



CAPÍTULO 1

LEVANTAMENTO DE INFORMATIVOS SOBRE VERTIPORTOS PARA ATENDIMENTO À MOBILIDADE URBANA AÉREA (MUA) COM VEÍCULOS EVTOL

Celia de Lima Pizolato

Fatec Guarulhos

Carlos Alberto Diniz Grotta

"In Memoriam"

Fatec Guarulhos

Marco Antonio Souto Pasta Teberges

Fatec Guarulhos

Edna Araújo Santos da Silva

Fatec Guarulhos

RESUMO: Em virtude dos graves problemas enfrentados pela mobilidade urbana, principalmente de grandes cidades ao redor do mundo, como em virtude das grandes distâncias e dos constantes congestionamentos, surge um novo modal de transporte urbano, neste caso o aéreo, utilizando para isto veículos de pouso e decolagem vertical, conhecidos pela sigla EVTOL. Estes veículos, por serem elétricos, funcionando com bateria, tem ainda o benefício de não serem poluentes, o que é ainda mais propício para as áreas urbanas. Porém, sendo aéreo, estes veículos EVTOL vão precisar de terminais para realizarem, além de pouso e decolagem, o processamento de passageiros e carga, além do tratamento para os veículos. Tudo isto com máxima segurança, como é usual no padrão do modal aéreo. O intuito deste trabalho é levantar informativos de como estes vertiportos estão sendo estudados e testados no mundo. Para isto, esta pesquisa, de cunho exploratório, utilizou 20 informes de empresas conceituadas na área, a fim analisarmos se pode haver alguma previsibilidade de tendência a uma generalização de tipos de vertiportos ou se, no momento presente, ainda não há uma definição clara do modelo a seguir.

PALAVRAS-CHAVE: Vertiporto; Mobilidade Urbana Aérea (MUA); EVTOL.

Survey of information on Vertiports to serve Urban Air Mobility (MUA) with EVTOL vehicles

ABSTRACT: Due to the serious problems faced by urban mobility, especially in large cities around the world, such as long distances and constant traffic jams, a new mode of urban transportation has emerged, in this case air transportation, using vertical takeoff and landing vehicles, known by the acronym EVTOL. These vehicles, being electric and battery-powered, also have the benefit of being non-polluting, which is even more suitable for urban areas. However, being air transportation, these EVTOL vehicles will need terminals to perform, in addition to landing and takeoff, the processing of passengers and cargo, as well as the treatment of vehicles. All of this with maximum safety, as is usual in the air transportation standard. The purpose of this work is to gather information on how these vertiports are being studied and tested around the world. To this end, this exploratory research used 20 reports from reputable companies in the area, in order to analyze whether there may be any predictability of a trend towards a generalization of types of vertiports or whether, at the present time, there is still no clear definition of the model to follow.

KEYWORDS: Vertiport; Urban Air Mobility (MUA); EVTOL.

INTRODUÇÃO

Vertiporto é a denominação dos terminais que servirão para atender, ao menos, o embarque e desembarque de passageiros que utilizarão os veículos que operam como EVTOLs (Eletric Vertical Take-Off and Landing) - veículos elétricos de Pouso e Decolagem Vertical. Estes veículos, por suas características, estão sendo desenvolvidos com o objetivo de se inserirem na modalidade de Mobilidade Urbana Aérea – MUA (UAM – Urban Air Mobility), ou seja, atenderão as viagens inseridas no contexto das áreas urbanas (TANG et al., 2021), apesar de também se vislumbrar um atendimento para a MAA – Mobilidade Avançada Aérea (Advanced Air Mobility - AAM), ou seja, extrapolando áreas urbanas, de alcance relativamente maior, mas ainda, assim, limitado.

Estes veículos voadores elétricos ainda estão em fase de desenvolvimento, apesar de alguns modelos já estarem operando, ainda que ainda de forma praticamente experimental, sob controle bastante rígido e de operação limitada. O desenvolvimento atual prevê uma capacidade restrita a menos de 10 passageiros, autonomia em torno de 100km e dirigibilidade automática (telecomando). O tipo de serviço que o veículo EVTOL atenderá poderá ser privado, público ou uma forma híbrida, como o serviço hoje realizado por plataformas como a UBER (Rothfeld et al., 2021).

Para a bem-sucedida atuação do EVTOL (Zhang et al., 2024), porém, há a necessidade de uma estrutura de apoio em terra, representada por terminais que deverão atender, pelo menos, as condições necessárias de pouso/decolagem, com embarque e desembarque de passageiros. A depender, também, da estrutura exigida para serviços de suporte à aeronave, pode-se acrescentar instalação para carregamento para as baterias elétricas, serviços associados ao procedimento aeroportuário de passageiros, manutenção de aeronaves, estacionamentos, gerenciamento de tráfego aéreo, etc.

Desta forma, a complexidade das instalações pode variar das mais básicas e simples (apenas atender pouso/decolagem), às mais complexas e diversas (mais variados serviços às aeronaves, passageiros e/ou carga), sendo no primeiro caso representado por pontos de apoio, os denominados Vertipontos (em geral atendendo a pousos isolados e não-regulares), e nos casos mais complexos, os Vertiportos (Unverricht et al., 2020), que podem atuar com mais de um procedimento de pouso e decolagem simultâneos de forma regular, constante, ininterrupta.

OBJETIVOS

Em vista ainda do incipiente processo de operação destes veículos, o objetivo principal deste trabalho é analisar, através dos informativos disponíveis sobre o tema, quais concepções de Vertiportos estão sendo projetadas. A partir disto, como objetivos secundários, buscaremos levantar quais características podem servir de base para uma definição ou generalização, ainda que em base embrionária, destes terminais aeroportuários. Ou seja, como poderemos categorizar os Vertiportos com base nos estudos hoje em evidência, e de sua fase ainda evolutiva de operação, para atuarem na MUA, de forma a melhor atender a demanda por este modo de transporte.

Assim, utilizaremos cinco categorias de análise para podermos traçar um panorama mais conciso sobre a concepção dos Vertiportos na atualidade. Estas categorias versam sobre: 1. Localização dos Vertiportos; 2. Data da Publicação dos informativos; 3. Natureza do Vertiporto e do serviço de voo; 4. Infraestrutura e Sustentabilidade em Vertiportos; 5. Início da Operação das Atividades. Sobre estes aspectos, tentaremos direcionar nossa análise para uma determinação mais concisa sobre o cenário atual da MUA.

IMPORTÂNCIA

A operação de veículos EVTOL para atendimento das demandas de MUA são amplamente aguardadas, considerando que os problemas de mobilidade urbana têm se agravado continuamente, com demandas cada vez maiores, repercutindo

custos maiores e perda da qualidade de atendimento, principalmente no tocante ao tempo dispendido nos deslocamentos.

Por ser a Mobilidade Urbana (UM) uma condicionante e determinante da economia e do desenvolvimento social de uma cidade, ou de uma determinada região, problemas referentes aos deslocamentos internos podem causar perdas na qualidade de vida, com impactos ambientais severos, extrapolando para a vida econômica e degradação do espaço construído (United Nation Economic Commission for Europe, 2020).

Para que o desenvolvimento econômico e social urbano seja mantido, o sistema de circulação urbana precisa se manter em bom nível de desempenho, sob pena de impactar severamente seu ambiente, com custos sociais e econômicos que podem extrapolar os ganhos da própria atividade, inviabilizando, desta forma, a própria prestação do serviço. Mas, para que o sistema de circulação possa continuar a funcionar em proveito da sociedade, é preciso desafogar os pontos críticos do sistema, os gargalos, que podem prejudicar ou mesmo paralisar todo o sistema de circulação urbano.

Assim, a MUA (Cohen et al., 2021) é uma oportunidade altamente positiva, se bem regulada, para trazer benefícios ainda maiores para a cidade, além de, a priori, evitar a piora (até o ponto de colapso, de total estagnação) do sistema de circulação, cuja tendência de agravamento vem se mostrando de forma contínua e ininterrupta.

Portanto, aliviar o sistema de circulação urbana, aumentando a sua fluidez, vazão, atuando tanto sobre a capacidade quanto sobre a velocidade, melhorando de forma contumaz a qualidade do transporte, é a grande vantagem a ser propiciada pelo sistema de MUA, a ser promovido pelos veículos EVTOL e pelos Vertiportos (Murça, 2021).

Assim, o objetivo principal deste trabalho, é o de buscar estudar e analisar os modelos e iniciativas atualmente espalhadas pelo mundo de Vertiporto para melhor entender o seu funcionamento, e o que se projeta em termos de sua operação para operação com os veículos EVTOL.

METODOLOGIA

A metodologia aqui empregada se trata de pesquisa exploratória sobre o tema. Com base no levantamento de 20 informes de fontes especializadas em questões aeroportuárias, buscamos compilar as principais características projetadas, instaladas, ou em instalação, deste modelo de aeroporto para atendimento à UAM ou AAM.

Tabulou-se as principais características destes vertiportos, com o intuito de buscar salientar quais são os aspectos que mais coincidem, mas igualmente aqueles que mais

divergem em relação a suas configurações básicas e necessidades de infraestrutura e de apoio para o funcionamento dos veículos EVTOL.

De todos os informes pesquisados, foram descartados os que tratavam apenas de aspectos básicos sobre o que se trata conceitos como UAM, AAM, Vertiporto e EVTOL, tratando apenas de características gerais, sem aplicação que envolva aspectos de projeto, seja em estudo, em execução ou experimentação. Ao todo, pesquisamos em 27 informes sobre Vertiportos. Porém, para efeito de estudo e tabulação neste trabalho, só selecionamos 20, pois os demais apresentavam informações básicas sobre o Sistema de EVTOL-Vertiporto, ao passo que, para este estudo, desejamos avaliar aplicações ou projetos de instalação de vertiportos, considerando suas características de operação, configuração e princípios envolvidos no projeto. Além disto, preferimos os informes que constem, ao menos, com serviço de UAM, e não somente com AAM como ocorreu em 2 informes.

Os informes aqui utilizados foram obtidos através de *newsletters* recebidas pelos autores deste trabalho a partir de 2023 até o momento, principalmente dos sites de informativos. Para efeito de estudo, dividimos o tema em 6 tópicos a serem avaliados pelas características encontradas. São eles: Sustentabilidade; Tipo de serviço prestado; Aeronave; Aeronave atuante; Infraestrutura existente; Início de Operação.

O tema dos trabalhos referenciados foram:

| TÍTULO DO INFORME | Autor/Fonte/Data de Publicação |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1. Como a VertiMob planeja implantar vertiportos em São Paulo | Gustavo Ribeiro/ MundoGeo/ 29 Julho de 2024 |
| 2. Vertiportos: os novos hubs para mobilidade aérea | incide engineering / incide engineering/ sine data |
| 3. Vertiportos e sustentabilidade | Tom Batchelor/ Airports Internacional/ 22 Março de 2024 |
| 4. AECOM e Ferrovial Vertiports avançam na infraestrutura de vertiportos de carbono zero na Flórida por meio da estrutura de seleção de locais. | AECOM/ AECOM/ 20 Setembro de 2022 |
| 5. Primeiro táxi Aéreo em Escala Completa do Mundo VoloPort Revelado em Singapura | Volocopter/ Volocopter/ 21 OUTUBRO DE 2019 |
| 6. Air One: The world's first Urban-Air Port for Advanced Air Mobility | Urban-Air Port/ Urban-Air Port/ 29 ABRIL de 2022 |
| 7. Vertiportos, gerenciamento de tráfego aéreo e requisitos de infraestrutura para aeronaves eVTOL | Jessica Reed/ AVIONICS INTERNATIONAL/ sine data |
| 8. Planos Avançados de Mobilidade Aérea para Vertiportos | Teresa Badejo/ NASA/ 25 ABRIL DE 2022 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 9. EUA publicam padrões de design de vertiportos para os eVTOLs | Marcel Cardoso/ Aero Magazine/ 28 Setembro de 2022 |
| 10. Skyports recebe sinal verde para o primeiro vertiporto do Reino Unido | Noé Bonevizer/ Airport Technology/ 21 Agosto de 2024 |
| 11. Heliporto / Vertiporto de Dallas CBD | Dallas Executive Airport/ Dallas Executive Airport/ sine data |
| 12. Construindo cidades Vertiport | CAT HOFACKER & ALYSSA TOMLINSON/ Agosto de 2021 |
| 13. Como serão os aeroportos do futuro? | Avantto/ Avantto/ 24 Agosto de 2022 |
| 14. França autoriza vertiporto no rio Sena para voos de eVTOL | MundoGEO/ MundoGEO/ 10 Julho de 2024 |
| 15. A FUTURA REDE DE VERTIPORTOS DE QUEBEC | Vertiko Mobilité/ Vertiko Mobilité/ sine data |
| 16. EHang lança centro de experiência de mobilidade aérea inteligente 5 G como ponto de operação AAV em Guangzhou | Izan/ Ehang/ |
| 17. Dubai limpa Castelo Aéreo para desenvolver Vertiportos | CARLOS ALCOCK/ AIR ONLINE/ 25 Julho de 2024. |
| 18. Wisk Aero e Houston Airports fazem parceria para trazer táxis aéreos autônomos para a região metropolitana de Houston. | Wisk Aero/ Wisk Aero/ 17 junho de 2024 |
| 19. Conceitos Vertiport: sete abordagens diferentes para áreas de decolagem e pouso de mobilidade aérea urbana | Philip Butterworth-Hayes/ URBANAIR MOBILITY/ 28 Abril de 2023 |
| 20. Archer divulga sua primeira rede de rotas eVTOL na Califórnia | Fernando Valduga/ CAVOK/ 21 Junho de 2024 |

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA – COMPILAÇÃO DOS INFORMATIVOS

Com base nos 20 registros processados, realizamos a seguinte tabulação de dados e sua respectiva análise.

1. Localização dos Vertiportos: Houve informes específicos sobre cada uma destas cidades/regiões: São José dos Campos (Brasil); Vale do Pó (Itália); Flórida (EUA); Singapura; Coventry (Reino Unido); Bicester (Reino Unido); Dallas (EUA); Miami-Orlando (EUA); Zhaoqing (China); Paris (França); Québec (Canadá); Guangzhou (China); Dubai (EAU); Houston (EUA); Hezhou (China); São Francisco (EUA). Porém, também houve menção a cidades com possibilidades de projetos de UAM, como: Roma (Itália), Los Angeles (EUA), Nova Iorque (EUA), Toronto (Canadá), Melbourne (Austrália).

Portanto, em relação aos países onde há menção nos informes/registros/publicações, específicas ou genéricas, se encontram:

| | | |
|-----------------|------------------|-------------------|
| EUA - 7 | 5. Canadá - 2 | 9. França - 1 |
| China - 3 | 6. Austrália - 1 | 10. Singapura - 1 |
| Reino Unido - 2 | 7. Brasil - 1 | |
| Itália - 2 | 8. EAU - 1 | |

No total, são 19 regiões metropolitanas (com uso para UAM) e 2 áreas geográficas mais amplas (Caso do Vale do Pó – Itália, e Miami-Orlando, na Flórida) referenciadas com AAM. Dos grandes países, apenas a Alemanha não apresenta nenhum projeto focado na UAM, apesar da Lilium ser uma fabricante de EVTOL, mas voltada para rotas mais longas.

DATA DA PUBLICAÇÃO:

As publicações foram levantadas para o período dos últimos 5 anos, a partir de 2019, com as seguintes datas: 2024-07; 2024-03; 2022-09; 2019-10; 2022-04; 2022-04; 2022-09; 2024-08; 2021-08; 2022-08; 2024-07; 2024-07; 2024-06; 2023-04; 2024-06; e 5 sem datas definidas. Semestralmente, tem-se a seguinte distribuição:

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2019 2ºS - 1 | 2021 1ºS | 2022 2ºS - 3 | 2024 1ºS - 3 |
| 2020 1ºS | 2021 2ºS - 1 | 2023 1ºS - 1 | 2024 2ºS - 4 |
| 2020 2ºS | 2022 1ºS - 2 | 2023 2ºS | |

Assim, percebe-se que as publicações se concentram mais a partir de 2022 (período pós-covid), em particular no presente ano de 2024.

As publicações, por sua vez, foram tiradas de:

- 1. e 14. Mundogeo - fundada em 1998, com o propósito de promover e gerar negócios nos setores de drones, eVTOLs, robótica móvel autônoma, espacial e geotecnologias. Pertence à Italian Exhibition Group (IEG).
- 2. Incide Engineering – criada em 1998, com sede em Pádua (Itália) e com filiais em outros países, empresa voltada para desenvolvimento de projetos, design, principalmente de terminais aeroportuários.
- 3. Airports International – maior portal do mundo focado em informes aeroportuários, desde 1968, agora com uma sessão exclusiva voltada à temática Vertiportos, com mais de 100 informes.

4. AECOM – empresa focada em infraestrutura buscando melhorar o acesso e a sustentabilidade do planeta. Fundação oficial em 1990, sendo que muitas das empresas predecessoras datam de mais de 120 anos.

5. Volocopter - empresa pioneira da mobilidade aérea urbana (UAM), de aviação totalmente elétrica e com as demais tecnologias integradas necessárias para sua operação. Mais 500 funcionários, mais de 2.000 voos de testes. Início em 2011. A Volo-City Aircraft tem sede em Bruchsal (Alemanha).

6. Urban-Air Port – empresa britânica, de infraestrutura terrestre, aérea e digital para transporte aéreo urbano sustentável, com missão de remover a maior restrição à UAM – infraestrutura terrestre – para criar um ecossistema de mobilidade com emissão zero que reduzirá o congestionamento e a poluição.

7. Avionics International – localizado em Rockville, Maryland, é responsável pela divulgação e conectividade de alguns dos maiores participantes da indústria aviônica.

8. Nasa - Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço é uma agência independente do governo federal dos EUA responsável pelo programa espacial civil, pesquisa aeronáutica e pesquisa espacial. Estabelecida em 1958.

9. Aero magazine: revista brasileira, física e digital, especializada no setor aéreo.

10. Airport Technology: revista britânica especializada no setor aeroportuário.

11. Dallas Executive Airport: operador privado do aeroporto executivo de Dallas, Texas.

12. Aerospace America: revista americana especializada no setor aeroespacial.

13. Avantto: empresa líder em locação de jatos executivos no Brasil.

15. Vertiko Mobilité: empresa canadense interessada no atendimento da mobilidade aérea urbana.

16. Ehang: empresa chinesa fabricante de EVTOL.

17. AIN Media Group: criada em Cincinnati (1972) especializada em informativos impressos e digitais, webinars e eventos especiais, como fonte de notícias em aviação civil e empresarial.

18. Wisky Aero: fabricante de aeronaves EVTOL.

19. URBANAIR MOBILITY: site britânico especializado em Mobilidade Urbana Aérea.

20. O Cavok Brasil: site especializado no mundo da aviação mundial, seja civil, militar ou desportiva.

Pelo levantamento acima, todas as fontes possuem um espectro de presença já consolidada no setor aéreo, algumas com renomada experiência no setor.

NATUREZA DO VERTIPORTO E DO SERVIÇO DE VOO

Aqui vamos apresentar, quando informado, qual a natureza do serviço prestado no vertiporto, se público ou privado. Também apresentaremos, quando possível, a natureza do serviço de operação do EVTOL (privado/ táxi aéreo (Táxi); público-regular). Em parênteses, a empresa dos Vertiportos ou dos EVTOLs utilizados.

| Tipo de Operação | Vertiporto | Voo (produtora do EVTOL) | Tipo de Operação | Vertiporto | Voo (produtora do EVTOL) |
|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1. | Privado (Vertimob) | Privado/ Táxi (EVE - Embraer) | 11. | Privado | Privado |
| 2. | Não informado | Não informado (Volo City - até 35km; e Flight One - 65km) | 12. | Privado | Táxi on demand - Uber Aéreo |
| 3. | Privado (Urban-Air Port) | Táxi on demand | 13. | Privado | Experimentação |
| 4. | Privado (Ferro-vial Airport) | Privado/Táxi | 14. | Público (aeroportos de Paris) | Privado (Volo-icopter) |
| 5. | Privado (Voloport) | Táxi (Volo-icopter) | 15. | Privado | Privado (frota diversificada) |
| 6. | Privado (Urban-Air Port - Air One) | Privado/Táxi | 16. | Privado (experimentação) | Experimentação (Ehang) |
| 7. | Privado (modelo de Heliportos) | Privado/Táxi (Volocopter, Lilium) | 17. | Privados e Público (Aerop. de Dubai) | Privado/ Táxi (Archer - Modelo Midnight, mais helicópteros) |
| 8. | Público e/ou Privado (usar aerop. e helip. existentes) | não informado | 18. | Terminais Privados em Aerop. Públicos (Houston Airports) | Privado/Táxi (Wisk Aero) |
| 9. | Não informado | Não informado | 19. | Privado | Experimentação (Ehang - AAVS Autonomous Aerial Vehicles) |
| 10. | Privado (Skyport) | Privado | 20. | Terminais Privados em Aeroportos Públicos (Califórnia) | Privado/ Táxi (Archer Midnight) |

Seguindo o padrão, quando o aeroporto é público, o serviço de transporte oferecido será público (regular ou não), privado ou táxi-aéreo. Já quando o aeroporto é privado, o serviço é privado e/ou táxi-aéreo somente, e não-regular. Assim, mesmo que alguns informes não tragam especificamente o tipo de serviço de transporte a ser realizado, seguimos o padrão acima, deduzindo o tipo de serviço de transporte. Ficam sem definição os serviços de transporte cujo vertiporto não possa ser definido como somente público ou somente privado e o informe não o identifique.

Muitos informes trazem a natureza do voo (como táxi-aéreo), porém, a maioria ainda se encontra em fase de testes.

Praticamente todos os vertiportos ainda estão em fase de testes, principalmente para desempenho do veículo, rota, operação do sistema. Porém, há vertiportos apenas de experimentação, ou seja, não há rotas para outro vertiporto, ficando o voo confinado neste vertiporto (origem e destino). Nos três casos chineses citados, todos os vertiportos servem de experimentação, se utilizando de topos de edifício para a localização dos vertiportos.

Ainda não há uma definição clara nos informes em relação à característica do serviço, se será de UAM, AAM ou ambos. Porém, observa-se que nas grandes regiões metropolitanas a UAM estará presente. Já a AAM, de maior alcance de voo, será dominante para áreas maiores e menos densamente povoadas, como a Flórida e o Vale do Pó (norte da Itália).

Verifica-se, principalmente nos EUA, mas também alhures (Dubai, Paris), uma tendência para interligar os aeroportos (instalando nestes terminais de vertiportos) com as áreas centrais da cidade, ou entre os aeroportos da mesma região via EVTOLs. Desta forma, tanto o acesso aeroportuário, quanto o voo, e o percurso final até o destino, tudo poderá ser realizado praticamente via modal aéreo.

Da Tabela acima, portanto, podemos resumir que:

| A operação do Vertiporto usa instalação | | | O serviço de voo é de natureza | | | |
|-----------------------------------------|---------|-------|--------------------------------|---------|------------|----------------|
| Pública | Privada | Ambos | Público | Privado | Táxi-Aéreo | Experimentação |
| 1 | 13 | 4 | 0 | 11 | 10 | 3 |

Assim, vê-se a predominância absoluta de interesse privado neste novo modo de transporte, sendo que as iniciativas públicas, provavelmente aguardam uma regulação definitiva, estipulando regras e condições claras para a operação do serviço. Sendo assim, pelo observado, as empresas privadas buscam criar, se antecipando a um ambiente regulatório a ser definido com base nos seus testes e experimentações. Vale lembrar que, no caso de serviço aéreo público regular de transporte, há a exigência

de uso de terminais e instalações públicas, caso regra vigente para heliportos for aplicada também para os vertiportos. Ou seja, somente vertiportos públicos poderão ser usados para serviço público regular de MUA/AAM.

Uma questão que se coloca é se os aeroportos poderão conter vertiportos como parte de suas instalações e operações, ou se eles devem ter personalidades aeroportuárias distintas, por não poderem atender voos municipais e intermunicipais (de curtíssima distância, com aeronaves EVTOL) juntamente ao atendimento de voos de maior distância (com aeronaves de asa fixa), considerando serem de diferentes categorias, na mesma estrutura operacional e organizacional.

INFRAESTRUTURA E SUSTENTABILIDADE EM VERTIPORTOS

Infraestrutura:

A infraestrutura para os 20 casos descritos, contemplam:

| | Característica | | Característica |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Usar heliportos privados, capacitando-os para heliportos para EVTOL | 11. | Acomoda até 3 helicópteros e 2 evtol simultaneamente, em deck duplo. 5 Vagas de hangaragem, 2 FATO's, 2º Grupo-II da FAA. |
| 2. | 3 funções: 1. estações de conexão com os aeroportos, 2. hangares de carga e manutenção, 3. módulos urbanos para transporte urbano. Arquitetura futurista. Os terminais serão projetados como uma solução flexível e modular. | 12. | Estrutura completa para pax e veículo. |
| 3. | Conceito "Air One": Vertiportos em funil (até 8 posições), construção em poucos dias (estrutura móvel), zero emissão de carbono e integração com outros modos elétricos. | 13. | Torres de 30m (paisagismo integrado), restaurante, áreas de lazer (parece para entretenimento). Capacidade ainda indefinida. |
| 4. | Vertiportos (carbon zero), tecnologias de processamento touchless. | 14. | Terminal temporário, com infra de segurança e recarga. |
| 5. | Vertiportos modulares/adaptáveis; rapidez no processamento de pax | 15. | Em solo ou cobertura de edifícios. Tamanho variável (a depender das necessidades). Rede móvel 5G, sistemas de controle e comando. |
| 6. | De padrão global (para todos os tipos de equipamentos - pax, carga) | 16. | Cobertura do Centro de Experiência da MA Inteligente.Com 2.000m ² - vertiporto, hangar, estacionamento automático de evtol. |

| | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. | Infraestrutura para gerenciamento de tráfego: Vigilância eletrônica (transponders), gerenciamento de tráfego UTM - unmanned traffic management, visibilidade ADS-B out | 17. | Para operações de eVTOLs e helicópteros em grande escala, com equipamentos, além de segurança e operações (desenvolvidos pela Air Chateau DWC) |
| 8. | Usa aeroportos e heliportos existentes, além de vertiportos automatizados (também denominados vertiplexes), para múltiplas posições, com sistema de tráfego aéreo e segurança. | 18. | Completa, para atender operações autônomas de eVTOL, incluindo áreas de manutenção, treinamento, e instalação de suporte. |
| 9. | Normas de segurança: equipamentos de proteção ao voo e processamento de pax/carga. Vertiportos com múltiplas posições | 19. | Grande capacidade, topo de estrutura. TPS: E-port com 3 andares, salão de recepção, área de espera de 2.500m²: 4 plataformas de pouso na cobertura, suporte de carga |
| 10. | TPS compacto, para múltiplas posições de EVTOL, para ganho de segurança e eficiência operacional, antes de operar comercialmente. | 20. | Sem informações. |

SEGURANÇA

Observa-se que a infraestrutura se concentra, além de atender as necessidades operacionais de processamento de passageiros (e alguns também para carga), além de embarque e desembarque de passageiros, há grande preocupação com a segurança, crucial no transporte aéreo, principalmente neste caso com gerenciamento do tráfego de aeronaves não tripuladas. Considerando que os EVTOLs voarão sobre áreas urbanas densamente povoadas, o risco de queda, atingindo alvos em terra, deve ser minorado em proporções ainda maiores que os hoje alcançados pela aviação regular, que é a mais segura dentre todos os modais de transporte. Nada que aumente o risco de voo deve ser permitido, bem como tudo o que for necessário para aumentar a segurança deve ser considerado.

Além disto, há a necessidade de suporte às aeronaves, que no caso de EVTOL demandam estações de recarga, bem como hangares, pátios e locais de pouso. Também se observa a necessidade de estruturas de integração com outros modos de transporte, sejam eles privados (como táxi, carro privado – caso de estacionamentos) ou até mesmo público (ex: Roma).

Em muitos casos se adota a concepção modular destes vertiportos, que vão sendo acrescentados com a expansão da demanda. Também em alguns deles se inserem amenidades (“amenities”) no saguão e salas de embarque, para atender comodidades dos passageiros (alimentação, sanitários, etc.) visando aumentar também as receitas não-aeronáuticas do vertiporto.

Apesar da maioria deles terem a previsibilidade de operarem em solo, no caso dos exemplos chineses, todos eles se localizam (apesar da fase ainda em experimentação), em topos de edifícios, possivelmente porque esta altura facilitaria a operação dos EVTOL por questões operacionais, e de disponibilidade de área para instalação do vertiporto, uma vez que em áreas urbanas valorizadas, o custo dos terrenos seja um fator extremamente impactante para a localização dos vertiportos. No informativo (13), por exemplo, serão construídas torres de 30m especificamente para este isto.

Pode-se ver que, como os aeródromos, os vertiportos poderão ter dimensões bem diversas, a considerar a importância daquele vertiporto, ou mesmo, se a malha/rede aérea adotará casos de Hub-vertiportos (aqui incidindo, por exemplo, a presença da integração entre UAM e AAM, ou no caso da tecnologia disponível para os EVTOLs justificar a eficiência destas aeronaves para passageiros realizarem pousos sucessivos).

Em relação à sustentabilidade

Em virtude do veículo ser elétrico, há uma tendência a considerar todo o sistema de operação e apoio à UAM como naturalmente sustentável. Daí a sustentabilidade ser um conceito facilmente empregado, quando se trata de veículos EVTOL.

Contudo, os vertiportos não necessariamente devem se identificar tão naturalmente aos princípios da sustentabilidade. Dos 20 informes aqui apresentados, apenas três consideramos como aqueles que aludem a aspectos de sustentabilidade, como apresentado abaixo:

| | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Telhado calibrado para sombreamento, vidros de alto desempenho, janelas para ventilação natural, uso de painéis solares e resfriamento d'água via bombas de calor. |
| 4. | Materiais sustentáveis (infraestrutura de carbono zero), tecnologias eficientes (touchless); mitigação de ruído. Seleção dos locais de vertiportos para total descarbonização. |
| 13. | Baterias Solares no Vertiport para bateria do EVTOL. |

Apenas estes fazem alusão a algum procedimento claro à infraestrutura sustentável. Nos demais casos, ficaria subentendido que haveria práticas sustentáveis nos vertiportos, sem necessidade de explicitá-las. De fato, em virtude dos informativos focarem mais nas características de operação destes vertiportos, e pelo caráter mais informativo do que crítico-analítico dos mesmos, além de ainda se encontrarem em estágio inicial de implantação, a questão da sustentabilidade, que atualmente precisa estar no foco de qualquer atividade, passa sem maior detalhamento. Neste aspecto, também vale inserir a questão da integração social, e da redução da sua desigualdade, fato nem de perto considerado em qualquer um destes informes, também explicado pelo seu caráter informativo.

Porém, deve-se considerar que as atuais legislações globais, que versam sobre os setores de aviação e aeroportuário, exigem um compromisso rigoroso com as iniciativas sustentáveis, a fim de atingirem zero emissão de carbono até (ano) (fonte bibliográfica). O mesmo, certamente, será aplicado aos Vertiportos, uma vez que estes serão green-vertiports (vertiportos totalmente novos, adaptados à atual legislação para obterem as licenças exigíveis de operação), devendo seguir todas as normas impostas ao setor pelas medidas ambientais e sustentáveis vigentes.

No entanto, o que se observa dos poucos informativos acima, é que a sustentabilidade vai focar sobretudo na economia de energia, seja para iluminação, ventilação, aquecimento/resfriamento, bem como na recarga das baterias do EVTOL. Há também o uso de materiais e métodos construtivos sustentáveis, que emitem muito menos carbono para suas instalações. Este é o caso dos vertiportos modulares e móveis, rapidamente montados “in loco”, e que podem ir se expandindo à medida que vão crescendo. Estão neste tipo:

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Vertiporto com 3 funções: 1. estações de conexão com os aeroportos da cidade, 2. hangares de carga e manutenção, 3. módulos urbanos para transporte urbano. Arquitetura com estilo futurista, mais técnico para a infraestrutura de suporte. Os terminais serão projetados como uma solução flexível e modular. |
| 3. | Conceito “Air One”: Vertiportos em funil (até 8 posições), construção em poucos dias (estrutura móvel), zero emissão de carbono e integração com outros modos de veículos elétricos. |
| 5. | Vertiportos modulares/adaptáveis; rapidez no processamento de pax. |

Há casos de uso de infraestrutura já existente (aeroportos e heliportos), que são:

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Usar heliportos privados, capacitando-os para heliportos para EVTOL. |
| 8. | Usa aeroportos e heliportos existentes, além de vertiportos automatizados (ou também denominados vertiplexes), para múltiplas posições, com sistema de tráfego aéreo e segurança. |

Há, ainda, aeroportos serem citados como compactos (10), para ganho de segurança e eficiência operacional. Há o caso de deck duplo (11), ou no caso (19) o E-port de 3 pavimentos, onde as aeronaves pousam acima das instalações primárias do vertiporto (saguão dos passageiros), numa combinação de lado terra no pavimento inferior e lado ar no pavimento superior.

Em suma, podemos dizer que os vertiportos terão uma configuração mais enxuta, mais leve, provavelmente por comportar menor número de passageiros comparativamente a um aeroporto, bem como uma permanência menor desses passageiros em suas instalações. Isto permitirá estruturas relativamente mais compactas, que com o uso das atuais tecnologias, permitem maior agilidade e

produtividade nas operações aeroportuárias (no processamento de passageiros e carga, bem como, nas atividades de rampa, como pouso e decolagem, embarque e desembarque), exigirá, desta forma, menos espaço, menos equipamentos, menores áreas de apoio (estacionamento, serviços de processamento para as aeronaves), resultando custos menores e mais rapidez na construção, aqui limitada à montagem da estrutura.

INÍCIO DAS OPERAÇÕES DAS ATIVIDADES

A Tabela abaixo apresenta a data e algumas características de funcionamento dos serviços nos vertiportos.

| | | | |
|-----|------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------|
| 1. | Jan/2025 (2 anos de testes) | 11. | Não cita |
| 2. | Já em Fase de testes (sem apresentar início efetivo) | 12. | 2022 - Início das construções |
| 3. | 2024 | 13. | Não cita |
| 4. | Desde 2019 “em testes” | 14. | Autorização temporária de JUL a DEZ2024 |
| 5. | Desde 2022-Abr | 15. | Não cita |
| 6. | Não cita | 16. | Desde 2021 - para rotas de voos de passageiros e passeios aéreos |
| 7. | Não cita | 17. | Desde 13Jun2024, para testes de vertiportos |
| 8. | Não cita | 18. | Deste Jun/2024 - 12 meses para avaliar parcerias |
| 9. | Não cita | 19. | Projeto desde Abr2020. |
| 10. | 2024 - para testes e demonstrações | 20. | No final de 2024 |

Há 13 informativos que não definiram qualquer data para a operação dos vertiportos. Em resumo, o efetivo funcionamento dos vertiportos ainda são, no geral, uma incógnita, a depender se as condições futuras de inovação e investimento viabilizarão a implantação deste modo de transporte e, por conseguinte, do vertiporto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De toda a análise sobre vertiporto, deixa claro que ele é uma realidade nascente e ainda em construção, mas mundialmente disperso, e díspare em relação às formas ainda experimentais com que ele vem sendo tratado mundialmente.

Por ser um terminal aéreo inovador e ainda não legalmente regulado, este transporte já adere aos princípios de sustentabilidade que hoje norteia todos os projetos, principalmente no tocante à área de transportes, um setor marcadamente

reconhecido como poluidor, mas que os veículos EVTOL tem o diferencial de realizar uma total descarbonização.

Ainda sem um caráter definido em termos de regulação e operação, os diversos informativos aqui estudados mostraram que os vertiportos serão adaptados aos mais diferentes tipos de uso, serviço e natureza de atendimento. Isto porque a mobilidade urbana a qual se incluem são as mais variadas ao redor do mundo.

Carecendo de um modelo ainda reconhecidamente eficiente e sustentável, a variedade de vertiporto que pudemos levantar mostra que, sem a aplicação prática, a depender do avanço da própria tecnologia do EVTOL, ainda segue sem definição clara qual modelo será seguido. Isto significa dizer que, sem a entrada em operação definitiva em termos de atendimento e serviço, os vertiportos, como o próprio sistema de transporte por EVTOL, terão que aguardar mais tempo para a definição de uma concepção definitiva de vertiporto, como hoje ocorre com os aeroportos.

Em virtude deste sistema aéreo ter um atendimento local, diferentemente do modo aéreo tradicional, que tem na rede mundial de transporte sua espinha dorsal de atendimento (WELLS et al., 2003), é provável que a MUA se desenvolva dentro de uma multiplicidade de modelos, estes mais adaptados às necessidades locais, ao invés do modelo global adotado em larga escala pela aviação.

REFERÊNCIAS

COHEN A. P., Shaheen S. A., Farrar E. M. Urban Air Mobility: History, Ecosystem, Market Potential, and Challenges. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, 2021.

MURÇA M. C. R. Identification and prediction of urban airspace availability for emerging air mobility operations. Transportation Research Part C, 2021.

ROTHFELD R., Fu M., Balac M., Antoniou C. Potential Urban Air Mobility Travel Time Savings: An Exploratory Analysis of Munich, Paris, and San Francisco Sustainability 2021, 13, 2217.

TANG H.; Zhang Y.; Mohmoodian V.; Charkhgard H. Automated flight planning of high-density urban air mobility. Transportation Research Part C 131, 2021.

UNITED NATIONS ECONOMIC Comission for Europe. A Handbook on Sustainable Urban Mobility and Spatial Planning: promoting active Mobility. 2020.

UNVERRICHT, James & Buck, Bill K. and Petty, Bryan and Chancey, Eric T. and Politowicz Michael S. and Glaab, Louis J. Vertiport Management from Simulation to Flight: Continued Human Factors Assessment of Vertiport Operations, 2024.

WELLS, Alexander T.; WENSVEEN, John G. Air Transportation: A Management Perspective. EUA: Broks Cole, 2003.

ZHANG, Jiechao - Liu, Yaolong - Zheng, Yao. Overall eVTOL aircraft design for urban air Mobility. 2024.

| TÍTULO DO INFORME | REFERÊNCIAS TEXTUAIS - Site da publicação |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Como a VertiMob planeja implantar vertiportos em São Paulo | https://mundogeo.com/2024/07/29/como-a-vertimob-planeja-implantar-vertiportos-em-sao-paulo/ |
| 2. Vertiportos: os novos hubs para mobilidade aérea | https://www.incede.it/en/vertiports-the-new-hubs-for-air-mobility/ |
| 3. Vertiportos e sustentabilidade | https://www.airportsinternational.com/article/vertiports-and-sustainability |
| 4. AECOM e Ferrovial Vertiports avançam na infraestrutura de vertiportos de carbono zero na Flórida por meio da estrutura de seleção de locais. | https://aecom.com/press-releases/aecom-and-ferrovial-vertiports-advance-zero-carbon-vertiport-infrastructure-in-florida-through-site-selection-framework/ |
| 5. Primeiro táxi Aéreo em Escala Completa do Mundo VoloPort Revelado em Singapura | https://www.volocopter.com/en/newsroom/worlds-first-full-scale-air-taxi-voloport-unveiled-in-singapore |
| 6. Air One: The world's first Urban-Air Port for Advanced Air Mobility | https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2022/04/primeiro-aeroporto-para-carros-voadores-e-inaugurado-no-reino-unido.html |
| 7. Vertiportos, gerenciamento de tráfego aéreo e requisitos de infraestrutura para aeronaves eVTOL | https://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/november-december-2022/vertiports-air-traffic-management-and-infrastructure-requirements-for-evtol-aircraft/ |
| 8. Planos Avançados de Mobilidade Aérea para Vertiportos | https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/armstrong/advanced-air-mobility-plans-for-vertiports/ |
| 9. EUA publicam padrões de design de vertiportos para os eVTOLs | https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/eua-publicam-padroes-de-design-de-vertiportos-para-os-evtols.html |
| 10. Skyports recebe sinal verde para o primeiro vertiporto do Reino Unido | https://www.airport-technology.com/news/skyports-go-ahead-first-uk-vertiport/?utm_source=Email%20Newslettersutm_medium=Airport%20Technology%20-%20Verdict%20Weekly%20-%202024-06-07&utm_content=Latest%20news&utm_campaign=GDM%20-%20Verdict%20-%20Airport%20Technology%20-%20Newsletter&cf-view |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11. Heliporto / Vertiporto de Dallas CBD | https://www.dallasexecairport.com/vertiport/ |
| 12. Construindo cidades Vertiport | https://aerospaceamerica.aiaa.org/features/building-vertiport-cities/ |
| 13. Como serão os aeroportos do futuro? | https://www.avantto.com.br/blog/aero/como-serao-os-aeroportos-do-futuro/ |
| 14. França autoriza vertiporto no rio Sena para voos de eVTOL | https://mundogeo.com/2024/07/10/franca-autoriza-vertiporto-no-rio-sena-para-voos-de-evtol/ |
| 15. A FUTURA REDE DE VERTIPORTOS DE QUEBEC | https://www.vertikomobile.ca/ |
| 16. EHang lança centro de experiência de mobilidade aérea inteligente 5 G como ponto de operação AAV em Guangzhou | https://www.ehang.com/news/844.html |
| 17. Dubai limpa Castelo Aéreo para desenvolver Vertiportos | https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2024-07-25/dubai-clears-air-chateau-develop-vertiports |
| 18. Wisk Aero e Houston Airports fazem parceria para trazer táxis aéreos autônomos para a região metropolitana de Houston. | https://wisk.aero/news/press-release/wisk-aero-houston-airports-partner/ |
| 19. Conceitos Vertiport: sete abordagens diferentes para áreas de decolagem e pouso de mobilidade aérea urbana | https://www.urbanairmobilitynews.com/vertiports/vertiports-concepts-six-different-approaches-to-urban-air-mobility-take-off-and-landing-areas/ |
| 20. Archer divulga sua primeira rede de rotas eVTOL na Califórnia | https://www.cavok.com.br/archer-divulga-sua-primeira-rede-de-rotas-evtol-na-california |