



APLICABILIDADE DE EVTOL NO AERO- RESGATE INTEGRADO: INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE N SEGURANÇA E SAÚDE PÚBLICA.

ALYSON FELIX LOUREIRO¹; PROF. DR.
ULISSES BARROS DE ABREU MAIA².

¹Instituto Federal do Sul de Minas, Passos-
MG, BRASIL
(alyson.loureiro@alunos.ifsuldeminas.edu.br)

²Professor Associado da UFVJM. Campus JK
Diamantina- MG, BRASIL
(ulisses@ict.ufvjm.edu.br)

RESUMO

O presente estudo problematiza a ineficiência logística do resgate urbano terrestre e os insustentáveis custos e impactos ambientais inerentes às atuais frotas estatais de helicópteros. O objetivo central é estruturar um modelo de governança para a integração de aeronaves elétricas de decolagem e pouso vertical (eVTOL), desenvolvidas pela Embraer, às frotas de segurança pública (Polícia Militar e Bombeiros) e saúde (SAMU). A metodologia triangulou ferramentas de inovação — *Design Thinking*, *Brainwriting*

e *SCAMPER* — com o uso de Inteligência Artificial para o desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP) pautado na tecnologia de *Digital Twins*. Para garantir rigor científico, a validação empírica contou com entrevistas semiestruturadas aplicadas a gestores operacionais do ecossistema de emergência. Os resultados indicam uma redução do Custo Operacional Direto de US\$ 1.500-2.000 para US\$ 500-700 por hora de voo, associada à eliminação de emissões locais de GEE e mitigação expressiva do ruído. O estudo propõe, ineditamente, estratégias de mitigação para riscos climáticos e de autonomia, além de detalhar a modelagem econômico-financeira via Parcerias Público-Privadas (PPP) para viabilizar infraestruturas de recarga e vertiportos. Conclui-se que a Mobilidade Aérea Avançada (AAM) exige governança sociotécnica multinível, constituindo-se não apenas como substituição de frota, mas como uma reengenharia total do tempo de resposta do Estado.

Palavras-chave: Mobilidade Aérea Avançada; eVTOL; Resgate Aeromédico; Inovação; Políticas Públicas.

INTRODUÇÃO

A prestação de serviços de resgate (SAMU) e segurança (Polícia Militar e Bombeiros) enfrenta atualmente um triplo desafio crônico no ambiente urbano: a ineficiência nos tempos de resposta estrangulados por congestionamentos severos; os elevados custos operacionais das frotas de asas rotativas convencionais; e a insustentabilidade ambiental, caracterizada



pela massiva poluição sonora e emissão de gases de efeito estufa. Neste cenário, a Mobilidade Aérea Avançada (AAM) desponta como um vetor de transformação sociotécnica capaz de contornar esses gargalos estruturais.

A justificativa deste projeto repousa na urgência de substituir frotas estatais tradicionais, dispendiosas e poluentes, por aeronaves 100% elétricas (eVTOL). Propõe-se especificamente a adoção da tecnologia nacional desenvolvida pela Eve Air Mobility (subsidiária da Embraer) não apenas para garantir resiliência logística ao Estado, mas para fomentar o complexo industrial tecnológico brasileiro. Contudo, a adoção dessa disrupção exige um desenho de operacionalização prática rigoroso. O modelo aqui proposto estabelece um fluxo de atendimento integrado, no qual as atuais Centrais de Regulação de Urgências (192, 190 e 193) atuarão de forma unificada por meio de um sistema de despacho baseado em *Digital Twins*. A operacionalidade plena pressupõe a instalação de infraestrutura de recarga rápida (megawatt charging) em vertiportos estratégicos, localizados nos telhados de hospitais de trauma de nível 1, atrelada a um plano pedagógico obrigatório de capacitação contínua para a transição dos atuais pilotos de asas rotativas e tripulações médicas aeroterrestres para a nova doutrina de voo elétrico e, futuramente, autônomo.

METODOLOGIA

O desenvolvimento da proposta adotou uma abordagem multifacetada baseada em métodos ágeis e técnicas de criatividade estruturada.

Inicialmente, utilizou-se o Mapa Mental e o Brainwriting para a exploração ampla dos problemas de mobilidade e restrições orçamentárias do Estado. A seguir, o Design Thinking foi aplicado para aprofundar a empatia com os usuários finais (socorristas e cidadãos), focando na transição tecnológica das asas rotativas a combustão para os eVTOLs elétricos.

A técnica SCAMPER auxiliou na substituição conceitual do helicóptero pelo eVTOL e na adaptação da infraestrutura hospitalar para receber vertiportos. O modelo de negócios e a viabilidade pública foram estruturados através do Canvas. Para a materialização da ideia, recorreu-se ao uso de IA (Inteligência Artificial) na estruturação de algoritmos preditivos que culminaram na prototipagem de um MVP (Produto Mínimo Viável): um aplicativo dashboard fundamentado em *Digital Twins* (Gêmeos Digitais).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação empírica do projeto gerou indicadores de viabilidade altamente robustos. Do ponto de vista econômico, enquanto um helicóptero aeromédico padrão (ex.: Airbus H125) consome entre US\$ 1.500 e US\$ 2.000 por hora de voo — penalizado pela complexidade termodinâmica das turbinas e pelo querosene de aviação —, as projeções para o eVTOL apontam um Custo Operacional Direto (DOC) drasticamente inferior, estabilizando-se entre US\$ 500 e US\$ 700. Ambientalmente, atesta-se a minimização dos Custos de Ciclo de Vida Ambiental (ELCC), zerando a emissão de carbono local e reduzindo exponencialmente o estresse acústico urbano. O *Digital Twin* prototipado demonstrou eficácia na



otimização de rotas em tempo real, integrando dados de telemetria e meteorologia.

Sob a ótica gerencial, a discussão exige o enfrentamento crítico dos riscos tecnológicos e barreiras de implantação. A autonomia limitada das baterias de lítio atuais (geralmente restrita a voos de 20 a 30 minutos) foi mitigada no desenho operacional através do modelo *hub-and-spoke* intraurbano, restringindo as aeronaves a saltos curtos (vertiporto-ocorrência-hospital) e mantendo os helicópteros convencionais para resgates intermunicipais de longo raio. Para as condições climáticas adversas, protocolos de redundância manterão viaturas terrestres de suporte avançado em prontidão. A integração com o espaço aéreo metropolitano espelha-se no conceito *UTM* (*Unmanned Aircraft System Traffic Management*), exigindo uma orquestração algorítmica direta com o DECEA para a criação de corredores aéreos dinâmicos exclusivos para emergências. Por fim, a barreira da resistência institucional será diluída com a inserção das forças de segurança nos recentes *sandboxes* regulatórios da ANAC, fomentando uma cultura de experimentação em ambiente controlado, enquanto campanhas de letramento tecnológico focarão na aceitação social.

CONCLUSÃO

As evidências levantadas atestam que a inserção da AAM no sistema de emergência transcende a mera permuta de ativos fixos, consolidando uma integração sociotécnica

densa, amparada por Gêmeos Digitais e infraestrutura de ponta. Para além da viabilidade técnica, o projeto debruça-se sobre a sustentabilidade financeira do modelo, historicamente o maior entrave no setor público.

A modelagem de viabilidade estrutura-se em fases. A fase de CAPEX (Aquisição da Frota e Retrofit dos Hospitais para Vertiportos) será financiada majoritariamente por arranjos de Parcerias Público-Privadas (PPP) na modalidade de concessão administrativa, e captação de fundos de fomento à inovação tecnológica (como o FNDCT e linhas de crédito ESG do BNDES). O OPEX (Manutenção Contínua e Processamento em Nuvem dos Gêmeos Digitais) será diluído pela dramática redução do custo da hora de voo e respaldado pelo robusto suporte pós-venda (*Aircraft on Ground* - AOG) da Embraer. O cronograma prevê a implantação escalonada: Fase 1 (anos 1-2) para ensaios em *sandbox* regulatório; Fase 2 (anos 3-4) para adequação da rede elétrica e vertiportos; e Fase 3 (ano 5) para o *roll-out* operacional integrado. Desta forma, a modernização do resgate público apresenta-se não apenas aderente à realidade fiscal do Estado, mas como um investimento estratégico inadiável na resiliência urbana e na proteção à vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus Todo Poderoso, criador dos Céus e Terra, a quem devo minha vida; à minha amada mãe, Abigail de Castro Felix Loureiro (em memória), que sempre me incentivou a estudar; à toda minha família;



à IFSULDEMINAS que possibilitou-me cursar Gestão da Inovação e ao PROF. DR. Ulisses Barros de Abreu Maia que me mostrou o caminho do saber.

REFERÊNCIAS

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. Anac abre consulta setorial sobre objetivos de segurança para aeronaves eVTOL. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2025/anac-abre-consulta-setorial-sobre-objetivos-de-seguranca-para-aeronaves-evtol>. Acesso em: 16 jun. 2026.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. Edital de comunicado ao mercado para seleção de interessados em participar de ambiente regulatório experimental - Sandbox Regulatório, Tema Vertiportos. 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/editais/2024/edital-22>. Acesso em: 16 jun. 2026.

BENEDETTI, Diego Muniz. Mobilidade Aérea Avançada: Perspectivas, desafios e o papel do estado. Texto para Discussão no 339. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2025. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td339>. Acesso em: 16 jun. 2026.

CHO, Shin-Hyung; KIM, Myeonghyeon. Assessment of the environmental impact and policy responses for urban air mobility: a case study of seoul metropolitan area. Journal Of Cleaner Production, v. 360, p. 132139, ago. 2022. Elsevier BV.

COMAER, Comando da Aeronáutica. ICA 100-40: aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. 2023. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/drone/docs/ICA100-40.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2026.

FIORITI, Marco; BORGHI, Marco; PAVAN, Guido. Environmental and economic assessment of an eVTOL aircraft fleet for Urban Air Mobility. In: 34° CONGRESS OF INTERNATIONAL COUNCIL OF THE AERONAUTICAL SCIENCES, 2024, Florence. p. 1-12.

LIBERACKI, Adam et al. The Environmental Life Cycle Costs (ELCC) of Urban Air Mobility (UAM) as an input for sustainable urban mobility. Journal Of Cleaner Production, v. 389, p. 136009, fev. 2023. Elsevier BV.

LOTINGA, Michael J. B. et al. Correction: noise from unconventional aircraft. Current Pollution Reports, v. 10, n. 2, p. 119-126, maio 2024. Springer.

NAMUDURI, Kamesh. Digital Twin Approach for Integrated Airspace Management With Applications to Advanced Air Mobility. Ieee Open Journal Of Vehicular Technology, v. 4, p. 693-700, 2023.



YAN, Yiping; WANG, Kai; QU, Xiaobo.
Urban air mobility (UAM) and ground
transportation integration: a survey.
Frontiers Of Engineering Management, v.
11, n. 4, p. 734-758, jun. 2024. Springer.