

# **PREPARAÇÃO DOS AEROPORTOS PARA A MOBILIDADE NA AÉREA AVANÇADA**

Manuella Angélica de Paula Silva- manuella.270994@gmail.com

Prof.º Oswaldo Sansone Rodrigues Filho (Orientador) – oswaldosansone.rodrigues@mackenzie.br

## **RESUMO**

Propõe-se neste artigo primeiramente os conceitos iniciais da mobilidade aérea avançada, bem como a preparação já existente e os desafios que ainda estão por vir, do recebimento aeroportuário para esta mobilidade. Sugere-se a definição dos conceitos do eVTOL, as diferenças do eVTOL com outros modais, as características técnicas deste novo modal, os desafios futuros, e as empresas envolvidas na projeção de protótipos e fabricação de eVTOLs. O artigo apresenta ainda a infraestrutura aeroportuária, os cenários atuais, os diferentes modelos de negócios, exemplifica ainda estudos de casos aplicados a esta área. Por fim, conclui-se com os possíveis desenvolvimentos futuros, bem como as considerações finais.

Palavras chaves: Evtol, mobilidade aérea, infraestrutura aeroportuária.

## PREPARATION OF AIRPORTS FOR ADVANCED AIR MOBILITY

This article first proposes the initial concepts of advanced air mobility, as well as the existing preparation and the challenges that are yet to come, from the airport reception for this mobility. It is suggested the definition of eVTOL concepts, the differences between eVTOL and other modals, the technical characteristics of this new modal, future challenges, and the companies involved in the design of prototypes and manufacture of eVTOLs. The article also presents the airport infrastructure, the current scenarios, the different business models, and exemplifies case studies applied to this area. Finally, it concludes with possible future developments, as well as final considerations.

Key words: Evtol, air mobility, airport infrastructure

## **1 INTRODUÇÃO**

Conforme os séculos avançam na sociedade humana, podemos observar que somos altamente dependentes da tecnologia. Uma análise voltada para o ambiente aeroespacial no início do século 21, sugere-se que o mundo pode estar se aproximando de uma nova era tecnológica de poder aéreo, a era da eletrificação/híbrida de propulsão de aeronaves. (“Understanding the control characteristics of electric vertical take-off and landing (eVTOL) aircraft for urban air mobility - ScienceDirect”, [s.d.]

No início do século XXI, a revolução com base na troca de dados, poder computacional, sensores, comunicação sem fio, internet e autonomia tecnológica, contribuíram para o desenvolvimento bastante acelerado para uma nova visão de uma nova era da aviação. (“Understanding the control characteristics of electric vertical take-off and landing (eVTOL) aircraft for urban air mobility - ScienceDirect”, [s.d.]

### **1.1 OBJETIVOS**

O presente artigo encontra-se estruturalmente dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo a introdução aborda o âmbito, os objetivos, a metodologia assim como a estrutura do trabalho. No segundo capítulo é representada toda a revisão bibliográfica, onde abordamos os conceitos de eVtol, as diferenças do eVTOL com outros modais, a finalidade, os desafios futuros, e pôr fim do capítulo as empresas envolvidas. O terceiro capítulo é caracterizado pela infraestrutura aeroportuária, onde são expostos os cenários atuais, os diferentes modelos de negócios, o processo de planejamento baseado em co-desenvolvimento. No quarto capítulo expõe-se um estudo comparado, sendo ele sobre a implementação da UAM no espaço aéreo grego. No quinto capítulo estão presentes as conclusões que vêm reforçar a ideia do que foi desenvolvido ao longo deste trabalho, as considerações finais, os desenvolvimentos futuros. Por fim, no capítulo seis, estão presentes todas as referências bibliográficas que fizeram parte da elaboração desta dissertação.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 CONCEITO DE EVTOL**

O conceito de eVTOL possui origem da palavra em inglês Electric vertical take-off and landing (eVTOL), e pode ser definida através da mistura de carro voador e helicóptero elétrico, e

pretende revolucionar a mobilidade urbana. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

O nome eVTOL é uma junção de siglas em inglês para que este transporte voador se propõe: um veículo movido a eletricidade (oriundo do *electric*) que decola e pousa verticalmente (VTOL, de *vertical take-off and landing*). (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

## 2.2 DIFERENÇAS DO EVTOL COM OUTROS MODAIS

Como o eVTOL é um modal bastante inovador, e tem como uma das suas características possuir tecnologia completamente elétrica, serão previstas e necessária a aplicação de novas normas para determinar os requisitos operacionais deste modal. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

A fim de reforçarmos o conceito do eVTOL podemos comparar alguns fatores em relação aos helicópteros, como por exemplo o fato do eVTOL possuir mais rotores e de tamanhos menores do que um helicóptero. Este fator é relevante em termos de nível a mais de segurança, visto que se um rotor acabar estragando em uma viagem, existem outros para garantir sua segurança no ar. Outra diferença é que não necessariamente o eVTOL utiliza asas fixas e possui foco em viagens curtas. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Assim como o helicóptero, o eVTOL possuem um requisito operacional em comum, no sentido que ambos modais devem decolar e pousar contra o vento (DECEA, 2018).<sup>3</sup> A indústria de mobilidade aérea tem uma expectativa que a economia de custos operacionais será repassada ao consumidor final, aumento assim a acessibilidade desse meio de transporte. Assim a expectativa é de que as operações de eVTOL, seja maior do que a de helicópteros. (“EmbraerX and Airservices Australia release Concept of Operations for Urban Air Mobility - Airservices”, [s.d.]

Verifica-se no quadro 1.1 abaixo, um quadro exemplificativo onde consta as principais diferenças entre o eVtol, Helicóptero e um Avião Elétrico. Seguido das figuras 1.1, 1.2, e 1.3, que ilustra as características principais de cada um destes modais, respectivamente.

Quadro 1.1 – Tabela das diferenças Evtol, Helicóptero e Avião Elétrico. Fonte: [Saori 2021]

Diferenças Evtol, Helicóptero, e Avião Elétrico		
eVTOL	Helicóptero	Avião Elétrico
Há mais rotores (menores do que um helicóptero).	É um tipo de VTOL (veículo de pouso e decolagem vertical).	Utiliza asas fixas em vez de asas rotativas.
Pouso e decolagem vertical.	Rotor principal e um rotor na cauda trazeira.	Precisa ganhar velocidade em pista antes de levantar voo.
Foco em viagens curtas, na mesma cidade, ou em cidades próximas.	Consegue fazer viagens de média distâncias.	
Movido a energia elétrica, que torna mais silencioso.	Movido a querosene, ou gasolina de aviação que oferecem maior alcance.	



Figura 1.1- Características de um eVTOL. Fonte: [Medeiros, 2021]



Figura 1.2- Características de um Helicóptero. Fonte: [Medeiros, 2021]



Figura 1.3- Características de avião elétrico. Fonte: [Medeiros, 2021]

## 2.3 FINALIDADE

Algumas empresas planejam utilizar a infraestrutura já existente nas cidades em um primeiro momento e depois construir seus próprios vertiportos, enquanto outras companhias foram criadas justamente para montar e operar os vertiportos para criar uma conexão entre bairros e cidades, como em comparação a terminais de ônibus ou estações de metrô, porém voando no ar. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Do ponto de vista tecnológico, o principal desafio se diz respeito às baterias dos veículos, no entanto os eVTOLs são pensados para viagens de curta distância na mesma cidade ou em cidades próximas, como mencionado anteriormente. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Alguns dos usos civis para os eVTOL incluem o táxi aéreo, assistência médica, delivery, uso militar, entre outros. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

## 2.4 DESAFIOS FUTUROS

A estimativa é que em alguns anos o preço de um voo de eVTOL entre Manhattan e o aeroporto seja o mesmo preço de um táxi ou um Uber. A AESA, órgão da União Europeia que regula a aviação comercial, espera que os primeiros voos comerciais desse tipo aconteçam em 2024 ou 2025, e já iniciou o processo de certificação de alguns dos projetos. Este também é o calendário que a Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos espera para as primeiras operações dos veículos de mobilidade aérea urbana. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Na Europa, a AESA estima que esse mercado valerá 4,2 mil milhões de euros, podendo a UE centralizar 31% da produção mundial e criar cerca de 90 mil empregos até 2030. No Brasil, as empresas de aviação GOL e Azul têm acordos para receber a partir de 2025 seus primeiros eVTOLs, que serão produzidos por empresas europeias. Já a Embraer, por sua vez, promete entregar sua versão da aeronave para clientes a partir de 2026. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Já em Portugal, os primeiros táxis voadores têm previsão de sobrevoar as cidades portuguesas em 2024. Startups, fabricantes de automóveis e de aviões prometem inaugurar serviços nos próximos

anos. Porém os voos regulares de e para qualquer ponto das cidades é ainda uma ambição dependente da atualização de infraestruturas ou de desempenhos mais rentáveis por parte das empresas. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

As startups alemãs Lilium e Volocopter, planeiam ambas inaugurar o serviço de voos de eVTOL em 2024. A Hyundai e a General Motors asseguram estar em condições de lançar um serviço de táxi aéreo antes de 2025. Outras marcas como Toyota, Daimier ou Geely da China, estão na corrida para entrar no mercado o mais breve possível. A Porsche e a Boeing entretanto, uniram-se em 2019, para desenvolver um veículo “premium” de mobilidade aérea urbana. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Os desafios futuros para que o mercado de empresas de eVTOL tenham de fato liberação para voar no espaço aéreo são bastante, como por exemplo submeter a rígidos testes reguladores, cumprindo padrões de segurança, de certificação ou regulamentações locais contra ruído excessivo. Além disto, existe muitos desafios para um sistema regulatório e infraestruturas para o ecossistema eVTOL, é necessário criar rotas e serviços competitivos, bem como novas cadeias de fornecimento de peças. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

Outros empecilhos para este mercado é o fato de que os fabricantes de veículos voadores não poderão simplesmente recorrer à indústria automotiva, visto que no estágio atual, estas empresas não cumprem os requisitos necessários de qualidade exigidos na engenharia aeroespacial. Além do alto custo da manutenção que pode tornar a rentabilidade deste serviço mais difícil. Os encargos operacionais com os eVTOL poderão ser superiores ao preço que as operadoras poderão cobrar por passageiro em voos curtos. As aeronaves com emissões zero de decolagem e aterrissagem vertical elétrica para passageiros e carga estão a ser desenvolvidas por inúmeras startups, fabricantes de aviões ou marcas de automóveis, porém ainda existe um caminho considerável a percorrer até conseguirem atingir desempenhos lucrativos. (“O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado”, [s.d.]

## **2.5 EMPRESAS ENVOLVIDAS**

Hyundai em 2019 criou uma divisão exclusiva para a mobilidade aérea, liderada pelo ex - engenheiro da NASA Jaiwon Shin. Os seus táxis aéreos, movidos a bateria elétrica, estão projetadas para cinco a seis passageiros, porém a marca sul-coreana também espera desenvolver para transporte de carga comercial. A empresa acredita que possa desenvolver um ecossistema de serviços em torno

dos veículos voadores, e já foi anunciado uma parceria com a Uber, lançando juntos um modelo apresentado em janeiro no Consumer Electronics Show, em Las Vegas. (“Hyundai quer produzir carros voadores e terá ajuda de ex-NASA”, 2019)

Outra empresa concorrente no mercado é a Embraer. A fabricante de aviões comerciais, sediada em São Paulo, recebeu uma encomenda para entregar até 2026 duas centenas de veículos eVTOL à Halo, empresa que fornece serviços aéreos nos EUA e Reino Unido. Em relação ao mercado brasileiro, este negócio foi fechado pela Eve, spin-off da companhia brasileira criado para desenvolver o carro voador que se quer tornar líder mundial na indústria de mobilidade aérea urbana. (“EmbraerX and Airservices Australia release Concept of Operations for Urban Air Mobility - Airservices”, [s.d.]

A britânica Virgin Atlantic, se juntou com à Vertical Aerospace, sediada em Bristol, para apresentar no ano passado (2021), a nave VA-X4, que possui características mais silenciosas do que um helicóptero, que possui 15 metros e será capaz de transportar quatro passageiros e um piloto a 160 km/h de e para lugares previamente determinados, como por exemplo, do topo de um edifício em Cambridge para o aeroporto de Heathrow, em Londres. (“EmbraerX revela novo conceito de veículo voador para a mobilidade aérea urbana do futuro - Poder Aéreo – Aviação, Forças Aéreas, Indústria Aeroespacial e de Defesa”, [s.d.]

A empresa alemã Volocopter, surpreendeu o mundo, quando em final de junho de 2021 realizou o primeiro voo do seu táxi aéreo no aeroporto de Bourget, na França. O voo contou com 500 metros em três minutos e têm um plano de ter o primeiro serviço operacional pronto para as Olimpíadas de Paris em 2024. A aeronave contém algumas semelhanças a um pequeno helicóptero, com capacidade de dois passageiros, além da bagageira, e faz parte de um pacote mais amplo de serviços que a empresa que começar a prestar na região francesa (“França testa táxis aéreos elétricos a serem usados nas Olimpíadas de Paris 2024”, [s.d.]

### **3 INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA**

Com a mobilidade aérea avançada se tornando uma realidade cada vez mais recente, os operadores aeroportuários precisam avaliar a real oportunidade de integrá-la em seu planejamento o mais breve possível. (“O setor da aviação e a crise pandémica”, 2021)

Com a pandemia causada pelo novo coronavírus (COVID-19), o setor de aviação global nos últimos dois anos foi fortemente impactado e com isso o número de passageiros programados embarcados em aviões caiu de cerca de 9,1 bilhões para 3,6 bilhões de 2019 a 2020, totalizando uma queda de 61%, isso equivalente a receitas dos aeroportos foram de US\$129 bilhões abaixo da previsão pré-COVID-19, com uma redução estimada de cerca de US\$ 110 bilhões em receitas em comparação



com a previsão pré-COVID-19. Todos estes impactos formam fatores determinantes para implantação repentina de protocolos de segurança rigorosos para proteger passageiros e tribulação em geral. Em meio a este novo desafio, o tempo para planejar operações futuras foi reduzido, sendo assim, um mercado incerto com grandes desafios futuros. (“O setor da aviação e a crise pandêmica”, 2021)

Embora ainda existem dificuldades em se adaptar a nova realidade, os operadores aeroportuários enfrentam um novo desafio: a necessidade de integrar uma nova gama de veículos aéreos tripulados e não tripulados em suas operações e a infraestrutura, incluindo aeronaves convencionais movidas a bateria ou hidrogênio, drones para tarefas de movimentação de cargas, vigilância aérea, ou até mesmo combate a incêndios, e mobilidade aérea avançada de passageiros (AAM), alavancando aeronaves elétricas de decolagem e aterrissagem vertical (Evtol). (“O setor da aviação e a crise pandêmica”, 2021)

O crescimento significativo do AAM de passageiros que envolvem aeronaves menores (em geral de dois a sete assentos) e um alcance regional variando de algumas dezenas a algumas centenas de milhas, assim como as aeronaves de passageiros AAM que podem decolar e pousar verticalmente sem a necessidade de uma pista tradicional, inicialmente exigirão pilotos. Em um futuro, no entanto, voos autônomos podem ser possíveis. Estas aeronaves serão uma opção mais rápida e sustentável para os viajantes, pois serão movidas a eletricidade ou hidrogênio, porém exigirão também uma nova infraestrutura e mudarão os fluxos de passageiros de longa data. (“O setor da aviação e a crise pandêmica”, 2021)

O banco de dados AAM (mobilidade aérea avançada) possui uma lista de 250 projetos ativos em todo o mundo, com mais de US\$ 11 bilhões em investimentos divulgados nos últimos cinco anos e mais de 5.000 funcionários globalmente em agosto de 2021. Investidores, incluindo fundos de capital de risco, empresas de aquisição de propósito específico (SPACs), indivíduos de alto patrimônio líquido e líderes globais nas indústrias aeroespacial e automotiva estão apoiando startups especializadas, e vários protótipos em escala real e estão em fase de testes para voos. Em um contexto global, o trabalho está em andamento para adaptar as estruturas regulatórias e obter aceitação pública. (“O setor da aviação e a crise pandêmica”, 2021)

A alta velocidade e abrangência em relação a estes desenvolvimentos fazem da integração da AAM uma questão bastante relevante para os aeroportos. Proprietários e operadores devem começar a planejar este modo de transporte emergente, considerando o longo prazo para a construção de infraestrutura e todas as mudanças necessárias. (“O setor da aviação e a crise pandêmica”, 2021)

Os aeroportos são alvos iniciais no que diz respeito a mais de dois terços das 25 maiores empresas de AAM, devido que a economia é um fator bastante atraente devido à alta demanda agregada de conexões de última milha, além de algumas das infraestruturas básicas que já estão

instaladas, tanto na terra como em ar, os operadores aeroportuários possuem competências e experiência necessárias para gerir as instalações. Por fim, os voos da AAM, podem economizar de 40% a 60% do tempo gasto viajando para aeroportos em transporte terrestre dentro e fora dos limites da cidade. (“O setor da aviação e a crise pandémica”, 2021)

Os principais casos de uso para os voos AAM envolvem o transporte entre um aeroporto central e vertiports nos centros das cidades ou na área de captação mais ampla, ou entre um aeroporto central e locais de pouso AAM em aeroportos regionais menores. A facilidade de implementação desses casos de uso varia de acordo com a complexidade da mesma. Por exemplo, uma conexão AAM ligando um aeroporto a um vertiporto da cidade pode ser mais difícil de alcançar devido ao tempo, complexidade, e custo de desenvolvimento da infraestrutura do centro da cidade. Vôos para vertiports em uma área de captação suburbana e rural mais ampla, embora com menor demanda, podem ser mais fáceis de estabelecer e podem assim diminuir os tempos de viagem. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Estes casos citados acima, são exemplos de como os aeroportos integrem conexões AAM em sua infraestrutura, investimento e planeamento de negócios. Cada situação exige desafios distintos, impossibilitando uma abordagem única. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Como exemplo em áreas urbanas grandes e densamente povoadas, como Londres, Los Angeles, e Mumbai, deverão exigir redes de até 30 vertiports ou locais de pouso AAM em pequenos aeroportos. Mesmo áreas urbanas de médio porte, como Atlanta e Düsseldorf, podem precisar de até 20. Estas instalações podem oferecer uma gama de serviços semelhantes aos encontrados nos aeroportos atuais, como instalações de processamento de passageiros, áreas de espera e manuseio de aeronaves e áreas de manutenção. Estes aeroportos “satélite” podem reduzir ainda mais o tempo de viagem porta a porta e melhorar a experiência do viajante. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Os vertiports AAM podem servir como extensões físicas dos aeroportos existentes, fornecendo uma porta de entrada para voos com origem no centro das cidades. Os operadores aeroportuários podem estar bem-posicionados para gerenciar os vertiports, pois já possuem a maioria da capacidade necessária e assim podem capturar e aplicar os mesmos conceitos com suas operações tradicionais. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Os aeroportos podem gerar novas receitas com a inclusão de operação dos AAM, sendo que alguns negócios seriam oriundos de passageiros existentes que preferem AAM a outros tipos de transportes de curta distância, principalmente do fato de reduzir o tempo porta a porta. Ou então,

alguns passageiros podem realizar viagens extras por conta da maior comodidade. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Uma hipótese seria de os aeroportos cobrarem taxas de pouso aos operadores de AAM, da mesma forma que cobram taxas às companhias aéreas. Assim como, podem fornecer serviços adicionais por uma taxa, como infraestrutura de cobrança ou serviço de solo. Além disso, o novo tráfego de passageiros aumentaria as receitas de carona, taxas de táxi, estacionamento, e aluguel de carros diminuiriam, porém o saldo geral permaneceria positivo. Uma estimativa é que um aeroporto hipotético que atende 45 milhões de passageiros por ano, incluindo a implementação do sistema do AAM, sua receita aumentará cerca de 5%, e aumentaria o número de passageiros em cerca de 1%. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Terminais de aeroportos e projetos de expansão terrestre são empreendimento complexos e que envolvem muito questão financeira. Para que uma nova infraestrutura seja implementada, é preciso o alinhamento entre várias partes interessadas, assim como, avaliações ambientais intensas, estudos de viabilidade e muito estudo de planejamento, avaliação e consulta antes do início da construção. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Com as primeiras rotas comerciais de AAM prevista para os próximos anos, os aeroportos devem integrar estas rotas em seus planos de médio prazo para torná-las à prova do futuro. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]



Figura 2.1- Integração AAM em plano diretores de um aeroporto. Fonte: [McKinsey, 2021]

Na figura 2.1 acima, podemos salientar alguns dos fatores relevantes para integrar todo o sistema operacional que o AAM exige em um aeroporto, como por exemplo a integração avançada da mobilidade AAM no espaço aéreo, a colaboração nos serviços públicos para o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento, planejar a localização dos locais do pouso do AAM com antecedência, integrar o pouso do AAM com os terminais em operação, e desenvolver satélites para

aumentar a atratividade do ecossistema. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Os desafios são muitos, como por exemplo a exigência de procedimentos específicos de controle de tráfego aéreo (ATC) que são independentes das operações de pista padrão. As características de desempenho do AAM ainda não são suficientemente claras para produzir especificações para o planejamento do espaço aéreo. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Em relação ao espaço em terra, os proprietários e operadores de aeroportos devem planejar a localização dos locais de pouso da AAM com antecedência, pois exigirão de um a três acres de terra. Existindo a possibilidade das instalações forem idealmente integradas aos terminais já existentes ou se os aeroportos devem investir em e criar seus próprios vertiportos satélites para ampliar seu alcance, e assim planejar e desenvolvê-las. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Por fim, os aeroportos precisarão desenvolver toda a infraestrutura necessária para permitir o carregamento elétrico de alta potência ultrarrápido e disponibilizar o reabastecimento de hidrogênio. Muitos aeroportos ao redor do mundo estão trabalhando para eletrificar equipamentos de serviço em terra, como tratores pushback, caminhões de abastecimento de aeronaves e carregadores de bagagem. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

### 3.1 CENÁRIOS ATUAIS

Entre dos 50 principais aeroportos que atualmente realizam expansões significativas de terminais e aeródromos, declararam que estão considerando infraestrutura para casos de uso de passageiros AAM. Embora projetar para um futuro incerto é bastante complexo, os aeroportos que hesitam em agir agora, podem se colocar em desvantagem competitiva e podem eventualmente ter que gastar mais com infraestrutura e outras mudanças ou arriscando e perdendo oportunidades. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

O histórico de mudanças com a infraestrutura aeroportuária, mostra que a inovação é fator chave para uma adaptação de sucesso. Além de explorar o AAM, os aeroportos devem investigar oportunidades de carga, pois os casos de uso nessa área podem ganhar mais espaço conforme o tempo passa. A AAM de carga também pode ser um setor com forte influência no setor de AAM de passageiros (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

### 3.2 DIFERENTES MODELOS DE NEGÓCIOS

Os operadores aeroportuários devem definir sua abordagem em relação a adaptação do AAM, e deverão criar um modelo de negócios baseados em alguns conceitos relevantes como por exemplo: (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

- Leve toque: Um modelo que se concentra em redirecionar ativos existentes, como terminais de aviação executiva, implementar o carregamento elétrico, planejar uma infraestrutura de hidrogênio ou criar uma infraestrutura para acomodar voos AAM. Quando a demanda crescer, os aeroportos devem investir em ativos maiores. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

- Investimento dedicado: Este modelo tem como conceito em que os aeroportos reservariam terrenos e forneceriam o carregamento elétrico, a infraestrutura de hidrogênio para os terminais AAM. Também desenvolveriam planos para integrar os viajantes AAM no fluxo de passageiros através das instalações dos aeroportos. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

- Apostando na AAM: Além de fazer investimentos dedicados nas instalações existentes, este modelo exige que os aeroportos co-desenvolvam e/ou operem vertiportos em sua área de captação, seja como empresa própria ou como serviços a terceiros. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

### 3.3 PROCESSO DE PLANEAMENTO BASEADO EM CO-DESENVOLVIMENTO

Para a nova adaptação dos aeroportos com a implantação dos AAM, os aeroportos podem adotar uma abordagem cooperativa e em etapas. Como sugestão o primeiro passo seria envolver a marcação de locais, e a criação de projetos conceituais para locais de pouso de AAM em suas instalações. À medida que os operadores aeroportuários tenham acesso a dados de desempenhos 11 mais especializados, assim como a percepção dos conceitos operacionais, ficará mais viável criar projetos e especificações mais detalhadas. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Outra colaboração válida, é a discussão, diante do “brainstorming” da união de aeroportos com OEMs (“Original Equipment Manufacturer”) e reguladores sobre o desempenho futuro e os requisitos necessários para a infraestrutura dos veículos AAM. Os aeroportos podem e devem criar estratégias e planejar o desafio de desenvolver um local de pouso de AAM que possa acomodar fornecedores de AAM com diferentes dimensões de veículos, conceitos de operações terrestres, e

requisitos de carregamento ou troca de bateria. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

Por fim, os aeroportos precisam obter as autoridades ATC (“Air Traffic Control”), com o objetivo de reescrever as regras relativas ao espaço aéreo em torno dos aeroportos, pois nos últimos 50 anos os aeroportos sempre operaram dentro de zonas de controle restrito, e isso deverá mudar à medida que a AAM ganha espaço neste setor. (“Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey”, [s.d.]

## 4 ESTUDO COMPARADO

A seguir serão apresentadas diferentes exemplo de abordagens e estudos de casos distintos, cada um localizada em uma posição geográfica totalmente diferente. O primeiro estudo de caso a ser apresentado é análise bastante interessante e completa, em um caso de implementação da UAM na Grécia, onde a pesquisa possui uma abordagem metodológica das possíveis identificações de recrutamento de Stakeholders, ou seja, das partes interessas nesta etapa de implementação da UAM no espaço aéreo grego, além de elementos para uma proposta de análise SWAT, e diversos conhecimentos específicos que trazem riqueza e um maior entendimento e casos concretos do tema pesquisado neste artigo. O segundo estudo comparado ilustrado neste artigo é o caso de uma análise exploratória da implementação da UAM em Munique, Paris e São Francisco.

### 4.1 STAKEHOLDERS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DA UAM NO ESPAÇO AÉREO GREGO

O objetivo principal da pesquisa abordada, é capturar os pontos de vista e insights das partes interessas sobre os diferentes temas relacionados à implementação da UAM. A coleta de dados foi realizada por meio de inquéritos, com meios flexíveis para a aquisição de dados qualitativos e quantitativos. Os levantamentos foram realizados em duas fases distintas, sendo a primeira a coleta de dados de especialistas de diferentes regiões geográficas. Em um primeiro momento, o estudo envolveu stakeholders internacionais que estão ativamente envolvidos e possuem expertise no assunto UAM. E em uma segunda etapa, o estudo apresentou na coleta de dados de especialistas gregos para explorar ainda mais a fundo a possível implementação da UAM na Grécia. Os questionários incluíram perguntas abertas e fechadas, permitindo que os especialistas expressassem livremente sua opinião.

**Na figura 3** abaixo, estão representadas as diferentes fases de estudos, com seus respectivos

objetivos, e as questões da pesquisa utilizada, respectivamente. (“Sustainability | Free Full-Text | A New Mobility Era: Stakeholders’ Insights regarding Urban Air Mobility | HTML”, [s.d.]



**FIGURA 3** – Abordagem Metodológica- estudo de caso Stakeholders sobre a implementação da UAM no espaço aéreo grego- FONTE: (“Sustainability | Free Full-Text | A New Mobility Era: Stakeholders’ Insights regarding Urban Air Mobility | HTML”, [s.d.]

#### 4.1.2 ANÁLISE SWOT

Com base nas respostas das partes interessadas foi possível realizar uma análise SWOT, ou seja, analisar e caracterizar os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças dos elementos da UAM. Os elementos UAM foram agrupados nas categorias de aspectos ambientais, aspectos socioeconômicos, características do veículo e questões de transporte. Na tabela 4 abaixo, está ilustrado esta análise, sendo os pontos representados pelo número de respostas dos participantes, quanto mais largo o ponto mais respostas, além também do número de respostas indicado entre parênteses ao lado do ponto. (“Sustainability | Free Full-Text | A New Mobility Era: Stakeholders’ Insights regarding Urban Air Mobility | HTML”, [s.d.]

#### 4.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA IMPLEMENTAÇÃO DA UAM EM MUNIQUE, PARIS E SÃO FRANCISCO

A proliferação do transporte aéreo urbano de passageiros pode ser estimulada oriunda do surgimento da propulsão eletrificada e distribuída para veículos aéreos. Os fabricantes destes novos veículos, capazes de decolagem e pouso vertical movidos a energia elétrica, os eVTOLs, como já citado prometem menos ruído e menores emissões de gases do efeito estufa, bem como uma operação mais barata e segura quando comparado aos helicópteros convencionais. Neste contexto, a

disseminação e o uso da mobilidade aérea urbana, UAM, neste estudo de caso apresentado irá ser entendida como um transporte aéreo de passageiros sob demanda por meio de voos eVTOL de curto alcance, de para e/ou dentro de áreas urbanas, áreas estas que operam a partir de estações eVTOL dedicadas das quais os passageiros são obrigados a acessar e sair. (ROTHFELD et al., 2021)

Como exemplo existem alguns dos serviços de transporte de passageiros por helicóptero como a New York Airways, operando entre 1949 e 1979 em Nova York, e a Voom da Airbus que oferece transportes de helicópteros sob demanda em São Paulo, área da baía de São Francisco e Cidade do México de 2016 encerrando suas operações em março de 2020. Os serviços de helicóptero comercial têm como característica ser um modal com um custo bastante elevado e situacional. Atualmente, o principal benefício dos serviços de transporte por helicóptero são os tempos de viagens curtos que geralmente não são afetados pelo congestionamento de tráfego terrestre convencional. (ROTHFELD et al., 2021).

## **5 DISCUSSÃO**

A pesquisa e o interesse no UAM cresceram exponencialmente nos últimos cinco anos, mas permanecem questões significativas sobre se o UAM se tornará a próxima tecnologia disruptiva no transporte urbano. Como visto na meta-análise das publicações da UAM, grande parte da ênfase até o momento foi focada em questões fundamentais. Como projetamos uma aeronave eVTOL? Como podemos criar baterias mais densas em energia para apoiar as missões eVTOL? Como projetamos o espaço aéreo para que operações eVTOL de alto volume possam ocorrer simultaneamente com operações comerciais? Haverá demanda por um serviço de táxi aéreo eVTOL e, em caso afirmativo, quais casos de negócios fazem mais sentido – deslocamento, ônibus de negócios para um aeroporto ou outros fins de viagem?

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para que a UAM seja uma alternativa viável aos modos de transporte terrestre, a importância do número e distribuição das estações UAM não pode ser exagerada. A potencial da UAM para redução do tempo de viagem, depende da acessibilidade dos pontos de entrada e saída do sistema, ou seja, das estações da UAM.

Como este tema é totalmente inovador, a implementação da UAM está em seus estágios iniciais, com a conformidade regulatória e legal de diversos aspectos do UAM, sendo estes um dos principais desafios da implementação deste mercado. Padrões de certificação e integração comunitária são alguns dos novos desafios que ainda precisam ser superados para o estabelecimento do mercado da



UAM e de sua ampla utilização. Este artigo oferece informações para futuros progressos e acompanhamento dos avanços tecnológicos, enquanto, ressalta ainda a importância de órgãos públicos que devem concentrar em aumentas a conscientização pública e máxima a aceitação social.

## REFERÊNCIAS

**EmbraerX and Airservices Australia release Concept of Operations for Urban Air Mobility - Airservices.** Disponível em: <<https://www.airservicesaustralia.com/embraerx-and-airservices-australia-release-concept-of-operations-for-urban-air-mobility/>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

**EmbraerX revela novo conceito de veículo voador para a mobilidade aérea urbana do futuro - Poder Aéreo – Aviação, Forças Aéreas, Indústria Aeroespacial e de Defesa.** Disponível em: <<https://www.aereo.jor.br/2019/06/11/embraerx-revela-novo-conceito-de-veiculo-voador-para-a-mobilidade-aerea-urbana-do-futuro/>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

**Final approach: How airports can prepare for advanced air mobility | McKinsey.** Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/final-approach-how-airports-can-prepare-for-advanced-air-mobility>>. Acesso em: 5 abr. 2022.

**França testa táxis aéreos elétricos a serem usados nas Olimpíadas de Paris 2024.** Disponível em: <<http://portuguese.people.com.cn/n3/2021/0622/c309810-9863752.html>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

**Hyundai quer produzir carros voadores e terá ajuda de ex-NASA. Blog do Valente,** 4 out. 2019. Disponível em: <<https://blogdovalente.com.br/tecnologia/2019/10/hyundai-quer-produzir-carros-voadores-e-tera-ajuda-de-ex-nasa/>>. Acesso em: 19 mar. 2022

**O que é o eVTOL: entenda o conceito de táxi aéreo que vai mudar a mobilidade urbana | Mundo Conectado.** Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/artigos/v/21908/o-que-e-o-evtol-entenda-o-conceito-de-taxi-aereo-que-vai-mudar-a-mobilidade-urbana>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

**O setor da aviação e a crise pandêmica.** Disponível em: <<https://pt.euronews.com/next/2021/06/23/o-setor-da-aviacao-e-a-crise-pandemica>>. Acesso em: 18 maio. 2022.

ROTHFELD, R. et al. Potential Urban Air Mobility Travel Time Savings: An Exploratory Analysis of Munich, Paris, and San Francisco. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 2217, 19 fev. 2021.

**Sustainability | Free Full-Text | A New Mobility Era: Stakeholders’ Insights regarding Urban Air Mobility | HTML.** Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/3128/htm>>. Acesso em: 8 abr. 2022.

**Understanding the control characteristics of electric vertical take-off and landing (eVTOL) aircraft for urban air mobility - ScienceDirect.** Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1270963821006532>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer em primeiro lugar a Deus por nos permitir e conceder saúde durante a realização deste trabalho. Fazendo que com muita determinação pudéssemos alcançar nossos objetivos durante esses anos de estudo.

Aos nossos familiares, professores, orientadores, e amigos por todo apoio e todos aquele que contribuíram de alguma forma durante o desenvolvimento do nosso trabalho.

Não poderíamos deixar de agradecer também a nossa instituição de ensino, a Universidade Presbiteriana Mackenzie, essencial neste nosso processo de formação profissional, por nos oferecer sua estrutura acadêmica e nos proporcionar todo o aprendizado ao longo dos anos do curso. Em que mesmo nesse momento atípico e difícil que a humanidade está passando, onde todos nós tivemos de nos reinventar, através do ensino à distância, ainda assim nos deu suporte para que as reuniões pudessem ocorrer mesmo que de forma virtual.