam (2022) – empresa de gestão integrada de espaços públicos nos segmentos de infraestrutura de mobilidade – está redefinindo a ideia de *Hub* Multiuso, reconfigurando-o como Hub de Mobilidade, que se traduz numa “infraestrutura

multifuncional com torre de controle específica para a operação dos eVTOLS, espaço para carregamento dos mais diversos tipos de veículos elétricos e integração com outros modais de transporte [...]”, novidade esta que, segundo a empresa, depende de regulação, entre outros fatores.

Sobre o Gerenciamento do Tráfego Aéreo, o processo para solucionar a falta de normatização para aeronaves eVTOLs é naturalmente mais complexo. Assim, hodiernamente no Brasil não há regulamentação em vigor que abranja as especificidades das operações de transporte de passageiros em veículos eVTOLs. O tipo de aeronave que a eles mais se assemelha é o helicóptero; entretanto, os dois modelos apresentam diferenças relevantes em termos de autonomia, performance, uso de espaço aéreo, múltiplos métodos de sustentação, área específica para pouso e decolagem e capacidade dos órgãos de controle do espaço aéreo. Por esses motivos, faz-se necessária a adaptação das normas para sua efetivação (LOUREIRO, 2021).

4.4 O PAPEL DAS ENTIDADES REGULADORAS BRASILEIRAS NA IMPLANTAÇÃO DOS EVTOLS

Apesar de tratar-se de uma nova concepção no modal aéreo, as entidades reguladoras da aviação brasileira já começaram a se informar sobre seus papéis frente a esta realidade iminente. A ANAC, por exemplo, instituiu, em abril de 2021, um Grupo de Trabalho com finalidade de identificar as possíveis intervenções regulatórias relativas à infraestrutura aeroportuária necessária para a operação segura de eVTOL na mobilidade aérea urbana. Em suma, o grupo estudou as iniciativas de regulação da operação de eVTOL no mundo e concluiu que há necessidade de acompanhamento da agência acerca da evolução desses produtos aeronáuticos e suas características (ANAC, 2021).

O DECEA, por meio do Capitão Márcio André da Silva, informou que o Brasil é um dos poucos países incluídos no cenário de desenvolvimento de aeronaves eVTOLs, além de possuir numerosas ordens de compra – mais de 6.000 – de empresas que pretendem utilizar desses veículos no país (CULTURAL OAB, 2022).

O representante do DECEA ainda pontuou sobre a demanda disruptiva de criação de normas para a UAM enfrentada pelo DECEA, já que não há normas de referência em âmbito internacional. O ciclo tradicional se caracteriza pela criação de parâmetros advindos da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), que servem de modelo para concepção de normas próprias em cada um dos estados membros da organização, como o Brasil. Apesar disso, manifesta-se como ponto favorável ao departamento o fato de dispor da presença de seus especialistas nos principais painéis do setor, que, por vezes, auxiliam na criação de normas na OACI (CULTURAL OAB, 2022).

Concretamente, a Eve apresentou o documento intitulado Conceito de Operações (CONOPS), já mencionado neste estudo, elaborado em conjunto pelas entidades ANAC, DECEA, Helisul *Aviation*, Flapper, entre outras. O documento, inédito no Brasil, reuniu dados e análises sobre a perspectiva da operação dos eVTOLs, os pontos de atenção e as necessidades operacionais, a jornada de passageiros e os serviços e suporte, além de incluir estudos acerca dos aspectos que impactam o ecossistema UAM. Cabe anotar que o grupo Embraer, por meio da Atech, uma das contribuintes no CONOPS Rio de Janeiro, cria tecnologias para contribuir com a evolução do conceito integrado do sistema ATM (EVE, 2022).

Outrossim, a Eve Air Mobility também desenvolve soluções para progredir o conceito de Gerenciamento de Tráfego Aéreo Urbano, dispondo-se a ser uma facilitadora chave para implementação e escalabilidade da UAM. Estes artifícios buscam solucionar lacunas na execução das atividades dos provedores de serviços de navegação, autoridades urbanas, operadores de frota, operadores de vertiportos e partes interessadas na UAM (EVE AIR MOBILITY, 2023c).

Do exposto, observa-se o compromisso dos principais órgãos do setor em pactuar com a inovação, haja vista que caminham em busca de soluções para atender a esse modelo de mobilidade aérea urbana.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentou o contexto de desenvolvimento das aeronaves eVTOLs, alguns de seus principais projetos no cenário mundial, a posição da

iniciativa privada brasileira quanto à sua introdução na indústria aeronáutica, mais especificamente na Mobilidade Aérea Avançada, assim como os desafios associados à operação desses veículos e suas possíveis resoluções, apontando, por fim, o cenário normativo do país, visualizado a partir de suas entidades reguladoras, como a ANAC e o DECEA.

Do que foi apurado, constatou-se que diferentes empresas brasileiras de transporte aéreo sinalizaram para a aquisição desses veículos, no intuito de atuar no mercado de AAM, como a Azul, a Gol, a Helisul *Aviation* e a Flapper, além da Embraer, que está desenvolvendo com a sua subsidiária *Eve Air Mobility* esse tipo de veículo. Todavia, o estudo também identificou que, para utilizar essas aeronaves, será necessário transpor importantes desafios, especialmente os relacionados à aceitação pública, ao custo, ao gerenciamento do espaço aéreo, à infraestrutura, aos vertiportos e à normatização do setor.

Também estão entre os achados da pesquisa algumas medidas em andamento e possibilidades para contornar alguns destes desafios. Entre as potencialidades, verificaram-se: a possibilidade de prover maior acessibilidade social ao transporte aéreo; a baixa vibração e o menor ruído apresentado nos motores elétricos como aspecto importante para a aceitação do modal; o baixo custo de manutenção; a redução no consumo de combustíveis fósseis; o aumento da demanda pelo modal aéreo; a expectativa de alto volume de produção com redução do valor da aeronave, assim como o compartilhamento de aeronaves, com potencial para redução do valor dos voos.

Verificou-se, ainda, que as discussões e estratégias para suprir a falta de infraestrutura, de normatização e de gerenciamento do espaço aéreo voltado para essa modalidade de transporte permeiam o campo das pesquisas. O ponto positivo é que estes obstáculos, sobretudo os referentes à estrutura do espaço aéreo associada ao sistema ATM, são de responsabilidade dos agentes normativos e estão sendo pensados por diversas entidades públicas e privadas, de forma a favorecer diferentes usuários do espaço aéreo e comportar os vários tipos de operações.

Do exposto, conclui-se que o Brasil está em posição afortunada no cenário da indústria de AAM, sendo um dos poucos inseridos no desenvolvimento do novo

modal, situação franqueada pela Embraer e toda sua infraestrutura de inovação, que busca o desenvolvimento de soluções para a operação AAM – além do papel estratégico desempenhado pela ANAC e DECEA, que, ao entender a importância do tema, se esforçam para regular o novo mercado adequadamente.

Por fim, dado o perfil inicial da temática abordada, são possibilidades de temas de pesquisas associadas ao tópico a carência de estudos quanto à formação necessária para pilotar essas aeronaves, o papel dos pilotos frente à automação dos eVTOLs e as possibilidades de operações comerciais desses veículos no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Nota Técnica nº**

114/2021/GTPI/GCOP/SAI. 2021. Disponível em:

https://sei.anac.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5RZZoyQAsSne7bGfDn32UCPiwSywl3TlqBfTtHuN8yTQ5RvMlzUWWdl19PM1utcU_OXh7fz-90eDdoq_GTk7RA. Acesso em: 4 abr. 2023.

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. Disponível em:

<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10038042.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

AIRSERVICES AUSTRALIA; EMBRAER-X. **Urban air traffic management concept of operations**. 2020. Disponível em:

https://daflwcl3bnxyt.cloudfront.net/m/3dc1907d3388ff52/original/PPJ016561-UATM-Concept-of-Operations-Design_D11-FINAL.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.

ALLISON, E. **Joby and uber elevate**. Joby Aviation. 2021. Disponível em:

<https://www.jobyaviation.com/blog/joby-uber-elevate/>. Acesso em: 19 mar. 2023.

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: 20 maio 2023.

ANDRADE, M. M. P. **Mobilidade aérea interurbana de passageiros**. 2021.

Dissertação Teórico-Prático (Mestrado em Design de Produto) – Faculdade de

Arquitetura da Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em:
<http://hdl.handle.net/10400.5/22758>. Acesso em: 10 mar. 2023.

AURORA FLIGHT SCIENCES. **About Aurora**. 2022. Disponível em:
<https://www.aurora.aero/about/>. Acesso em: 9 abr. 2023.

BAUR, S; SCHICKRAM, S; HOMULENKO, A; MARTINEZ, N; DYSKIN, A. **Urban air mobility: the rise of a new mode of transportation**. Roland Berger. 2018.
Disponível em:
https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/Roland_Berger_Urban_Air_Mobility.pdf. Acesso em: 5 maio 2023.

BASSETO, M. **Entenda como são os 30 motores do jatinho elétrico que a Azul Linhas Aéreas vai usar**. Aeroin. 2022. Disponível em: <https://aeroin.net/entenda-como-sao-os-36-motores-do-jatinho-eletrico-que-a-azul-linhas-aereas-vai-usar/>. Acesso em: 20 maio. 2023.

BULUSU, V; ONAT, E. B; SENGUPTA, R; YEDAVALLI, P; MACFARLANE, J. A Traffic demand analysis method for urban air mobility. **IEEE transactions on intelligent transportation systems**, Estados Unidos da América, v. 22, n. 9, p. 6039-6047, 2021. Doi: 10.1109/TITS.2021.3052229. Acesso em: 15 maio 2023.

CAMARA, J. P. D. **Obstáculos no desenvolvimento da mobilidade aérea urbana**. 2022. Artigo científico (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. Disponível em:
<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2229>. Acesso em: 5 mar. 2023.

CARNEIRO, L; MARTINI, P. **Eve, da Embraer, tem 2.770 pedidos em carteira, diz diretor-executivo**. Valor Econômico. 2022. Disponível em:
<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/12/07/eve-da-embraer-tem-2770-pedidos-em-carteira-diz-diretor-executivo.ghtml>. Acesso em: 26 mar. 2023.

CATULO, K. **Os primeiros táxis voadores vão sobrevoar as cidades em 2024**. Diário de Notícias. 2021. Disponível em: <https://www.dn.pt/dinheiro/os-primeiros-taxis-voadores-vaio-sobrevoar-as-cidades-em-2024-14005397.html>. Acesso em: 20 abr. 2023.

CHRISTODOULOU, A.; CHRISTIDIS, P. Evaluating congestion in urban areas: The case of Seville. **Research in transportation business & management**, Netherlands, v. 39, p. 100577, 2021. DOI: 10.1016/j.rtbm.2020.100577. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210539520301140>. Acesso em: 8 mar. 2023.

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. 3, n. 3, p. 7-31, jun-jul. 2023.

2021. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1463>. Acesso em: 10 mar. 2023.

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 abr. 2023.

DYNIWICZ, L. **'Ideia é usar carro voador para atender classe média', diz executivo do setor aéreo**. Economia e Negócios. Estadão. 2022. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/economia/negocios/carro-voador-evtol-flapper/>. Acesso em: 16 maio 2023.

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.

EMBRAER-X. **Notícias**. 2022. Lisboa. Disponível em: <https://embraerx.embraer.com/br/pt/news-5>. Acesso em: 9 abr. 2023.

EMBRAERX; ATECH; HARRIS CORPORATION. **Flight plan 2030**: an air traffic management concept for urban air mobility. 2019. Disponível em: <https://dafwcl3bnxyt.cloudfront.net/m/f58fb8ea648aeb9/original/EmbraerX-White-Paper-Flight-Plan2030.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2023.

EVE. **A collaboration led by Eve publishes concept of operations for Urban Air Mobility in Rio de Janeiro**. 2022. Disponível em: <https://eveairmobility.com/a-collaboration-led-by-eve-publishes-concept-of-operations-for-urban-air-mobility-in-rio-de-janeiro/>. Acesso em: 8 abr. 2023.

EVE AIR MOBILITY. **Eve and Helisul announce partnership to develop UAM products and services in Brazil with an initial order of up to 50 eVTOLs**. 2021. Disponível em: <https://eveairmobility.com/eve-and-helisul-announce-partnership-to-develop-uam-products-and-services-in-brazil-with-an-initial-order-of-up-to-50-evtols/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

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

EVE AIR MOBILITY. **eVTOL**. 2023b. Disponível em: <https://eveairmobility.com/evtol/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

EVE AIR MOBILITY. **Urban ATM**. 2023c. Disponível em: <https://eveairmobility.com/uatm/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Next generation air transportation system (NextGen)**. 2023. Disponível em: <https://www.faa.gov/nextgen>. Acesso em: 15 maio 2023.

FLAPPER. **Sobre Flapper**. 2020. Disponível em: <https://flyflapper.com/stories/pt-br/sobre-flapper/>. Acesso em: 9 abr. 2023.

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: 26 mar. 2023.

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 mar. 2023.

JAUNT AIR MOBILITY. **Connecting Communities**. Home. 2022a. Disponível em: <https://jauntairmobility.com/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

JAUNT AIR MOBILITY. **Mission capable**. Technology. 2022b. Disponível em: <https://jauntairmobility.com/technology/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

JAUNT AIR MOBILITY. **About us**. 2022c. Disponível em: <https://jauntairmobility.com/about-us/>. Acesso em: 9 abr. 2023.

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.

JOBY AVIATION. **Joby Aviation: sobre nós**. 2023. Disponível em: <https://www.linkedin.com/company/jobyaviation/about/>. Acesso em: 9 abr. 2023.

LILIUM. **Lilium holds Capital Markets Day, announces plan for \$1 billion commercial deal & strategic alliance with leading Brazilian airline Azul and the appointment of new board members following business combination with Qell**. 2021. Disponível em: <https://lilium.com/newsroom-detail/capital-markets-day-planned-1-billion-commercial-deal-with-brazilian-airline-azul-appointment-of-new-board-members>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LILIUM. **Lilium Company**. 2023. Disponível em: <https://lilium.com/company>. Acesso em: 9 abr. 2023.

LOFF, S.; DUNBAR, B. **About NASA**. 2023. Disponível em: <http://www.nasa.gov/about/index.html>. Acesso em: 9 abr. 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 abr. 2023.

MALICKI, P. **Flapper e Eve, uma empresa da Embraer, são novas parceiras na América Latina**. Flapper. 2020. Disponível em: <https://flyflapper.com/stories/pt-br/parceria-flapper-e-eve/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

MCINTOSH, A. **Technology Blog – Lilium**. Lilium. 2021. Disponível em: <https://lilium.com/newsroom-detail/technology-behind-the-lilium-jet>. Acesso em: 20 mar. 2023.

NEXTGEN. **Urban air mobility concept of operations**. 2020. Disponível em: https://nari.arc.nasa.gov/sites/default/files/attachments/UAM_ConOps_v1.0.pdf. Acesso em: 30 abr. 2023.

PAUL, S; LORENZO, M.; CORDIOLI, J. Considerações iniciais sobre a regulamentação de ruído para aeronaves eVTOL. **Acústica e Vibrações**, Santa Maria, v. 35, n. 52, p. 101–127, 2020. DOI: 10.55753/aev.v35e52.35.

SACONI, A. **Corrida para criar “carro voador” tem bilhões investidos e Embraer na briga**. Economia. Uol. 2021. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/todos-a-bordo/2021/10/03/evtol-investimento-empresas-embraer-gol-azul-mercado-disruptivo-ecossistema.htm>. Acesso em: 23 mar. 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.

SCHEWEIGER, K; KNABE, F; KORN, B. An exemplary definition of a vertidrome's airside concept of operations. **Aerospace science and technology**, Holanda, v. 125, p. 107144, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2021.107144>. Acesso em: 15 maio 2023.

SESC-SC. **Sesc Lab: Oficina de Uber**. 2022. Disponível em: <https://sesc-sc.com.br/agenda/sesc-lab-oficina-de-uber>. Acesso em: 9 abr. 2023.

SILVA, M. A. De P. **Mobilidade Aérea Avançada: Proposta para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Gestão da Construção) – Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, Portugal. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/22207>. Acesso em: 6 mar. 2023.

SOCICAM. **Socicam projeta Hub de Mobilidade Combinada com Terminal de e-VOLTS**. 2022. Disponível em: <https://www.socicam.com.br/2022/03/14/socicam-projeta-hub-de-mobilidade-combinada-com-terminal-de-e-vtols/>. Acesso em: 10 maio 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.

UK AIR MOBILITY CONSORTIUM. **Urban air mobility concept of operations for the London environment**. 2022. Disponível em: [https://eveairmobility.com/uk-consortium-completes-urban-air-mobility-concept-of-operations-for-the-civil-aviation-authority/#:~:text=Careers-,UK%20Consortium%20Completes%20Urban%20Air%20Mobility%20Concept%20of%20Operations%20for,\(UAM\)%20in%20the%20UK](https://eveairmobility.com/uk-consortium-completes-urban-air-mobility-concept-of-operations-for-the-civil-aviation-authority/#:~:text=Careers-,UK%20Consortium%20Completes%20Urban%20Air%20Mobility%20Concept%20of%20Operations%20for,(UAM)%20in%20the%20UK). Acesso em: 24 abr. 2023.

VERTICAL AEROSPACE. **About us**. 2023a. Disponível em: <https://vertical-aerospace.com/about-us/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

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

VIEIRA, L. **Bem mais barato do que voar de helicóptero**: entenda por que em breve você vai embarcar num carro voador da Eve, spin-off da Embraer. Draft. 2022. Disponível em: <https://www.projetodraft.com/bem-mais-barato-do-que-voar-de-helicoptero-entenda-por-que-em-breve-voce-vai-embarcar-num-carro-voador-da-eve-spin-off-da-embraer/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

WANG, S; GE, M. **Transporte é a fonte de emissões que mais cresce**: veja o que dizem os números. WRI Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/transporte-e-fonte-de-emissoes-que-mais-cresce-veja-o-que-dizem-os-numeros>. Acesso em: 15 abr. 2023.