



MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

PORTARIA DECEA/DNOR1 N° 1.546, DE 6 DE NOVEMBRO DE 2024.

Aprova a edição do Plano do Comando da Aeronáutica que dispõe sobre a concepção operacional UAM nacional.

O **DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**, de conformidade com o previsto nos Arts. 1°, 2°, 12 e 14 do Código Brasileiro de Aeronáutica, aprovado pela Lei n° 7.565, de 19 de dezembro de 1986, combinado com o Art. 21, inciso I, da Estrutura Regimental do Comando da Aeronáutica, aprovada pelo Decreto n° 11.237, de 18 de outubro de 2022, resolve:

Art. 1° Aprovar o Plano (PCA 351-7) sobre a “Concepção Operacional UAM Nacional”, na forma do Anexo I.

Art. 2° Esta Portaria entra em vigor em 28 de novembro de 2024.

Ten Brig Ar ALCIDES TEIXEIRA BARBACOVÍ
Diretor-Geral do DECEA

MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO



TRÁFEGO AÉREO

PCA 351-7

CONCEPÇÃO OPERACIONAL UAM NACIONAL

2024

ANEXO I
CONCEPÇÃO OPERACIONAL UAM NACIONAL (PCA 351-7)

CAPÍTULO I
DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Seção I
Finalidade e âmbito

Finalidade

Art. 1º A CONOPS UAM visa estabelecer as características da aplicação das operações aéreas, considerando novos serviços e regras de operação.

Art. 2º A descrição clara e objetiva desta CONOPS servirá de base para os futuros projetos de implementação em espaços aéreos sob a jurisdição do Brasil e relacionados à Mobilidade Aérea Urbana, com as premissas descritas abaixo, levadas em consideração durante a confecção de tal conceito:

I - os futuros projetos de implementação envolvendo a aplicação do conceito UAM não poderão resultar em redução da segurança e da capacidade das operações aéreas atuais;

II - embora tenham sido utilizadas literaturas publicadas por outras instituições como fonte de consulta, a abordagem adotada na elaboração desta CONOPS UAM foi a adoção de uma visão compatível com as especificidades do SISCEAB;

III - uma vez que as aeronaves eVTOL encontram-se em processo de certificação, o planejamento inicial consiste na execução de estudos, atividades, inovações e implementações, considerando a estrutura já estabelecida para as operações de helicópteros;

IV - pretende-se estabelecer uma organização do espaço aéreo adequada à operação integrada das aeronaves eVTOL, com consequente otimização da infraestrutura atualmente disponível e que, somada à gradativa introdução de novas soluções tecnológicas, permitirá, uma vez certificadas, o início das operações no Espaço Aéreo Brasileiro;

V - esta CONOPS UAM aborda requisitos de performance, capacidades, propostas de soluções, procedimentos de operação e fundamentação para projetos de implementação;

VI - por se tratar de um conceito em evolução contínua, esta CONOPS será considerada um documento passível de modificações frequentes levando-se em consideração o desenvolvimento tecnológico do setor;

VII - a partir do conteúdo desta norma, serão realizados testes, validações, verificações, simulações e outros métodos para avaliar o custo, benefício e desempenho desse conceito;

VIII - a utilização desta CONOPS resultará na publicação de versões mais atualizadas deste documento e de outros complementares, conforme necessário;

IX - um dos principais objetivos desta CONOPS é apresentar uma visão sobre a integração dos eVTOL, por meio do conceito UAM, na estrutura do espaço aéreo brasileiro mantendo os padrões de segurança, fluidez e eficiência por meio de uma evolução progressiva do uso de novas tecnologias; e

X - citações de outros materiais publicados por outras entidades poderão ser utilizadas, a fim de construir o conhecimento.

Âmbito

Art. 3º A presente CONOPS aplica-se às organizações do SISCEAB, à indústria aeronáutica, aos fornecedores de produtos e serviços relacionados à navegação aérea, às instituições acadêmicas, às entidades representativas da aviação e demais usuários do espaço aéreo.

Seção II Prefácio

Art. 4º A edição deste Plano considera os seguintes aspectos:

I - a aviação, ao interligar pessoas e facilitar transações comerciais em escala global, desempenha um papel fundamental na sociedade, tornando-se um importante propulsor do desenvolvimento econômico sustentável e da melhoria da qualidade de vida, contando com operações cada vez mais seguras e confiáveis;

II - o desenvolvimento citado, associado às mudanças tecnológicas nos setores de automação, telecomunicações, tecnologia da informação e navegação, incluindo os equipamentos a bordo e as capacidades satelitais, impulsiona um progresso notável na segurança e eficiência do Gerenciamento de Tráfego Aéreo – ATM e fomenta o uso do espaço aéreo por novos e diversos participantes;

III - a evolução do Sistema ATM no Brasil, no que compete ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA, tem sido implementada pelo incremento das capacidades do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro – SISCEAB, visando:

- a) atingir os níveis necessários de prestação de serviços ATM;
- b) viabilizar maior flexibilidade operacional;
- c) otimizar os meios disponíveis; e
- d) integrar os novos tipos de aeronaves na atual estrutura do espaço aéreo, como as aeronaves elétricas com capacidade de decolar e pousar verticalmente – eVTOL.

IV - as novas aeronaves, por apresentarem características sustentáveis e com menor impacto ambiental, têm atraído a atenção da indústria aeronáutica e de investidores ao redor do mundo;

V - a integração dessas aeronaves em um ambiente altamente regulado e com quase oito décadas de história deve ser realizada por meio de uma criteriosa avaliação dos possíveis impactos aos demais usuários do espaço aéreo; e

VI - a elaboração de uma Concepção Operacional específica é fundamental para levantar os dados necessários à consolidação de um arcabouço;

Art. 5º Uma Concepção Operacional – CONOPS, ou Conceito de Operações, é um documento que descreve as características de um novo sistema a partir do ponto de vista de quem estará envolvido com a sua utilização, levando em consideração, entre outros fatores, a emissão de orientações, estruturação, regras gerais e princípios.

Art. 6º Esta CONOPS aborda a aplicação do conceito de Mobilidade Aérea Urbana – UAM, o qual proporcionará a introdução de uma nova opção de modal aéreo de transporte por meio do emprego das aeronaves eVTOL.

Parágrafo único. No contexto deste documento, os termos Conceito de Operações, CONOPS, e Concepção Operacional são equivalentes.

Seção III

Inexistência de legislação internacional

Art. 7º Os países e regiões devem introduzir suas próprias estruturas regulatórias para a UAM na ausência de uma legislação específica emitida pela Organização da Aviação Civil Internacional – OACI.

Art. 8º A Administração Federal de Aviação – FAA e a Agência de Segurança da Aviação da União Europeia – EASA estão desenvolvendo regulamentações para aeronaves eVTOL e, de forma similar, o DECEA deve continuar realizando estudos para preparar o SISCEAB para esse novo estágio da aviação mundial.

Art. 9º Atendendo à demanda de diversos países, com o intuito de harmonizar os desenvolvimentos globais sobre esse tema, a OACI, durante a 41ª Assembleia ocorrida em 2022, resolveu estabelecer um grupo de estudo multidisciplinar para propor soluções a respeito da Mobilidade Aérea Avançada – AAM-SG.

Seção IV

Autoridades competentes

DECEA

Art. 10. O DECEA é autoridade ATS competente para atuar como regulador e provedor de serviços referentes ao gerenciamento de tráfego aéreo, controle de tráfego aéreo, gerenciamento de fluxo de tráfego aéreo, cartografia aeronáutica, meteorologia aeronáutica, telecomunicações aeronáuticas, vigilância aérea, informações aeronáuticas, auxílios à navegação aérea, inspeção em voo, busca e salvamento em conformidade ao disposto no Decreto nº 7.624, de 22 de novembro de 2011, bem como na Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986 e na Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica – NSCA 351-1 (SISCEAB).

Art. 11. Considerando que cada uma das áreas citadas no Art. 10 possui relação com a introdução de novos conceitos, o DECEA estabelece um grupo de trabalho com profissionais dessas áreas, cujo objetivo é viabilizar a UAM no âmbito do SISCEAB.

ANAC

Art. 12. A Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, de acordo com a Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005, é uma das agências reguladoras federais do país (BRASIL, 2016) e foi criada para regular e fiscalizar as atividades da aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no Brasil.

Art. 13. As ações da ANAC se enquadram nas atividades de certificação, fiscalização, normatização e representação institucional.

Art. 14. Dentre suas competências, a ANAC atua na fiscalização da aviação civil, nas autorizações e concessões de companhias aéreas, empresas de táxi-aéreo ou de serviços especializados, (escolas, oficinas, profissionais da aviação civil e operadores de aeródromos e aeroportos) e na emissão

de licenças e certificados de habilitação técnica para profissionais da aviação civil.

Art. 15. A atuação colaborativa de ambos os órgãos reguladores é condição indispensável para viabilizar a implementação do conceito UAM no Brasil.

Seção V

Abreviaturas e definições

Abreviaturas

Art. 16. As abreviaturas presentes nesta norma têm os seguintes significados:

I - AAM: Mobilidade Aérea Avançada (*Advanced Air Mobility*);

II - ACAS: Sistema Anticolisão de Bordo (*Airborne Collision Avoidance System*);

III - ADS-B: Vigilância Dependente Automática – Radiodifusão (*Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*);

IV - AGL: Acima do Nível do Solo (*Above Ground Level*);

V - AI: Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence*);

VI - AIS: Serviço de Informação Aeronáutica (*Aeronautical Information Service*);

VII - AMAN: Sistema de Gerenciamento de Chegada (*Arrival Manager*);

VIII - ATC: Controle de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Control*);

IX - ATFM: Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Flow Management*);

X - ATM: Gerenciamento de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Management*);

XI - AWY: Aerovia (*Airway*);

XII - CDM: Tomada de Decisão Colaborativa (*Collaborative Decision Making*);

XIII - CGNA: Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea;

XIV - CNS: Comunicação, Navegação e Vigilância (*Communications, navigation and surveillance*);

XV - CONOPS: Conceito de Operações (*Concept of Operations*);

XVI - CPA: Ponto de Maior Proximidade (*Closest Point of Approach*);

XVII - CTA: Área de Controle (*Control Area*);

XVIII - CTR: Zona de Controle (*Control Zone*);

XIX - DASA: *Digital Airspace System Analysis*;

XX - DCB: Balanceamento entre Capacidade e Demanda (*Demand Capacity Balancing*);

XXI - DFR: Regras de Voo Digital (*Digital Flight Rules*);

XXII - EASA: Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação (*European Union Aviation Safety Agency*);

XXIII - ECO-UAM: Ecossistema UAM;

XXIV - eVTOL: Aeronave Elétrica com Capacidade de Decolar e Pousar na Vertical (*Electric Vertical Takeoff and Landing*);

XXV - ENRC: Carta de Rota (*Enroute Chart*);

XXVI - FAA: Administração Federal de Aviação (*Federal Aviation Administration* – agência reguladora da aviação civil dos Estados Unidos);

XXVII - FF-ICE: Informação de Voo e Fluxo para um Ambiente Colaborativo (*Flight and Flow Information for a Collaborative Environment*);

XXVIII - FRA: Espaço Aéreo de Rotas Livres (*Free Routes Airspace*);

XXIX - FUA: Uso Flexível do Espaço Aéreo (*Flexible Use of Airspace*);

XXX - GANP: Plano de Navegação Aérea Global (*Global Air Navigation Plan*);

XXXI - GATMOC: Conceito Operacional ATM Global (*Global Air Traffic Management Operational Concept*);

XXXII - GEIV: Grupo Especial de Inspeção em Voo;

XXXIII - GNSS: Sistema Global de Navegação por Satélite (*Global Navigation Satellite System*);

XXXIV - IAC: Carta de Aproximação por Instrumentos (*Instrument Approach Chart*);

XXXV - IHM: Interface Home-Máquina;

XXXVI - MFIX: Fixo de Medição (*Metering Fix*);

XXXVII - ML: Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*);

XXXVIII - NASA: Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (*National Aeronautics and Space Administration*);

XXXIX - OACI: Organização de Aviação Civil Internacional;

XL - OFV: Volume Livre de Obstáculos (*Obstacle Free Volume*);

XLI - ODM: Mobilidade sob Demanda (*On Demand Mobility*);

XLII - OPEA: Objeto Projetado no Espaço Aéreo;

XLIII - PBN: Navegação Baseada em Performance (*Performance Based Navigation*);

XLIV - PINS: Ponto no Espaço (*Point In Space*);

XLV - REA: Rota Especial de Aeronave em Voo Visual;

XLVI - REH: Rota Especial de Helicópteros;

XLVII - RNP: Performance de Navegação Requerida (*Required Navigation Performance*);

XLVIII - RPA: Aeronave Remotamente Pilotada (*Remotely Piloted Aircraft*);

XLIX - SARPAS: Sistema para Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas;

L - SDSP: Provedor de Serviço de Dados Suplementares (*Supplementary Data Service Provider*);

LI - SGID: Sistema de Gestão de Indicadores de Desempenho;

LII - SID: Saída Padrão por Instrumentos (*Standard Instrument Departure*);

LIII - SIGMA: Sistema Integrado de Gestão de Movimentos Aéreos;

LIV - SISCEAB: Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro;

LV - SLOT ATC: Horário definido para que uma aeronave efetue a passagem sobre um Fixo de Posição ou uma operação de pouso ou decolagem;

LVI - STOL: Decolagem e Pouso em Pista Curta (*Short Runway Takeoff and Landing*);

LVII - sUAS: Aeronave Não Tripulada de Pequeno Porte (*Small UAS*);

LVIII - SWIM: Gerenciamento da Informação de Todo o Sistema (*System Wide Information Management*);

LIX - TMA: Área de Controle Terminal (*Terminal Control Area*);

LX - TBO: Operação Baseada em Trajetória (*Trajectory Based Operations*);

LXI - UAM: Mobilidade Aérea Urbana (*Urban Air Mobility*);

LXII - UAS: Sistema de Aeronave Não Tripulada (*Unmanned Aircraft System*);

LXIII - UML: Nível de Maturação UAM (*UAM Maturity Level*);

LXIV - UTA: Área de Controle do Espaço Aéreo Superior (*Upper Control Area*);

LXV - UTM: Gerenciamento de Tráfego Aéreo Não Tripulado (*Unmanned Traffic Management*);

LXVI - USS: Provedor de Serviços UAS (*UAS Service Supplier*);

LXVII - V2V: Comunicação entre Veículos (*Vehicle to Vehicle Communication*);

LXVIII - V2I: Comunicação entre Veículo e Infraestrutura (*Vehicle to Infrastructure Communication*);

LXIX - VHF: Faixa de Frequência Muito Alta (*Very High Frequency*);

LXX - VTOL: Pouso e Decolagem na Vertical (*Vertical Take Off and Landing*); e

LXXI - 4DT: Trajetória em quatro dimensões (*Four Dimensions Trajectory*).

Definições

Art. 17. Os termos e expressões abaixo relacionados, empregados neste Plano, têm os seguintes significados:

I - Comunicação entre Veículos – V2V: Refere-se à capacidade de sistemas embarcados em aeronaves distintas estabelecerem comunicação de dados entre si;

II - Comunicação entre Veículo e Infraestrutura – V2I: Refere-se à capacidade de sistemas embarcados em aeronaves estabelecerem comunicação de dados com outros sistemas instalados em infraestrutura localizada no solo;

III - Comunidade ATM:

a) conjunto de organizações, agências ou entidades que podem participar, colaborar e cooperar no planejamento, desenvolvimento, regulação, operação e manutenção do Sistema ATM; e

b) fazem parte da comunidade ATM: operadores de aeronaves civis e militares, administradores aeroportuários, indústria aeronáutica, usuários do espaço aéreo, provedores de serviços ATM, indústria de suporte ATM, OACI e demais autoridades reguladoras;

IV - Espaço Aéreo de Rotas Livres – FRA: É o espaço aéreo específico no qual os usuários podem planejar livremente uma rota entre um ponto de entrada e um ponto de saída definidos, com a

possibilidade de voar por meio de pontos intermediários (publicados ou não publicados), sem referência à rede de rotas ATS, sujeito à disponibilidade do espaço aéreo;

V - Ecossistema UAM – ECO-UAM: É uma interface de troca de dados entre os sistemas do DECEA e de outros sistemas e entidades, como os PSU, SDSP, outras instituições governamentais, órgãos de segurança pública etc., permitindo gerenciar dados de restrição de espaço aéreo e ponto de acesso a informações de operações ativas no ambiente UAM e, além disso, fornece meio para que as partes interessadas aprovadas consultem e recebam dados sobre as operações no ambiente UAM;

VI - *Geofence*: É um limite de espaço aéreo virtual que proíbe (*keep-out*) ou restringe (*keep-in*) o acesso a um volume específico de espaço aéreo (RIBEIRO, 2023), conforme as características abaixo:

a) pode ser estática, se permanente, ou dinâmica, se ativada em função das condições operacionais;

b) uma *geofence* estática pode ser usada para definir corredores de voo e evitar obstáculos, enquanto uma *geofence* dinâmica pode ser alocada devido a condições operacionais específicas, emergências ou eventos meteorológicos; e

c) no contexto deste documento, uma *geofence* funciona como uma barreira, isto é, um perímetro virtual para uma determinada área geográfica no mundo real, e esse perímetro é definido em termos de uma combinação de coordenadas geográficas, raios e arcos conforme necessário;

VII - Gerenciamento de Tráfego de Aeronave Não Tripulada – UTM: Aspecto específico do gerenciamento de tráfego aéreo que gerencia as operações UAS de forma segura, econômica e eficiente, por meio da disponibilidade de instalações e de um conjunto de serviços contínuos em colaboração com todos os envolvidos, incluindo funções aéreas e terrestres;

VIII - Fixo de Medição (*Metering Fix*): Ponto de referência para o qual é fornecida a informação de ajuste no tempo de passagem sobre um fixo por determinada aeronave ao ATCO do ACC, através da tela do *software* AMAN, de forma a auxiliá-lo no planejamento da sequência de chegada;

IX - Operação Baseada em Trajetória – TBO:

a) conceito para viabilizar o gerenciamento de trajetória 4D (4DT), que leva em consideração adicional o tempo, baseado em desempenho globalmente consistente, compartilhando e gerenciando informações de trajetória; e

b) o TBO aprimorará o planejamento e a execução de voos eficientes, reduzindo possíveis conflitos e resolvendo antecipadamente os futuros desequilíbrios de demanda/capacidade da rede e do sistema;

X - Rota Especial de Aeronave em Voo Visual – REA: Rota ATS estabelecida com o propósito de permitir, exclusivamente, voos VFR de aeronaves sob condições específicas;

XI - Rota Especial de Helicópteros – REH:

a) rota estabelecida com o propósito de permitir, exclusivamente, voos VFR (visuais) de helicópteros sob condições específicas;

b) visa evitar interferência com o tráfego de voos IFR (por instrumentos) dos aeródromos de uma determinada área, por meio do estabelecimento de altitudes máximas e percursos com referências visuais bem definidas; e

c) a REH também tem o objetivo de propiciar o máximo de áreas livres no solo onde o helicóptero possa efetuar um pouso de emergência, com o mínimo risco possível para pessoas e propriedades, e adequar o uso de helicópteros às suas características peculiares;

XII - Sistema ATM: Sistema que proporciona o Gerenciamento de Tráfego Aéreo mediante a integração colaborativa de pessoas, informação, tecnologia, instalações e serviços, apoiados por comunicações, navegação e vigilância baseadas em terra, a bordo e/ou no espaço (satélites);

XIII - Sistema UAM – Mobilidade Aérea Urbana (*Urban Air Mobility*): Sistema concebido como um subconjunto do Sistema ATM, com o objetivo de proporcionar o Gerenciamento de Tráfego Aéreo, dentro e entre ambientes urbanos e rurais, mediante a integração colaborativa de pessoas, informações, tecnologia, instalações e serviços, apoiados por comunicações, navegação e vigilância baseadas em terra, a bordo e/ou no espaço (satélites);

XIV - Sistema UTM – Gerenciamento de Tráfego de Aeronaves não Tripuladas (*Unmanned Aircraft System Traffic Management*): Sistema concebido como um subconjunto do Sistema ATM, com o objetivo de proporcionar o Gerenciamento de Tráfego Aéreo aos Sistemas de Aeronaves não Tripuladas – UAS mediante a integração colaborativa de pessoas, informações, tecnologia, instalações e serviços, apoiados por comunicações, navegação e vigilância baseadas em terra, a bordo e/ou no espaço (satélites);

XV - Vertiporto:

a) área delimitada em terra, na água ou em uma estrutura destinada para uso, no todo ou em parte, para pouso, decolagem e movimentação em superfície de aeronaves VTOL (ex.: helicópteros e eVTOL); e

b) embora haja muitas outras definições mais detalhadas sobre os tipos de locais de operação de aeronaves eVTOL, no contexto deste documento, o termo Vertiporto será aplicado em todos os casos;

XVI - Vigilância Dependente Automática – Radiodifusão – ADS-B: Meio pelo qual a aeronave, veículos de aeródromo e outros objetos podem automaticamente transmitir e/ou receber dados, tais como identificação, posição e dados adicionais, conforme o caso, em modo radiodifusão via enlace de dados.

CAPÍTULO II CONSIDERAÇÕES GERAIS

Seção I Importância da UAM

Art. 18. Para a efetivação das operações dos eVTOL, o DECEA destaca o contexto da UAM nos seguintes termos:

I - representa um grande potencial capaz de gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais para a sociedade;

II - os benefícios citados poderão ser amplificados se for considerada a expectativa de escalabilidade do número de operações;

III - ao avaliar o cenário atual dos espaços aéreos metropolitanos para voos em baixa altura, verifica-se uma crescente demanda por voos sob IFR;

IV - de forma simplificada, as rotas existentes nessa porção do espaço aéreo foram criadas para prover solução para o tráfego de aeronaves sob VFR utilizando-se REA ou REH;

V - para a implementação do conceito UAM, faz-se necessária uma reestruturação do espaço aéreo no qual esse conceito for aplicado, bem como um progressivo avanço tecnológico e

normativo no provimento de serviços aos usuários, a fim de permitir o aumento do número de voos, mantendo o nível de segurança compatível com a atividade aérea;

VI - a partir da certificação, espera-se progressivo avanço da quantidade de aeronaves eVTOL compartilhando o espaço aéreo com outras aeronaves tripuladas e não tripuladas em ambientes urbanos e suburbanos; e

VII - será necessário integrar os diversos tipos de operação por meio de respaldo normativo robusto e do provimento de uma infraestrutura confiável.

Seção II

Benefícios da UAM

Art. 19. Na identificação dos benefícios do UAM, o DECEA considera o seguinte contexto:

I - Segundo um estudo elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), existe a expectativa da população mundial atingir 10 bilhões de pessoas em 2050;

II - há uma projeção de que o tráfego rodoviário nas grandes cidades se tornará ainda mais congestionado, trazendo dificuldades para a realização do deslocamento de pessoas e de cargas de forma eficiente;

III - a UAM tem o potencial de tornar o problema do congestionamento menos severo ao fornecer uma alternativa de transporte capaz de mitigar a saturação de veículos terrestres; e

IV - a implementação da UAM permitirá o aprimoramento do gerenciamento e da segurança das operações aéreas em ambientes urbanos e suburbanos.

Art. 20. O DECEA destaca, a seguir, alguns dos benefícios esperados decorrentes da UAM:

I - disponibilidade de serviços inovadores que impulsionarão atividades relacionadas com o transporte de passageiros e de carga;

II - nova opção de transporte aéreo em área urbana como alternativa para evitar congestionamentos de tráfego rodoviário;

III - aumento da acessibilidade para localidades remotas ou não servidas por transporte aéreo;

IV - possibilidade de melhoria no tempo de resposta a emergências;

V - redução do impacto ambiental, se comparado com o transporte terrestre, por meio do uso de aeronaves elétricas;

VI - redução da poluição sonora em áreas urbanas à medida que novas tecnologias de rotores entrem em operação;

VII - aumento da mobilidade para indivíduos com deficiências ou limitações de acesso ao transporte;

VIII - redução do percentual de dependência de combustíveis fósseis; e

IX - aumento do crescimento econômico e geração de novos empregos na indústria.

Seção III

Diferenças entre UTM e UAM

Art. 21. Os conceitos UTM e UAM são subconjuntos da AAM e possuem as seguintes diferenças básicas:

I - conceito UTM: foi desenvolvido para permitir que as sUAS voem em áreas urbanas e rurais sem interferir no tráfego aéreo tripulado; e

II - conceito UAM: proporcionará serviços de navegação aérea com elevado potencial de automação, operando de maneira cooperativa para o transporte de passageiros ou cargas em áreas urbanas, regionais ou rurais.

Art. 22. O ecossistema UTM incluirá novas tecnologias, como sistemas de detecção e prevenção de colisões, sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo automatizados, sistemas de comunicação entre UAS e operadores, além de regulamentações específicas para o uso seguro e responsável dessas aeronaves.

Art. 23. As aeronaves não tripuladas podem ser subdivididas em aeronaves remotamente pilotadas ou aeronaves autônomas.

Art. 24. No contexto internacional, a OACI tem publicado, desde 2019, o documento *UTM Framework* como resultado das edições do Simpósio DRONE ENABLE, e o objetivo principal desse documento é servir de referência para a concepção de uma estrutura regulatória adequada.

Art. 25. Com base nesses princípios e nas especificidades do SISCEAB, o DECEA publicou a DCA 351-6 (Concepção Operacional UTM Nacional).

Altitude de operação

Art. 26. Dentro do ambiente UTM, em termos de altitude de operação, as aeronaves irão operar até 400 ft AGL.

Art. 27. No ambiente UAM, a altitude de voo será acima daquela praticada no ambiente UTM, todavia haverá uma interseção entre os ambientes UTM e UAM.

Art. 28. As informações deverão ser compartilhadas entre UTM e UAM para fins de planejamento e provimento de separação entre os tráfegos.

Tipo de aeronave

Art. 29. O foco no ambiente UTM é a operação de aeronaves sUAS remotamente pilotadas ou autônomas e que possuam, na maioria dos casos, massa e dimensões significativamente menores se comparadas às aeronaves eVTOL.

Art. 30. No ambiente UAM, poderão operar aeronaves eVTOL, helicópteros, aeronaves remotamente pilotadas ou da aviação geral.

Tipo de transporte

Art. 31. No ambiente UTM as aeronaves UAS irão operar atendendo a diversas finalidades, entretanto, sem transporte de passageiros.

Art. 32. No ambiente UAM, as operações aéreas serão focadas, principalmente, no

transporte de passageiros e/ou carga e, no caso de passageiros, o processo de certificação contém mais requisitos.

Seção IV

Características das aeronaves eVTOL

Art. 33. As principais características das aeronaves eVTOL são:

I - as aeronaves eVTOL são um novo tipo de aeronave elétrica que possuem a capacidade de pousar e decolar na vertical de forma semelhante a um helicóptero, transportando pessoas (piloto e/ou passageiros) e cumprindo os requisitos de capacidade e performance requeridos;

II - são projetadas, em geral, para voos em baixas altitudes e sem pressurização e, por isso, permitem o uso de materiais mais apropriados para esse tipo de operação;

III - embora os eVTOL tenham a capacidade de decolar e pousar na vertical, alguns modelos comportam-se de forma muito similar às aeronaves de asa fixa durante a fase em rota;

IV - as aeronaves eVTOL, em decorrência da limitação atual das baterias, possuem expectativa de alcance reduzido em comparação com os helicópteros e, por esse motivo, será necessário um controle de fluxo mais eficiente, a fim de gerenciar melhor o uso do espaço aéreo; e

V - quando comparada à aviação tradicional, será na IHM que, com a evolução tecnológica, bem como o progresso na área da automação, tornará a forma de pilotagem mais precisa, eficiente e simplificada.

§ 1º As aeronaves que possuem a capacidade de pousar e decolar na vertical são classificadas como VTOL, a exemplo dos tradicionais helicópteros, e, por isso, às aeronaves VTOL com propulsão elétrica, dá-se o nome de eVTOL.

§ 2º Existem projetos de aeronaves com a mesma capacidade VTOL, porém com energia obtida de forma híbrida, ou seja, por combustíveis fósseis e baterias.

§ 3º Algumas empresas possuem projetos em andamento de aeronaves com a capacidade adicional de pousar e decolar em pista de tamanho reduzido, semelhante a uma aeronave de asa fixa e, nesse caso, a classificação é STOL.

Art. 34. Existem diversas empresas no mundo atuando direta ou indiretamente no desenvolvimento das aeronaves eVTOL considerando diferentes tipos de *design*.

Art. 35. Durante a operação de eVTOL, é indispensável que sejam gerenciados pontos de pouso alternativos ao longo da rota, a fim de garantir a segurança em situações de contingência relacionadas à autonomia, em virtude das limitações das baterias.

Seção V

Desafios relacionados ao ATM

Art. 36. As atuais limitações do ATM, bem como das regras de voo em vigor, representam alguns dos desafios para a implementação das operações no ambiente UAM.

Art. 37. A escalabilidade das operações aéreas dependerá do desenvolvimento de soluções tecnológicas (LASCARA *et al.*, 2019), cujo principal objetivo é minimizar os impactos descritos a seguir:

I - incapacidade de cumprir os requisitos das orientações ATC emitidas por radiotelefonia, devido à ausência de piloto a bordo durante as operações autônomas (considerando que essas operações ainda são objeto de estudo);

II - incapacidade de atendimento à potencial demanda do ambiente UAM com os atuais padrões de separação de 5 ou 3 NM, em casos excepcionais, utilizados em área terminal e imediações; e

III - incompatibilidade entre o volume previsto de operações no ambiente UAM e a capacidade do sistema ATC em gerenciar essa demanda por meio da prestação do serviço de controle de tráfego.

CAPÍTULO III CONCEPÇÃO OPERACIONAL UAM

Seção I Visão geral

Art. 38. UAM é um termo abrangente que envolve a utilização de aeronaves elétricas com elevado grau de automação, não se referindo a uma tecnologia única, em vez disso, representa um conjunto de inovações emergentes para o transporte de pessoas e cargas a curtas distâncias e em baixas altitudes.

Art. 39. O termo AAM inclui a utilização desses novos tipos de aeronaves na Mobilidade Aérea Urbana, Mobilidade Aérea Regional, Serviços Públicos, Entrega de Cargas, bem como a utilização desses veículos de forma privada, recreativa ou militar (FAA, 2023a) e, além disso, a AAM também engloba a integração com o ambiente UTM.

Parágrafo único. Embora AAM seja um tema mais abrangente, no contexto deste documento, a principal ênfase é o desenvolvimento relacionado com a UAM.

Art. 40. Visando à preparação de um novo ambiente de operações aéreas, o DECEA, como órgão regulador de diversas atividades relacionadas à navegação aérea, desenvolve trabalhos com o objetivo de permitir a transição rumo ao ATM do futuro de forma planejada e, assim, suportando o progressivo aumento do volume de operações aéreas em ambientes urbanos e regionais.

Art. 41. Ao avaliar as demandas necessárias para implantação do ambiente UAM, nota-se a possibilidade de um avanço na aplicação das concepções estabelecidas no Conceito Operacional Global de Gerenciamento de Tráfego Aéreo – GATMOC (OACI, 2005), e no Plano Global de Navegação Aérea – GANP (OACI, 2019).

Art. 42. Como o ambiente UAM é composto por uma área relativamente pequena, se comparado com o sistema ATM, essas novas operações podem servir, estrategicamente, como uma prova de conceito, ou antecipação, para aplicação de outros conceitos como TBO, FF-ICE e 4DT.

Art. 43. As inovações relacionadas aos conceitos UTM e UAM representam um catalisador no sentido de acelerar e viabilizar a implementação do sistema ATM do futuro.

Art. 44. A visão apresentada neste documento possui embasamento em estudos, trabalhos acadêmicos, colaborações da indústria e documentações de outros órgãos reguladores nacionais e internacionais.

Art. 45. O DECEA definirá, manterá e disponibilizará publicamente os espaços aéreos onde o conceito UAM será aplicado e estabelecerá os requisitos de capacidade e performance necessários para voos nessas áreas.

Art. 46. Por ser um tema ainda não harmonizado internacionalmente no âmbito da OACI, novos estudos e trabalhos poderão provocar alterações no decorrer do tempo, resultando em novas versões desta CONOPS ou outros documentos complementares.

Art. 47. A UAM permitirá serviços de transporte de passageiros ou carga nas áreas urbanas e nos arredores.

Art. 48. A fim de viabilizar a implementação dessas operações, esta CONOPS fornece uma perspectiva inicial e fundamental que apoiará a introdução e incorporação de operações UAM no SISCEAB.

Art. 49. Os ambientes UAM e UTM são subsistemas conceitualmente inseridos no ATM em conformidade com o disposto na DCA 351-2 (Concepção Operacional ATM Nacional) (BRASIL, 2021a).

Art. 50. O conceito UAM considera os voos de aeronaves eVTOL de forma integrada, isto é, de forma conjunta, incluindo as demais aeronaves como helicópteros, aeronaves tripuladas de asa fixa e aeronaves não tripuladas e demais voos, compartilhando o uso de volumes de espaço aéreo.

Art. 51. A segregação ou o uso exclusivo de corredores ou áreas reservadas para eVTOL pode, em alguns casos, ser menos eficiente em relação aos demais tráfegos em espaços aéreos mais congestionados.

Art. 52. A solução encontrada para espaços aéreos congestionados, é o compartilhamento do espaço aéreo por qualquer tipo de aeronave, desde que sejam atendidos requisitos de performance e capacidade definidos para cada tipo de espaço aéreo.

Art. 53. Para que o gerenciamento de tráfego possa viabilizar operações seguras e eficientes no espaço aéreo, são necessárias soluções que vão além da infraestrutura atual de ATM e dos recursos de pessoal do controle de tráfego aéreo, e algumas dessas soluções serão apresentadas nos dispositivos desta publicação.

Art. 54. As soluções tecnológicas destinadas a aprimorar a consciência situacional compartilhada entre os operadores serão implementadas de forma progressiva, com o objetivo de garantir a escalabilidade e o aumento seguro do número de operações aéreas simultâneas em uma determinada área ou região.

Art. 55. A presente versão inicial da CONOPS UAM constitui um marco fundamental para a introdução deste conceito, com vistas a orientar o processo de integração dessa nova tecnologia no SISCEAB, identificando o nível de automação, as modificações regulatórias e os ajustes necessários, visando à escalabilidade das operações de aeronaves eVTOL.

Art. 56. O volume das operações de Mobilidade Aérea Urbana (UAM) poderá aumentar substancialmente como alternativa de transporte, considerando-se a expectativa de redução dos custos operacionais resultante da escalabilidade econômica no setor.

Art. 57. O número crescente de operações poderá desafiar as atuais capacidades da infraestrutura voltada para o ATM e os recursos humanos para as atividades ATC, justificando a necessidade do desenvolvimento de novos sistemas e novas abordagens para prover esses serviços.

Art. 58. É esperado que as operações iniciais de aeronaves eVTOL ocorram logo após o término do processo de certificação pelo respectivo órgão competente, considerando a presença do piloto a bordo.

Art. 59. No estágio atual de desenvolvimento, as operações autônomas ou remotamente pilotadas, dentro do escopo da UAM, ainda dependem de estudos e testes mais robustos.

Art. 60. As operações aéreas específicas como policiais, atendimento a emergências,

segurança pública e atividades militares também serão integradas a esse novo ecossistema.

Seção II

Provedor de serviço UAM

Art. 61. O termo PSU refere-se à entidade responsável pelo provimento de serviços dentro do ambiente UAM.

Art. 62. O PSU deverá ser certificado pelo DECEA segundo regras que serão publicadas em norma específica.

Art. 63. Múltiplos PSU poderão operar em uma mesma área geográfica específica.

Art. 64. Os PSU podem depender da contratação de serviços dos SDSP.

Art. 65. O PSU fornecerá os serviços aos operadores dentro do ambiente UAM levando em consideração os requisitos de capacidade e performance estabelecidos.

Parágrafo único. O PSU poderá fornecer outros serviços de valor agregado para apoiar os participantes do UAM à medida que o mercado crie oportunidades para atender às necessidades dos negócios.

Art. 66. A função de PSU poderá ser exercida pelo DECEA ou outra entidade, seja pública ou privada, a ser estabelecida em legislação específica para cada área de operação.

Art. 67. Critérios objetivos deverão ser estabelecidos para determinar em quais espaços aéreos deverá haver a designação de um PSU.

Art. 68. Os PSU deverão atender aos protocolos de organizações internacionalmente reconhecidas para a padronização de processos relativos a sistemas, produtos e serviços aplicáveis.

Art. 69. Para um mesmo volume de espaço aéreo, num cenário operacional, poderá haver um ou mais PSU autorizados a operar.

Parágrafo único. Independentemente da quantidade, deverá haver um sistema central sincronizado e interoperável com cada PSU.

Art. 70. Os PSU serão utilizados pelos operadores aéreos para receber ou compartilhar informações durante as operações das aeronaves dentro do ambiente UAM e deverão ser capazes de compartilhar informações com os USS.

Art. 71. O sistema central poderá ser gerido pelo DECEA ou outra instituição por ele delegada.

Art. 72. Exemplos de serviços prestados pelo PSU: gestão de intenções de voo, compartilhamento de informações operacionais, desconflito de tráfego, gestão de slots em vertiportos, balanceamento entre capacidade e demanda (DCB), controle de fluxo, monitoramento de conformidade, coordenação de acesso a aeroportos, vertiportos, serviços de meteorologia, serviços de cartografia, informações aeronáuticas etc.

Art. 73. Os serviços providos por cada PSU poderão variar de acordo com a quantidade de movimentos e da complexidade do espaço aéreo.

Art. 74. Este item aborda uma listagem, não exaustiva, de ações de responsabilidade do PSU:

I - interagir com outros PSU a fim de manter a eficiência das operações;

II - analisar e confirmar se a intenção de voo de um operador aéreo está completa, consistente com os avisos e restrições aplicáveis, estrategicamente separada de outros tráfegos (considerando as intenções de todos os demais voos), com disponibilidade de horário para pousar e decolar e informada das condições de voo;

III - inserir a intenção de voo aprovada na rede de PSU;

IV - emitir aos demais usuários impactados notificações sobre a autorização emitida, suas restrições e horários de operação;

V - prover suporte colaborativo para os serviços de separação (estratégica e tática) e emissão de alertas a outros PSU envolvidos; e

VI - registrar e armazenar os dados de todas as operações para fins de análise, regulação e governança.

Seção III

Gerenciamento de espaço aéreo

Estrutura do espaço aéreo

Art. 75. Conforme pode ser visto na figura 1 abaixo, as atuais estruturas de espaço existentes no Brasil estão de acordo com as normas e recomendações da OACI publicadas em documentos como o Anexo 11 (*Air Traffic Services*) à Convenção de Aviação Civil Internacional – CACI, Documento 4444 (*Procedures for Air Navigation Services — Air Traffic Management*) e outros.

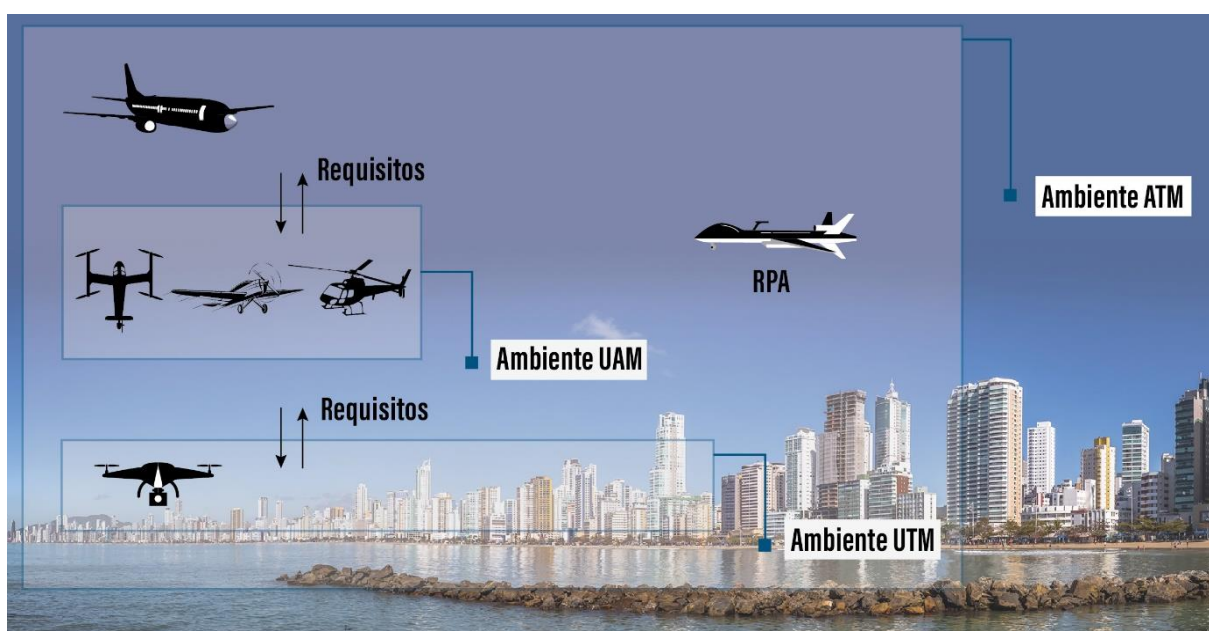


Figura 1 – Estrutura do espaço aéreo incluindo UTM e UAM

Parágrafo único. As normas da OACI citadas no *caput* estão refletidas em normas nacionais, como ICA 100-12 (Regras do Ar), ICA 100-37 (Serviços de Tráfego Aéreo), MCA 100-16 (Fraseologia de Tráfego Aéreo), e, de forma simplificada, as estruturas de espaço aéreo como FIR, CTA, CTR, ATZ, entre outras, continuarão a existir.

Art. 76. As regras de acesso ao espaço aéreo, controle de tráfego aéreo, meteorologia, informações aeronáuticas e demais dispositivos normativos vigentes permanecerão inicialmente

aplicáveis a partir da UML-2.

Art. 77. Onde for necessário, serão inseridos itens normativos em regulamentos atuais ou elaboradas novas normas para complementar a legislação vigente.

Art. 78. A criação de uma nova classificação de espaço aéreo poderá ser requerida devido ao fato de as atuais classificações não contemplarem os requisitos técnicos e operacionais de capacidades e performance demandados.

§ 1º Durante a análise da circulação aérea de aeronaves eVTOL no ambiente UAM, constatou-se que a criação de corredores exclusivos em espaços aéreos congestionados pode resultar em menor eficiência no uso do espaço aéreo, considerando a escalabilidade do número de movimentos aéreos dessas aeronaves.

§ 2º A implementação de rotas exclusivas geraria concorrência em áreas onde já existem estruturas estabelecidas, como as Rotas Estruturadas de Aeronaves – REA e as Rotas Estruturadas de Helicópteros – REH (BRASIL, 2022b).

Art. 79. Em substituição à criação de corredores exclusivos para aeronaves eVTOL, serão definidos volumes de espaço aéreo onde o conceito UAM será aplicado.

Art. 80. Dentro do volume de espaço aéreo UAM e, dependendo da existência de outros usuários do espaço aéreo, poderá haver rotas exclusivas para eVTOL.

Art. 81. O acesso a esses espaços aéreos estará condicionado ao cumprimento de requisitos de capacidade e performance previamente estabelecidos.

Art. 82. Qualquer aeronave tripulada capaz de se ajustar aos requisitos poderá ingressar nesses volumes de espaço aéreo.

Art. 83. As rotas existentes numa região poderão ser aproveitadas no todo ou em parte para integração dos eVTOL.

Art. 84. Se for necessário, novas rotas poderão ser criadas, todavia, no início das operações, poderão ser estabelecidas rotas exclusivas para melhor controle e acompanhamento das operações de eVTOL.

Seção IV **Nova classificação de espaço aéreo**

Art. 85. Uma nova classificação de espaço aéreo deverá considerar o contexto abaixo:

I - a legislação vigente reconhece dois tipos de regras de voo: as Regras de Voo por Instrumentos – IFR e as Regras de Voo Visual – VFR;

II - o ecossistema da UAM carece de elementos normativos na legislação atual que atendam às novas demandas operacionais;

III - a separação entre aeronaves ocorre de duas formas:

a) pelo próprio piloto, quando responsável por manter a separação em relação às demais aeronaves; e

b) pelo órgão ATC, quando responsável por prover a separação adequada;

IV - no novo cenário da UAM, será fundamental a flexibilidade operacional que permita operar de forma independente das condições VMC ou IMC;

V - a fim de viabilizar a integração das aeronaves eVTOL no espaço aéreo, sem a necessidade de aplicação de segregação, deverão ser empregadas tecnologias e informações digitais que auxiliem no provimento da separação entre as aeronaves; e

VI - como solução viável, poderá ser adotado o conceito de "Voo Digital" (*Digital Flight*), desenvolvido pela NASA, o qual propõe um modo inovador de operação para todos os usuários do espaço aéreo, complementando a navegação em VFR ou IFR (WING *et al.*, 2022).

Art. 86. A partir da introdução do conceito de Voo Digital, fica estabelecida a possibilidade de aplicação de uma nova regra de voo, denominada Regras de Voo Digital (DFR – *Digital Flight Rules*).

Art. 87. Os operadores devidamente qualificados poderão navegar em DFR com o objetivo de aprimorar o acesso ao espaço aéreo, permitindo maior flexibilidade operacional em quaisquer condições de visibilidade e, futuramente, em todas as classes de espaço aéreo.

Art. 88. A aplicação do conceito DFR terá como efeito o aprimoramento das condições de voo e da consciência situacional dos pilotos, evitando a necessidade de segregação das operações no ambiente UAM.

Art. 89. Os operadores, suportados por informações digitais, poderão adotar práticas cooperativas de separação, visando garantir a segurança dos trajetos de voo, em substituição a procedimentos visuais baseados exclusivamente na visão natural ou na prestação de serviços de separação pelo ATC.

Art. 90. A adoção das práticas mencionadas nesta Seção possibilitará a escalabilidade do número de movimentos aéreos simultâneos.

Art. 91. Considerando que os modos de operação atualmente existentes não permitem alcançar esse objetivo, ratifica-se a necessidade de introdução de novas tecnologias e da definição de novas regras de voo.

Art. 92. A introdução de um novo tipo de regra de voo será fundamental a partir do UML-4, pois o nível de escalabilidade associado às operações sob IMC demandará melhorias a partir da utilização de dados para complementar a navegação aérea.

Parágrafo único. Dependendo do nível de desenvolvimento e implementação de novas tecnologias, a introdução de um novo tipo de regra de voo poderá ocorrer antes do UML-4.

Seção V

Alocação de espaço aéreo

Art. 93. O ambiente UAM é definido por um volume de espaço aéreo no qual haverá o provimento de serviços por um ou mais PSU.

Art. 94. Para cada ambiente UAM, será atribuída uma classificação de espaço aéreo e a regra de voo permitida.

Art. 95. Serão estabelecidos, para cada ambiente UAM, os requisitos de performance e capacidade.

Art. 96. No ambiente UAM, não será estabelecida uma altitude mínima ou máxima padronizada a ser aplicada de forma idêntica em todo o espaço aéreo brasileiro, ao contrário, haverá flexibilidade considerando os seguintes parâmetros:

I - a altitude mínima será estabelecida considerando o volume acima do espaço aéreo UTM (se houver);

II - a altitude máxima será estabelecida também de forma flexível em função das trajetórias pertencentes à circulação aérea IFR tradicional existente (SID, STAR, IAC, AWY etc.); e

III - em termos horizontais, serão estabelecidos limites (*Geofence*) definindo as áreas de aplicação do conceito UAM e, dependendo do caso, outras estruturas de espaço aéreo (REA, REH, EAC etc.) poderão constituir limites laterais.

Art. 97. Apenas as aeronaves elegíveis, isto é, capazes de atender aos requisitos de capacidade e performance, poderão acessar os volumes de espaço aéreo do ambiente UAM.

Art. 98. Antes da implementação dos volumes de espaço aéreo onde será aplicado o conceito UAM, será elaborada uma análise do espaço aéreo e da circulação IFR em vigor com o objetivo de promover uma otimização permitindo a introdução do novo espaço aéreo sem impedir a continuidade dos voos IFR da aviação regular.

Art. 99. Para fins de alocação de espaço aéreo, deverá ser realizada uma análise prévia da dinâmica do fluxo de tráfego aéreo, com o objetivo de aumentar a acessibilidade das operações UAM (Murça, 2021).

Art. 100. Os parâmetros de análise e os requisitos aplicáveis serão detalhados em um plano de implementação a ser elaborado pelo órgão competente.

Art. 101. As aeronaves eVTOL poderão operar em espaços aéreos distintos, mesmo que o conceito UAM não seja aplicado, devendo, contudo, obedecer aos critérios estabelecidos para cada espaço aéreo correspondente.

Seção VI

Requisitos de capacidade e performance

Art. 102. Os requisitos para acesso ao Espaço Aéreo serão flexíveis de acordo com as necessidades operacionais de cada volume de espaço aéreo.

Art. 103. Serão estabelecidos conjuntos de critérios para simplificar e criar classificações.

Art. 104. Em espaços aéreos mais congestionados, poderá ser requerido tanto o ADS-B IN quanto o ADS-B OUT, a fim de aumentar a consciência situacional dos pilotos e elevar o nível de segurança do sistema.

Art. 105. Quando o volume de tráfegos for relativamente baixo, poderá ser exigido apenas o ADS-B OUT com a finalidade de auxiliar na identificação dos tráfegos pelo sistema de gerenciamento ATM.

Art. 106. A lógica utilizada na criação dos requisitos será semelhante ao estabelecimento de espaços aéreos condicionados onde os parâmetros são definidos conforme a necessidade de cada área.

Art. 107. Para padronizar e facilitar a utilização pelos usuários, a criação de especificações técnicas será planejada de forma análoga ao disposto no Documento 9613 (*Performance-based Navigation (PBN) Manual*) da OACI, o que poderá exigir determinadas especificações de navegação.

Art. 108. Os novos volumes de espaço aéreo definidos para operação UAM poderão ser usados pelos demais usuários desde que sejam atendidos os requisitos de capacidade e performance

estabelecidos.

Art. 109. Os requisitos específicos de capacidade e performance serão detalhados para cada nível UML.

Parágrafo único. Requisitos e regramento complementar serão descritos em norma específica.

Seção VII

Provimento de separação

Art. 110. As avaliações iniciais indicam que a aplicação dos critérios tradicionais de separação de aeronaves, contidos no Documento 4444 (*Air Traffic Management*) da OACI não será suficiente para viabilizar a escalabilidade do volume de operações no espaço aéreo onde o conceito UAM for aplicado.

Art. 111. No Brasil, os critérios de separação atuais estão definidos na ICA 100-37 (Serviços de Tráfego Aéreo).

Art. 112. Na aviação regular, a separação do tráfego é alcançada por meio de uma combinação de instruções ATC, da execução dessas instruções e do uso de sistemas a bordo, como sistemas de prevenção de colisão.

Art. 113. O ambiente UAM enfrentará novos desafios quanto à separação do tráfego, em razão do aumento do número de aeronaves operando em ambientes urbanos e suburbanos, com variações de altitudes e trajetórias de voo.

Art. 114. A separação de tráfego no ambiente UAM levará em consideração uma combinação de sistemas automatizados, tecnologias de comunicação e regulamentações inovadoras para manter o nível de segurança e viabilizar esse novo tipo de operação.

Art. 115. A solução de conflitos de tráfego no ambiente UAM atenderá a uma combinação de tecnologias de comunicação V2V e V2I.

Art. 116. Veículos equipados com tecnologias V2V e V2I poderão compartilhar dados em tempo real sobre sua posição, velocidade e trajetória de voo com veículos próximos e/ou com infraestrutura terrestre, as quais poderão ser utilizadas para o ajuste dinâmico das trajetórias de voo, visando à prevenção de colisões.

Art. 117. Será necessário desenvolver parâmetros de separação inovadores para aplicar no ambiente UAM.

Art. 118. Assim como no ATM, a resolução de conflitos no UAM se dará em várias fases, permitindo que um conflito seja detectado e resolvido com a maior antecedência possível.

Art. 119. A figura 2 abaixo mostra um resumo das fases com as ações que podem ser tomadas em cada etapa, incluindo a janela temporal durante a qual as medidas podem ser aplicadas (RIBEIRO *et al.*, 2020).

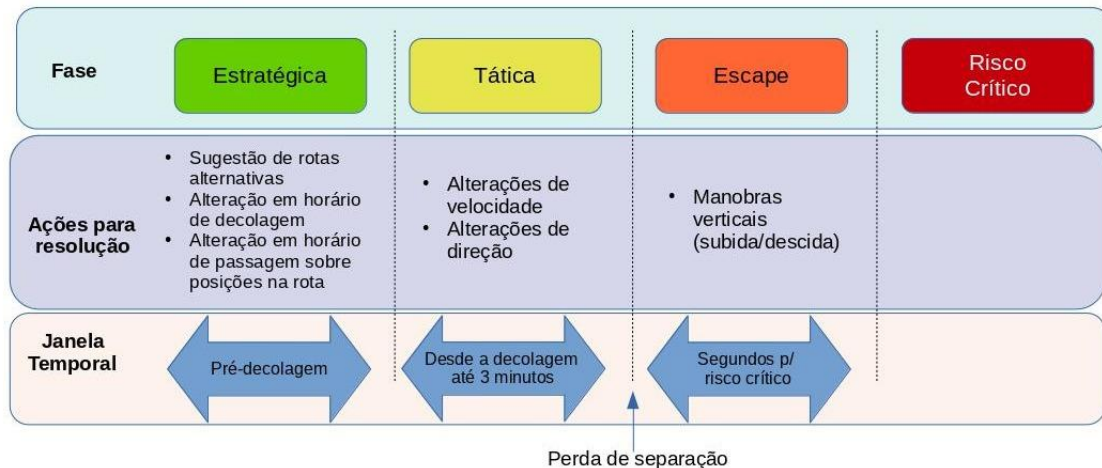


Figura 2 – Gestão de conflitos de tráfego no ambiente UAM

Art. 120. A janela temporal citada na figura 2 é meramente ilustrativa e será definida durante o avanço dos sistemas envolvidos.

Art. 121. A fase estratégica da resolução de conflitos ocorre normalmente antes da decolagem e, nessa etapa, um pré-processamento das intenções de voo detectará os conflitos que poderão ocorrer em uma determinada porção do espaço aéreo e oferecerá as opções de medidas que poderão ser tomadas para a resolução de cada um dos conflitos.

Art. 122. Por se tratar de modificações no plano de voo, poderá ser aplicado o conceito CDM, no qual todos os envolvidos serão chamados a participar da decisão de modo a obter uma solução final que seja satisfatória para o conjunto de participantes.

Art. 123. Entre as medidas que poderão ser aplicadas na fase estratégica estão a alteração do horário de decolagem, sugestão de rotas alternativas e alterações no horário previsto de passagem sobre determinados pontos da rota.

Art. 124. A fase tática de resolução de conflitos ocorrerá durante o voo e será estabelecida uma antecedência temporal em relação ao momento previsto para o Ponto de Maior Proximidade – CPA, mas poderá ocorrer a qualquer momento a partir da decolagem.

Art. 125. A figura 2 exemplifica uma separação baseada em 3 minutos, pela qual ainda será possível tomar medidas que sejam capazes de garantir uma separação adequada, como alterações nas velocidades e/ou nas direções das aeronaves envolvidas.

Parágrafo único. Caso nenhuma medida de resolução de conflitos seja aplicada, ocorrerá a perda de separação, ou seja, a distância entre as aeronaves atingirá um valor abaixo dos mínimos estabelecidos para aquele espaço aéreo.

Art. 126. Assim como na aviação geral em que o Sistema Anticolisão de Bordo – ACAS indica manobras verticais como última medida para evitar uma colisão, um módulo do ACAS com o qual os eVTOL poderão ser equipados tomará as medidas necessárias para evitar o risco crítico.

Art. 127. De acordo com os critérios atuais, considerando a classificação do espaço aéreo, a separação poderá ser provida pelo serviço de controle de tráfego aéreo ou ficar sob responsabilidade do piloto, e, no cenário da UAM, nenhuma das alternativas atende à expectativa de demanda, pelas seguintes razões:

I - deixar a separação a cargo do ATC não seria viável pois, com a escalabilidade, aumentaria significativamente a complexidade e demandaria uma enorme quantidade de setores e de pessoal; e

II - considerar um enorme volume de operações e deixar as separações somente a cargo do piloto aumentaria substancialmente o risco das operações nesse espaço aéreo.

Parágrafo único. A solução é introduzir novas tecnologias e novas regras de voo para auxiliar no provimento da separação sem depender da intervenção tática do ATC nem deixar apenas sob a responsabilidade do piloto prover a separação usando somente a visão natural.

Art. 128. Conforme a figura 2, a separação ocorrerá em níveis sucessivos e de forma preventiva.

§ 1º Embora o termo separação seja amplamente utilizado, para melhor compreensão, será usado o termo desconflito.

§ 2º Por desconflito, entende-se a aplicação de tecnologias que funcionam de forma preventiva ou tática.

Art. 129. O desconflito preventivo significa o emprego de tecnologia capaz de identificar antecipadamente a possibilidade de ocorrência de um conflito, analisar e prover uma solução, estratégica ou tática, sem depender da ação evasiva do piloto.

Parágrafo único. O desconflito preventivo ocorrerá por meio de uma atualização de sua autorização, a qual é emitida por um sistema.

Art. 130. O desconflito tático consistirá na ação do piloto, tendo como suporte o aumento da consciência situacional provido pelo uso de uma tecnologia.

Art. 131. Serão determinados os padrões de capacidade e performance para as tecnologias a serem empregadas nessa finalidade, e, em um nível mais desenvolvido de maturidade, o sistema também irá prover ações táticas de separação.

Art. 132. O desconflito preventivo estratégico ocorrerá pelo uso de uma tecnologia capaz de analisar todos os dados das intenções de voo de todas as aeronaves que pretendem ingressar em volume de espaço aéreo onde o conceito UAM será aplicado, e antes da decolagem, o conflito será solucionado analisando os seguintes casos:

I - aeronaves sucessivas com mesma origem e destino;

II - aeronaves com origens diferentes e mesmo destino; e

III - aeronaves com origem e destinos diferentes, mas que se cruzarão ao longo da trajetória.

Art. 133. O desconflito preventivo tático consistirá no mesmo tipo de análise do estratégico, mas ocorrerá após a decolagem.

Art. 134. No desconflito tático, o sistema atualizará as informações e monitorará os deslocamentos, e caso um conflito seja identificado, o sistema emitirá uma correção para a navegação (ajuste de velocidade, trajetória, altitude, horário de passagem de um *waypoint* etc.).

§ 1º O desconflito tático pressupõe a aplicação das informações adicionais providas por sistemas para adotar uma ação evasiva.

§ 2º O piloto, nesse caso, identificará a possível ameaça e realizará um ajuste na navegação para evitar o risco.

Art. 135. A última camada de desconflito será a utilização do ACAS, que em caso de iminência de colisão emitirá um alerta e uma orientação para realização de uma manobra evasiva.

Art. 136. A fim de aumentar a capacidade do espaço aéreo, a expectativa para o ambiente UAM é a redução dos valores tradicionais de separação.

Art. 137. Numa área de TMA, por exemplo, salvo casos excepcionais, será aplicada a separação lateral de 5 NM e vertical de 1.000 ft.

Art. 138. Caso tais distâncias fossem aplicadas no ambiente UAM, seria impossível proporcionar a escalabilidade desejada para o número de operações simultâneas esperado.

Art. 139. Os valores tradicionais citados levam em consideração determinadas capacidades de navegação, velocidade, vento etc.

Art. 140. Portanto, visando manter os níveis de segurança, a solução envolve o uso de especificações de navegação associadas a sistemas V2V e V2I, aumentando a consciência situacional e facilitando o desconflito.

Art. 141. Atualmente, os sistemas de navegação estão cada vez mais precisos a ponto de a aeronave voar próxima do eixo da trajetória nominal de voo.

Art. 142. Da mesma forma, o sistema de altimetria possui um excelente nível de precisão.

Art. 143. Assim sendo, para reduzir a probabilidade de colisão, onde for apropriado, poderá ser aplicado o conceito de *offset* lateral e vertical.

Art. 144. Na prática, as aeronaves voarão ligeiramente deslocadas tanto horizontal quanto verticalmente do eixo nominal.

Art. 145. O efeito esperado é o acréscimo de mais uma camada de segurança para evitar colisão.

Art. 146. O conceito de *offset* deixará de ser necessário se o conceito FRA for aplicado ao espaço aéreo.

CAPÍTULO IV SISTEMAS E SERVIÇOS CRÍTICOS

Seção I Informações gerais

Art. 147. A implementação do conceito UAM é uma atividade multidisciplinar e ligada a diversas áreas de atuação.

Art. 148. A participação de cada área se dará a partir da prestação de serviços por um PSU.

Art. 149. Os dados usados nos serviços poderão ser gerados pelo próprio PSU ou obtidos de um SDSP.

Art. 150. Nas Seções deste Capítulo, serão apresentados os serviços relacionados com o ambiente UAM.

§ 1º Não há uma lista exaustiva no sentido de contemplar todas as possibilidades, mas aquelas inicialmente classificadas como essenciais.

§ 2º As disposições normativas atuais envolvendo tais serviços não estão descartadas.

§ 3º A abordagem presente neste capítulo visa apresentar novas perspectivas de evolução no ambiente UAM.

§ 4º As proposições deste capítulo relacionam-se com o desenvolvimento de novos sistemas e/ou funcionalidades para sistemas existentes.

Art. 151. Considerando o cenário futuro, são estabelecidas as seguintes estratégias possíveis:

- I - desenvolver novos sistemas interoperáveis com os existentes;
- II - adicionar funcionalidades a algum sistema existente; e
- III - fundir ou mesclar sistemas a fim de atender a dois ou mais serviços simultaneamente.

Art. 152. Na atual estrutura, o DECEA é provedor de diversos serviços relacionados à navegação aérea.

Art. 153. Para o cenário futuro, dentro do ambiente UAM, vários serviços descritos neste capítulo poderão ser executados de formas diferentes e tais possibilidades serão escolhidas levando em conta critérios como eficiência, qualidade, disponibilidade, custo etc.

Art. 154. A melhor estratégia poderá ser definida considerando as especificidades das localidades onde se pretende aplicar o conceito UAM.

Art. 155. A seguir, são apresentadas algumas estratégias para provimento de serviços em ambiente UAM:

- I - o DECEA poderá atuar como único provedor do serviço;
- II - o DECEA poderá permitir a execução do serviço por um PSU, entretanto a implementação ou aceitação do produto/serviço estará previamente condicionada à análise e aprovação;
- III - o DECEA poderá delegar completamente a execução do produto/serviço por meio da certificação de um PSU; e
- IV - poderá haver mais de um PSU ofertando serviços em uma mesma área geográfica.

Seção II

Serviço CNS

Art. 156. O termo CNS compreende os meios de comunicação, navegação e vigilância.

Art. 157. O ambiente UAM impõe restrições aos sistemas CNS em baixas altitudes, pelos seguintes motivos:

I - edifícios, pontes, torres e estruturas bloqueiam os sinais que se destinam à comunicação com veículos aéreos, assim como reduzem o número de satélites visíveis que são utilizados para determinação de posição por meio do Sistema Global de Navegação por Satélite – GNSS utilizado nos sistemas de navegação, além de dificultar a propagação e inviabilizar o uso de sistemas tradicionais de vigilância por radar; e

II - as comunicações de voz em VHF e os sistemas de Vigilância Dependente Automática – Radiodifusão – ADS-B já estão no limite de sua capacidade em aeroportos de alta densidade e seriam sobrecarregados por centenas de novos veículos.

Art. 158. Os principais impactos operacionais das restrições do ambiente UAM são listados abaixo:

I - o Controle de Tráfego Aéreo – ATC é incapaz de rastrear aeronaves em voos de baixa altitude por meio de radar convencional e, conseqüentemente, não pode prover separação adequada entre aeronaves;

II - o ATC não pode se comunicar por VHF com muitas aeronaves em área urbana em baixa altitude ou identificar aeronaves apenas com o sistema ADS-B atual, portanto, regras alternativas de espaço aéreo precisam ser aplicadas;

III - a alta densidade esperada no ambiente urbano no futuro e nos vertiportos requerem separações mínimas menores do que o mínimo de separação padrão adotado nos serviços de navegação aérea;

IV - quanto menores os requisitos de separação para o ambiente UAM maior deverá ser a taxa de atualização dos dados;

V - de acordo com a OACI (OACI, 2019b), sobre o uso do ADS-B, poderá haver sobrecarga da frequência 1090 Mhz em ambiente com muitos tráfegos voando simultaneamente;

VI - a tecnologia de vigilância escolhida dependerá do ambiente e do volume de movimentos aéreos para cada espaço aéreo; e

VII - para altas demandas, novas tecnologias deverão ser pesquisadas.

Art. 159. Como visão de futuro, o objetivo do DECEA é garantir a implementação de um sistema de navegação altamente eficiente, acompanhado por sistemas de previsão e monitoramento de desempenho.

Art. 160. Para reduzir a carga de trabalho dos pilotos em ambientes operacionais mais complexos e com maiores densidades de tráfego, será necessário estabelecer um nível de automação que realize o monitoramento de conformação de trajetórias, envelopes de proteção e performance dos sensores das aeronaves.

Art. 161. É desejável desenvolver infraestrutura adicional de suporte à navegação por GNSS com a finalidade de gerar uma resiliência sistêmica para lidar com o desafio de cenários com alta demanda de tráfego.

Art. 162. Os requisitos de comunicação no ambiente UAM incluem:

I - comunicações confiáveis: as comunicações deverão ser confiáveis e seguras, garantindo, adicionalmente, que os passageiros possam usufruir de uma conexão estável a redes de voz e dados, com qualidade de serviço adequada;

II - comunicações de baixa latência (atraso mínimo) e alta taxa de dados: considerando que as aeronaves no ambiente UAM poderão voar a velocidades acima de 120 kt, os dados precisam tramitar a taxas muito altas e com baixa latência (precisam trocar grande quantidade de dados em um período extremamente curto);

III - as comunicações precisam ser resilientes a ponto de reagir, em tempo real, a qualquer ocorrência crítica;

IV - as aeronaves nesse ambiente necessitarão compartilhar sua posição e receber posições de outras aeronaves, incluindo as RPA;

V - os usuários do espaço aéreo precisarão ser constantemente informados sobre o status do tráfego aéreo, condições meteorológicas e quaisquer eventos inesperados;

VI - novas interfaces aéreas devem ser usadas para permitir a taxa de dados e latência necessárias para o eVTOL;

VII - diferentes bandas de frequência devem ser exploradas;

VIII - o principal elemento desse novo conceito é a manutenção da segurança à vida (*Safety-of-life*) e a segurança cibernética (*Cyber Security*); e

IX - como os tráfegos voarão em áreas urbanas das cidades e sobre pedestres, as comunicações seguras são vitais para evitar que esses tráfegos sejam alvo de *hacking* ou *jamming*.

Art. 163. As comunicações por voz serão necessárias no início das operações nas porções de espaço aéreo previamente designadas.

Parágrafo único. O uso da voz por VHF continuará sendo relevante para o ambiente UAM, como, por exemplo, em casos de emergência.

Art. 164. O emprego dos meios CNS serão selecionados de acordo com a demanda de tráfego prevista.

Art. 165. Para um baixo volume de tráfego e baixa complexidade do espaço aéreo, a comunicação por voz poderá suprir a demanda.

Art. 166. As demandas identificadas para as capacidades CNS incluem:

I - capacidade de prover vigilância aérea dos tráfegos evoluindo no ambiente UAM;

II - capacidade de negociação de trajetórias entre o sistema de gerenciamento de tráfego aéreo (incluindo o gestor da separação estratégica) e as aeronaves em solo e em voo;

III - capacidade de intercâmbio de informações entre os tráfegos em voo e o sistema do provedor de serviços dentro do ambiente UAM;

IV - utilização da tecnologia ADS-B IN ou outro meio similar que permita a vigilância dos tráfegos (altitude, posição, velocidade etc.) e o intercâmbio dessas informações no modo V2V e V2I;

V - regulamentação do que será requerido dos provedores de serviço CNS dentro do ambiente UAM; e

VI - pesquisa da cobertura e da possibilidade de utilização da rede de telefonia móvel para voos em baixa altura como suporte aos meios CNS no ambiente UAM.

Seção III

Serviço AIS

Art. 167. O Serviço de Informação Aeronáutica – AIS exercerá uma função crucial para a segurança e eficiência das atividades aéreas dentro do ambiente UAM.

Art. 168. O AIS proverá informação precisa e no tempo certo nas áreas de interesse, o que é crítico para a segurança das operações dos veículos no ambiente UAM.

Art. 169. Além das informações divulgadas para a aviação tradicional, no cenário do ambiente UAM serão necessárias informações mais atualizadas sobre vertiportos, heliportos, helipontos, aeródromos e outras áreas de pouso, incluindo informações sobre pista, dados sobre obstáculos e condições climáticas de forma apropriada, a fim de atender às demandas específicas de usuários ou de sistemas.

Art. 170. Para a continuidade das operações no ambiente UAM, tanto antes quanto após a decolagem das aeronaves, serão requeridas, por meio da interação entre sistemas, informações sobre a utilização do espaço aéreo e das atividades planejadas, o que é necessário para que o sistema de análise de intenções de voo dentro do ambiente UAM planeje as rotas e evite conflitos entre tráfegos operando dentro do ambiente UAM.

Art. 171. Avaliações iniciais indicam que a atual estrutura de plano de voo, bem como da tramitação das informações aeronáuticas, prevista pela OACI e introduzida na legislação nacional, será inadequada para atender às demandas dos espaços aéreos onde o conceito UAM for aplicado.

Art. 172. As atuais limitações vão desde o tempo de processamento do plano de voo antes da decolagem até o compartilhamento de outras informações durante o voo.

Art. 173. Será necessário desenvolver uma forma mais detalhada e célere de transmitir e receber as orientações sobre as intenções de voo.

Art. 174. O processamento inicial desse plano considerará fatores como o desconflito estratégico em relação a todos os demais voos conhecidos na rota pretendida, bem como medidas de gerenciamento de fluxo, se necessário (XUE, 2021).

Gestão da Informação Aeronáutica – AIM

Art. 175. Associada ao AIS, a Gestão da Informação Aeronáutica – AIM será crucial para a implementação segura e eficiente do conceito UAM, das aeronaves não tripuladas e dos eVTOL, garantindo acesso a dados precisos e atualizados sobre tráfego aéreo, condições meteorológicas e obstáculos.

Art. 176. As novas demandas AIM incluirão a integração de dados em tempo real, desenvolvimento de sistemas de gestão de tráfego aéreo urbano, mapeamento de obstáculos urbanos, avanços em navegação e comunicação, gestão de espaço aéreo compartilhado, segurança cibernética, regulamentação específica, automação com inteligência artificial e programas de treinamento especializados.

Parágrafo único. As medidas citadas no *caput* visam melhorar a segurança operacional, otimizar a eficiência e assegurar a conformidade regulatória, promovendo um desenvolvimento sustentável do espaço aéreo urbano.

Art. 177. A divulgação das informações aos operadores UAM é útil para colaborar com o cumprimento das regulamentações e procedimentos relacionados ao uso do espaço aéreo e proteção ao voo, além de servir de fonte confiável de informações que serão compartilhadas entre diversos sistemas, visando ao planejamento do voo, à obtenção de dados meteorológicos, ao gerenciamento de fluxo, entre outros.

Mobilidade Sob Demanda – ODM

Art. 178. Será necessário que os serviços de mobilidade aérea urbana sejam oferecidos sob demanda numa perspectiva futura.

Art. 179. Existem estudos buscando compreender e viabilizar a Mobilidade Sob Demanda – ODM porque, com a introdução da UAM, o conceito de ODM torna-se fundamental.

Art. 180. Para viabilizar a implementação do conceito ODM, será essencial um processamento mais veloz das solicitações de voo reduzindo o tempo entre a inserção no sistema e a decolagem (REICHE; COHEN; FERNANDO, 2021).

Art. 181. A ODM representa a prestação do serviço aéreo de forma mais célere.

Art. 182. Atualmente, existem protocolos e tramitações obrigatórias exigindo um determinado lapso temporal antes do início do voo.

Art. 183. Ao aplicar esse conceito, o serviço aéreo se tornará semelhante ao serviço de transporte terrestre em termos de redução do tempo entre a solicitação e o início do serviço.

Gerenciamento da Informação de Todo o Sistema – SWIM

Art. 184. A introdução do conceito SWIM buscará atender à necessidade de complementar a comunicação humano-humano com o intercâmbio de dados máquina-máquina e enfatizará a necessidade de um constante aperfeiçoamento da distribuição e acessibilidade aos dados, em termos de qualidade, confiabilidade e oportunidade durante os intercâmbios de informações.

Art. 185. O SWIM enfrenta o desafio de criar um “ambiente de interoperabilidade” que permita tornar transparente para os usuários toda a complexidade do intercâmbio de informações operacionais.

Art. 186. O conceito SWIM introduzirá uma mudança significativa nas práticas de negócios relativas à gestão de informações durante todo o ciclo de vida de um sistema voltado para a UAM.

Art. 187. A implementação do SWIM visa fornecer informações de qualidade para as pessoas certas, com os sistemas certos e em momento oportuno.

Art. 188. A adoção do SWIM mudará o paradigma da arquitetura de informação no ambiente UAM, do intercâmbio de dados ponto a ponto para a interoperabilidade em todo o sistema.

Provedor de Serviço de Dados Suplementares – SDSP

Art. 189. O SDSP é o provedor de serviços de dados que apoiam operadores de frota, PSU, administradores de vertiporto e/ou o ECO-UAM no fornecimento de informações para o gerenciamento, coordenação e programação de operações de voo.

Art. 190. Demandas do serviço de informações aeronáuticas para a escalabilidade das operações aéreas dentro do ambiente UAM:

- I - definir os serviços SDSP;
- II - disponibilizar o intercâmbio dos dados originados pelo SDSP e as aeronaves;
- III - implementar progressivamente o SWIM integrando ambientes UAM adjacentes;
- IV - regulamentar os serviços dos provedores de serviço AIS dentro do ambiente UAM; e
- V - analisar a utilização dos benefícios da implementação do conceito FF-ICE voltado para o ambiente UAM.

Seção IV Serviço ATFM

Art. 191. O Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo – ATFM é um aspecto relevante das operações aéreas, garantindo segurança, eficiência e movimento ordenado das aeronaves que evoluem no espaço aéreo.

Art. 192. Com o advento do conceito UAM, os sistemas utilizados no provimento do serviço ATFM enfrentarão novos desafios para prover suporte ao crescimento desse novo mercado.

Art. 193. No contexto do ATFM, um dos primeiros desafios associados com as operações no ambiente UAM será a integração desses novos veículos aéreos.

Art. 194. O sistema atual ATFM é dimensionado para suportar as operações da aviação comercial, a qual opera em altitudes mais elevadas e segue uma malha aérea muito bem definida.

Art. 195. Os veículos aéreos dentro do ambiente UAM operarão em altitudes mais baixas e sobre o ambiente urbano, o que exigirá o desenvolvimento de novos procedimentos e tecnologias de suporte a fim de garantir a segurança e eficiência.

Art. 196. Avaliando a possibilidade de escalabilidade do número de operações no ambiente UAM, sem a introdução de novas tecnologias de suporte, verifica-se a elevada possibilidade de ocorrência de congestionamentos, especialmente nos horários de maior demanda.

Art. 197. Será necessária a aplicação de novas soluções envolvendo um gerenciamento

de tráfego realizado de forma mais dinâmica.

Art. 198. Atualmente, no SISCEAB, o serviço ATFM é prestado pelo Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea – CGNA, e, nesse órgão operacional, o planejamento ATFM é realizado em três fases: estratégica, pré-tática e tática.

Art. 199. As fases do planejamento ATFM não são consideradas como etapas distintas, mas sim como um ciclo contínuo de planejamento, ação e revisão, completamente integrado com os processos de planejamento ATM e pós-operações.

Art. 200. O planejamento do ATFM será fundamentado no balanceamento entre capacidade e demanda, sendo essencial o conhecimento e a determinação dos parâmetros envolvidos para a adequada prestação do serviço.

Art. 201. Os planos de voo apresentados são encaminhados para o Sistema Integrado de Gestão de Movimentos Aéreos – SIGMA, e, em seguida, esses dados são associados a outras informações como previsões meteorológicas, disponibilidade de infraestrutura aeronáutica, operacionalidade dos aeródromos, estado de funcionamento de auxílios à navegação, disponibilidade de procedimentos de navegação aérea, funcionamento de órgãos ATS, eventos programados que possam afetar a aviação e outras informações.

Art. 202. Outro aspecto importante relacionado à prestação do serviço ATFM é a aplicação do conceito CDM.

Art. 203. A evolução das fases ATFM requer um volume crescente de interações CDM, envolvendo, gradativamente, níveis decisórios mais próximos da operação.

Art. 204. No nível do vertiporto, de forma análoga, vislumbra-se a aplicação de funcionalidades semelhantes ao conceito de A-CDM, adaptado para o ambiente UAM.

Art. 205. O CDM aplicado ao vertiporto busca aprimorar a eficiência operacional, a previsibilidade e a pontualidade dos voos, através da tomada de decisões conjuntas em relação ao fluxo de tráfego aéreo e às operações de chegada, *turnaround* e partida de voos.

Art. 206. Portanto, ao correlacionar as perspectivas da implementação do conceito UAM com as práticas adotadas atualmente para a prestação do serviço ATFM, o mesmo processo cíclico de análise deverá ser aplicado para a harmonização entre a capacidade e a demanda, a fim de atingir níveis ótimos de utilização do espaço aéreo desde o planejamento estratégico até as operações em tempo real.

Art. 207. Esse processo é uma das particularidades do serviço ATFM durante a implementação do conceito UAM, pois será necessária uma interface entre todos os integrantes desse novo ecossistema a ser implementado.

Art. 208. Isso é importante devido à elevada complexidade do serviço de tráfego aéreo que será prestado.

Art. 209. Será preciso interligar, de maneira sistêmica, provedores de serviços de navegação aérea, órgãos da aviação civil, órgãos de segurança, operadores de vertiportos, serviços aeromédicos, busca e salvamento e demais usuários do espaço aéreo através do SWIM.

Art. 210. É característica essencial para estabelecer o serviço ATFM no ambiente UAM a obtenção de dados atualizados sobre a capacidade do espaço aéreo e da infraestrutura terrestre, como, por exemplo, a capacidade de um vertiporto em uma determinada janela temporal para que seja possível efetuar o balanceamento entre a capacidade e a demanda do tráfego para cada local de operação.

Parágrafo único. O termo vertiporto utilizado no *caput* é aplicado para qualquer local

onde haja intenção de operação das aeronaves eVTOL.

Art. 211. Considerando que o balanceamento entre capacidade e demanda é a base para o ATFM, o conhecimento e a determinação desses parâmetros continuam sendo essenciais.

Art. 212. A ANAC tem a responsabilidade de definir a capacidade aeroportuária.

§ 1º Conforme a ICA 100-22 (Serviço de Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo), a capacidade aeroportuária é composta pela capacidade do sistema de pistas, pela capacidade de pátio e pela capacidade do terminal de passageiros.

§ 2º O CGNA é responsável pelo cálculo da capacidade do sistema de pistas e, em relação às capacidades de pátio e de terminal de passageiros, o responsável pelos cálculos é o administrador do aeroporto.

Art. 213. Para a prestação do ATFM no ambiente UAM, a fim de prover uma análise mais dinâmica, é desejável haver uma conexão sistêmica entre os diferentes elos envolvidos na determinação dos parâmetros necessários (DECEA, ANAC e Administração dos Vertiportos).

Art. 214. No que se refere às modificações das regras ATFM, é notória a necessidade da definição das atribuições dos órgãos provedores de navegação aérea no ambiente UAM.

Art. 215. Serão estabelecidas competências e responsabilidades para informar, via sistema, as interdições e impraticabilidades dos Vertiportos (ou qualquer local de operação de eVTOL).

Art. 216. Haverá norma específica, publicada pela autoridade competente, regulamentando as atribuições de cada elo envolvido.

Art. 217. Para aplicação do serviço ATFM no ambiente UAM, será necessário dispor de funcionalidades semelhantes ao conceito de SLOT, o qual significa a definição de um horário para que uma aeronave efetue a passagem sobre um fixo de posição ou uma operação de pouso ou decolagem.

Parágrafo único. A determinação dos horários citados no *caput* não poderá ser feita por um ser humano ao levar em consideração o elevado número de operações pretendidas.

Art. 218. Será necessário um processamento por um sistema capaz de analisar e prover desconflito, locais de alternativa, balanceamento, sequenciamento, separação e gestão de horários de saída, chegada e passagem sobre fixos em rota.

Art. 219. A gestão de horários precisará ser mais dinâmica e com maior nível de precisão se comparado ao conceito SLOT.

Parágrafo único. É desejável maior controle dos tempos de chegada, abastecimento e saída.

Art. 220. Um sistema capaz de prestar o serviço ATFM e gerenciar os horários deverá ser elaborado.

§ 1º A fim de manter a interoperabilidade, o sistema citado no *caput* deverá ser capaz de interagir com outros sistemas utilizados no ATM para realizar as atividades.

§ 2º A interoperabilidade entre sistemas será importante, pois as aeronaves poderão migrar (entrando ou saindo do ambiente UAM) de um ambiente para outro desde que atendam aos requisitos estabelecidos.

Art. 221. Outro sistema de notória importância utilizado na atual conjuntura pelo CGNA é o Sistema de Gestão de Indicadores de Desempenho – SGID, que é capaz de efetuar o monitoramento tático de atrasos na aviação comercial.

Art. 222. O SGID poderá ser utilizado para monitorar a pontualidade dos voos no

ambiente UAM.

Art. 223. Outro requisito essencial para a implantação do sistema ATFM no cenário UAM é a utilização do conceito de Uso Flexível do Espaço Aéreo – FUA, conceituação de gerenciamento do espaço aéreo que visa à otimização, ao equilíbrio e à equidade no uso do espaço aéreo a partir das necessidades específicas apresentadas por seus diversos usuários.

Art. 224. Diferentemente do ATM tradicional, a prestação do serviço ATFM no ambiente UAM será de responsabilidade do PSU.

Art. 225. Embora a lógica do serviço seja semelhante, a prestação será suportada por um sistema vinculado ao PSU.

Art. 226. Demandas do serviço ATFM para a escalabilidade das operações aéreas dentro do ambiente UAM incluem:

I - incorporar trajetórias 4D no gerenciamento de fluxo dos tráfegos dentro do ambiente UAM;

II - desenvolver sistema capaz de aplicar um gerenciamento dinâmico de horários de decolagem, pouso e passagens sobre fixos significativos, levando em consideração a capacidade do espaço aéreo e a capacidade dos locais de operação dentro do ambiente UAM;

III - avaliar a aplicação dos conceitos de FUA e CDM dentro do ambiente UAM;

IV - regulamentar os requisitos dos provedores de serviço ATFM dentro do ambiente UAM;

V - desenvolver metodologia de cálculo de capacidade de espaço aéreo no ambiente UAM;

VI - desenvolver metodologia de cálculo de capacidade de vertiporto; e

VII - estabelecer os critérios para aplicação das vantagens do A-CDM no contexto do vertiporto.

Seção V

Serviço de meteorologia

Art. 227. As características do eVTOL tornam este tipo de aeronave ainda mais suscetível às condições climáticas, como tempestades, *wind shear*, formação de gelo e baixa visibilidade, pois tais fenômenos podem representar notáveis desafios de segurança, operação e confiabilidade para a UAM.

Art. 228. As ameaças são particularmente perigosas durante as fases mais críticas do voo, como decolagem, transição do voo vertical para o horizontal e pouso.

Art. 229. Considerando que cada aeronave é um potencial sensor, as futuras análises de impacto climático passarão a utilizar não apenas dados históricos, mas também dados de previsão climática para apoiar, de forma contínua, as operações no ambiente UAM.

Art. 230. A inclusão de dados locais e regionais de clima nas áreas urbanas e suburbanas contribuirá para melhorias nas análises e previsões meteorológicas.

Art. 231. Dados obtidos de sensores e estações meteorológicas localizados na superfície contribuirão para a melhoria das análises, previsões e serviços relacionados à meteorologia.

Art. 232. O uso de tecnologias de Inteligência Artificial - AI e Aprendizado de Máquina –

ML é uma possível solução, pois evoluiu rapidamente ao longo da última década.

Art. 233. O desenvolvimento de uma AI pode ajudar na integração de grandes volumes de dados meteorológicos observados e previstos, bem como dados de planejamento de voo, a fim de desenvolver novos produtos meteorológicos (STOUFFER *et al.*, 2020).

Art. 234. A Inteligência Artificial - AI e o Aprendizado de Máquina – ML contribuirão para um avanço global na disponibilidade de produtos e serviços na aviação.

Art. 235. Com base nas operações de helicópteros, percebe-se que as condições meteorológicas impactam na vontade de voar, e, de forma similar, estima-se que o mesmo comportamento ocorrerá com os potenciais usuários das aeronaves eVTOL.

Art. 236. A maior preocupação relaciona-se a voos em condições de chuva, baixa visibilidade e turbulência.

Art. 237. As temperaturas extremas podem gerar riscos associados a essas condições, tais como a possibilidade de congelamento de superfícies aerodinâmicas, rarefação excessiva do ar e perda de potência da aeronave.

Art. 238. Os impactos advindos de condições meteorológicas são diferentes dependendo das regiões e, devido a isso, é necessário o aprimoramento de modelos numéricos de tempo para o uso em cada uma dessas regiões.

Art. 239. Os sistemas de medição e divulgação de informações meteorológicas devem ser aprimorados para suportar as operações de aeronaves eVTOL, uma vez que, atualmente, alguns deles não fornecem informações em tempo real e não possuem cobertura total dos espaços aéreos.

Art. 240. Poderá ser necessária a implementação de sensores meteorológicos acoplados a redes de telefonia móvel capazes de suportar a troca de dados e a utilização de inteligência artificial para aprimorar as previsões meteorológicas.

Art. 241. As necessidades de monitoramento em tempo real e com cobertura total em regiões metropolitanas se justificam devido às condições meteorológicas geradas pela fricção do ar em movimento com os edifícios, o que gera mudanças bruscas de direção e velocidade dos ventos.

Art. 242. Dependendo do grau dessas variações, pode haver consumo excessivo de energia por parte da aeronave para manter um voo estabilizado.

Art. 243. Isso poderá prejudicar a autonomia da aeronave, que estará carregada com energia suficiente para o voo pretendido e com uma reserva suficiente para acessar o vertiporto de alternativa, evitando realizar espera em voo.

Art. 244. A infraestrutura requerida será proporcional à demanda de voos.

Art. 245. A disponibilidade de produtos e informações meteorológicas atualizados num intervalo de tempo menor (comparando com os produtos e serviços atuais) deverá atender a padrões e protocolos que serão definidos em futuras normas.

Art. 246. Demandas do serviço de meteorologia para a escalabilidade das operações aéreas dentro do ambiente UAM:

I - utilização conjugada de dados meteorológicos passados associados a dados de previsão para o estabelecimento de prognósticos;

II - avaliação da utilização de AI e ML para integração de grandes volumes de dados atmosféricos, com o objetivo de fornecer novos produtos meteorológicos;

III - redução do lapso temporal entre as previsões meteorológicas para os locais de operação dentro do ambiente UAM;

IV - desenvolvimento de novos modelos de previsão meteorológica (ou aprimoramento dos modelos atuais) que viabilizem a operação dentro do ambiente UAM em qualquer condição (VMC ou IMC);

V - definição de critérios para o estabelecimento de mínimos meteorológicos para os locais de operação de aeronaves eVTOL;

VI - regulamentação do que será requerido dos provedores de serviço MET dentro do ambiente UAM; e

VII - avaliação da implantação de sensores meteorológicos para monitoramento e transmissão, em tempo real, das condições meteorológicas de vento à superfície, temperatura e umidade do ar e pluviosidade nos vertiportos e nas rotas urbanas a serem definidas, por meio de serviços de internet, satelitais ou de telefonia móvel.

Seção VI

Serviço de cartografia

Art. 247. A Cartografia Aeronáutica abrange o conjunto de estudos e operações técnicas para elaboração das cartas aeronáuticas padronizadas, destinadas à navegação aérea.

Art. 248. No contexto da aviação, as cartas são utilizadas para fornecer suporte, por exemplo, ao Gerenciamento de Tráfego Aéreo – ATM, planejamento do espaço aéreo e ao ATFM, bem com atender às necessidades da comunidade ATM.

Art. 249. Tais cartas são elaboradas com base nos dados contidos nas publicações de informações aeronáuticas e nos demais dados que são coletados localmente ou em outras bases de dados.

Art. 250. A elaboração de Cartas de Aproximação por Instrumentos – IAC, Saída Padrão por Instrumentos – SID, Chegada Padrão por Instrumentos – STAR, Cartas de Rota – ENRC, dentre outras, é realizada pelo Instituto de Cartografia Aeronáutica – ICA.

Art. 251. Os principais insumos para construção dessas cartas são o modelo digital de elevação e os obstáculos na região em estudo.

Art. 252. A partir dos insumos, com dados de relevo e obstáculos artificiais, são produzidas cartas.

Art. 253. No processo de elaboração dos procedimentos de navegação aérea (SID, STAR, IAC e ENRC), as altitudes publicadas, em cumprimento aos critérios técnicos estabelecidos, garantem a separação em relação a obstáculos (naturais e artificiais).

Art. 254. Considerando o contexto da UAM, as aeronaves navegarão em níveis baixos e, conseqüentemente, estarão mais próximas dos obstáculos.

Art. 255. Para manutenção da garantia da separação em relação aos obstáculos, serão necessários insumos com maior nível de precisão, isto é, com erro horizontal e vertical reduzidos.

Art. 256. Vislumbra-se que o fornecimento dessas informações também constituirá um serviço a ser executado por um provedor.

Art. 257. Outro ponto importante alusivo à Cartografia Aeronáutica é a publicação de cartas que auxiliem na determinação das trajetórias de voo.

Art. 258. Inicialmente, cogita-se representar áreas de interesse contendo as características locais onde o conceito UAM for aplicado.

Art. 259. Com o crescimento das operações simultâneas e o aumento no número de vertiportos, as cartas de navegação aérea possivelmente serão substituídas pela implementação do conceito FRA, conforme contido no GANP da OACI.

Art. 260. O serviço de cartografia, dentro do ambiente UAM, continuará sendo necessário para prover dados sobre obstáculos, relevo, cartas e demais produtos relacionados à navegação aérea.

Art. 261. Os dados produzidos devem atender aos protocolos estabelecidos, garantindo a interoperabilidade e compatibilidade com os sistemas que utilizarão essas informações.

Art. 262. No início das operações, serão consumidos os produtos de cartografia atuais e outros poderão ser adaptados.

Art. 263. Considerando a escalabilidade das operações, esse serviço será prestado pelo PSU.

Art. 264. Demandas do serviço de cartografia para a escalabilidade das operações aéreas dentro do ambiente UAM:

I - elaboração de novos modelos de cartas aeronáuticas para voos dentro do ambiente UAM;

II - disponibilização de dados de terreno, relevo, obstáculos naturais e artificiais (OPEA);

III - utilização dos critérios do *Terrain Obstacle Data* – TOD para determinação das tolerâncias dos modelos;

IV - realização de levantamento de obstáculos, modelo digital de terreno e superfície; e

V - regulamentação de certificação e requisitos dos provedores de serviço de cartografia.

Seção VII

Serviço de validação de procedimentos de navegação aérea

Art. 265. A OACI estabelece critérios para inspeção da infraestrutura utilizada na navegação aérea, bem como parâmetros para validação de procedimentos de navegação aérea.

Art. 266. A implementação do conceito UAM e o aumento do número de vertiportos, helipontos ou heliportos no ambiente UAM, demandarão a elaboração de um número maior de cartas.

Art. 267. Com efeito, poderia haver uma sobrecarga do número de voos necessários para validar todas as cartas ou trajetórias no intuito de assegurar a proteção do voo em relação a obstáculos.

Art. 268. Uma possibilidade de solução é a utilização do disposto no Documento 9906 (*Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design*) da OACI, pois, neste documento, é prevista a possibilidade de validar os procedimentos com base em simulador.

Art. 269. Considerando que haverá um conjunto mais detalhado de informações de obstáculos, a expectativa é aumentar a demanda por voos de validação de procedimentos/trajetórias em áreas onde o conceito de UAM for aplicado.

Art. 270. Atualmente, essa atividade é exercida pelo Grupo Especial de Inspeção em Voo – GEIV.

Art. 271. Considerando o fato de a tendência do conceito UAM ser aplicado em um número crescente de cidades no Brasil, a prestação desse serviço será necessária e a capacidade de atendimento atual poderá não ser suficiente e isso demandará a busca por novas soluções.

Art. 272. Demandas do serviço de validação de procedimentos de navegação aérea para a escalabilidade das operações aéreas dentro do ambiente UAM:

I - desenvolver metodologias e meios mais eficientes para a realização da validação, por exemplo, avaliar a possibilidade de realizar a validação utilizando aeronaves remotamente pilotadas; e

II - estabelecer novos critérios que dispensem a necessidade de realização de voo real e permitam a validação por meio do uso de outros dados.

Seção VIII

Serviço de avaliação de obstáculos

Art. 273. Considerando que a definição, num contexto global, da UAM ainda está em desenvolvimento, é comum o surgimento de diversos termos que representam o mesmo elemento, e, no caso da infraestrutura dos locais de operação de aeronaves eVTOL, podem ser encontrados os termos *Vertiport*, *Skyport*, *Vertihub* ou *Vertipad*.

Parágrafo único. No contexto deste documento, independentemente da infraestrutura existente, será usado o termo vertiporto em todos os casos a fim de simplificar.

Art. 274. O serviço de avaliação de obstáculos visa, por meio do uso de um conjunto de superfícies, verificar a existência de OPEA em desacordo com os limites das superfícies, o que poderia ensejar interferência nas operações aéreas.

Art. 275. Ao conjunto de superfícies utilizadas para essa finalidade, para cada vertiporto, dá-se o nome de Plano de Zona de Proteção de Vertiporto – PZPV.

Art. 276. Para cada vertiporto deverá ser estabelecido um PZPV, o qual será composto por superfícies de avaliação de obstáculos nas áreas de interesse da operação de aeronaves eVTOL.

Art. 277. As superfícies de avaliação de obstáculos dos PZPV estabelecem parâmetros para viabilizar as operações aéreas de forma segura, considerando os obstáculos naturais e artificiais existentes nas imediações do local de operação.

Art. 278. Diferentemente das superfícies limitadoras de obstáculos aplicadas nos Planos de Zona de Proteção de Aeródromos, as superfícies de avaliação de obstáculos dos PZPV não deverão restringir o uso do solo no entorno dos vertiportos, mas delimitar um perímetro para que o administrador/operador do vertiporto acompanhe o crescimento urbano e realize uma análise do impacto de novos empreendimentos na operação das aeronaves que utilizem seu vertiporto.

Art. 279. Caberá ao DECEA emitir orientações para a elaboração dos PZPV e conhecer os PZPV estabelecidos para fins de análise do impacto da operação de vertiportos em helipontos e aeródromos no entorno.

Art. 280. Será de responsabilidade dos administradores/operadores de vertiportos estabelecer áreas de interesse para operação de aeronaves eVTOL por meio dos parâmetros estabelecidos pelo DECEA:

I - analisar os obstáculos existentes nas áreas delimitadas pelos PZPV e implementar medidas operacionais necessárias à manutenção da segurança e regularidade das operações aéreas no local;

II - monitorar as áreas delimitadas pelo PZPV e identificar novos empreendimentos que possam afetar a operação já estabelecida; e

III - efetuar as adequações necessárias no PZPV e na operação do vertiporto, tendo em vista o crescimento dos obstáculos no entorno.

Art. 281. Assumindo que não haverá restrição do uso do solo no entorno de vertiportos por parte do Estado, os administradores/operadores de vertiportos poderão, preventivamente, coordenar com as administrações municipais, com jurisdição sob as áreas abrangidas pelos PZPV, o estabelecimento de processos mais rigorosos para aprovação de novos empreendimentos que possam afetar a segurança e a regularidade das operações no local.

Art. 282. Os administradores/operadores de vertiportos poderão realizar acordos e/ou contratos com proprietários de terrenos vizinhos considerando a legislação relacionada ao “direito de laje” como alternativa para a proteção das superfícies que considerem essenciais para operação no seu vertiporto.

Art. 283. As superfícies de avaliação de obstáculos para operação de aeronaves eVTOL devem seguir parâmetros de construção preestabelecidos e ter a necessária flexibilidade para que o vertiporto possa adequar a operação das aeronaves eVTOL aos obstáculos existentes e àqueles que possam surgir no entorno do vertiporto.

Art. 284. Duas propostas de normativa sobre o tema foram publicadas preliminarmente:

I - *Engineering Brief* nº 105, publicado pela FAA (FAA, 2023b); e

II - *Technical Specifications for the Design of Vertiports* (EASA, 2022), publicado pela EASA.

Art. 285. A EASA utiliza critérios idênticos àqueles que definem as Superfícies Limitadoras de Obstáculos – OLS descritas no Anexo 14 da OACI para a proteção de helipontos em operação VFR.

Art. 286. A FAA, por sua vez, restringiu as superfícies limitadoras de obstáculos a um subconjunto das superfícies utilizadas pela EASA, publicando apenas as superfícies equivalentes à proteção de helicópteros de categoria C em operação VFR.

Art. 287. Adicionalmente, o documento da EASA traz um novo conceito denominado *Obstacle-Free Volume* – OFV, destinado a prover proteção acima dos vertiportos para facilitar a inserção em áreas em que já existem muitos obstáculos.

Art. 288. O OFV inclui o início e o término das operações com manobras verticais de forma que os possíveis obstáculos no entorno do vertiporto sejam superados antes da aeronave prosseguir no seu voo horizontal.

Art. 289. Ao analisar preliminarmente a documentação da FAA e da EASA, identificou-se pertinente integrar as duas abordagens para aplicação no SISCEAB, tendo em vista que a solução da FAA deverá atender à necessidade das operações em vertiportos onde existem poucos obstáculos no entorno e, em cenários com mais obstruções, a OFV proposta pela EASA contribuirá com a manutenção das operações em níveis aceitáveis de segurança operacional.

Art. 290. Tal solução reforça a premissa de flexibilidade no estabelecimento das superfícies de avaliação de obstáculos e será importante, principalmente, em vertiportos que operem diferentes modelos de aeronaves eVTOL, com diferentes performances.

Art. 291. Assumindo a segurança de ambas as propostas, o DECEA pretende facultar ao administrador/operador do vertiporto a definição de qual opção de conjuntos de superfícies será aplicada em cada vertiporto em análise.

Art. 292. Cabe ressaltar o documento publicado pela ANAC (Alerta aos operadores de Aeródromos nº 001/2023) no qual são abordadas recomendações de infraestrutura para pouso e

decolagem de aeronaves eVTOL.

Art. 293. As demandas do serviço de validação de procedimentos de navegação aérea para a escalabilidade das operações aéreas dentro do ambiente UAM são listadas a seguir:

I - desenvolver um sistema capaz de avaliar, por meio das superfícies estabelecidas, o conjunto de obstáculos nos arredores dos vertiportos;

II - desenvolver novas metodologias de levantamentos topográficos mais eficientes e mais bem adaptadas para o cenário urbano (áreas densamente povoadas);

III - ser capaz de processar grandes quantidades de informações de obstáculos; e

IV - estabelecer, harmonizar e padronizar nacionalmente a metodologia a ser usada na análise, bem como a rastreabilidade dos processos criados.

Seção IX

Serviço de elaboração de procedimentos de navegação aérea

Art. 294. A elaboração de procedimentos de navegação aérea consiste na aplicação de critérios previstos em padrões internacionais para o estabelecimento de trajetórias de voo e altitudes mínimas de segurança, bem como de requisitos mínimos meteorológicos para sua execução.

Art. 295. O conjunto desses parâmetros constitui um fator crítico para garantir a segurança e a eficiência do transporte aéreo, além de definir trajetórias detalhadas que orientam os pilotos e servem como referência para os controladores de tráfego aéreo durante cada fase de voo, desde a decolagem até o pouso.

Art. 296. As trajetórias são protegidas levando em consideração a cobertura de auxílios à navegação, a precisão de sensores e a soma de erros acumulados, como o de pilotagem.

Art. 297. Para o ambiente UAM, pretende-se oferecer procedimentos que utilizam os requisitos de performance e especificações de navegação semelhantes ao estabelecido no Doc 9613 (*Performance-Based Navigation (PBN) Manual*) da OACI.

Art. 298. Enquanto as características específicas de desempenho dos eVTOL em voo não estiverem disponíveis, poderão ser usadas, por analogia, as especificações previstas para helicópteros com capacidade de navegação RNP 0.3 ou até mesmo especificações de melhor performance, caso disponíveis.

Art. 299. Essa especificação RNP poderá ser utilizada como requisito de acesso à porção do espaço aéreo UAM que ligará dois ou mais vertiportos, constituindo uma área denominada área de interesse, na qual poderão ser oferecidos pontos dispostos a distâncias regulares, por exemplo, 0,3 NM entre eles (ou outro valor conforme o RNP adotado), os quais possibilitarão inúmeras trajetórias entre os destinos, constituindo uma estrutura em *grid* ou matricial.

Parágrafo único. Os pontos do *grid* poderão servir ainda como fixos de entrada e saída dos vertiportos.

Art. 300. O conhecimento e a atuação do ICA a respeito dos critérios de elaboração de procedimentos e conceito de espaço aéreo servirão, inicialmente, para definição e cálculo das trajetórias e regras de entrada e saída de vertiportos.

Art. 301. Nos níveis mais elevados de UML, a proposição das trajetórias e a análise de obstáculos serão realizadas sob a forma de serviço provido pelo PSU.

Art. 302. As figuras 3 e 4 abaixo mostram um exemplo de área de interesse com *grid* em

2D e 3D.

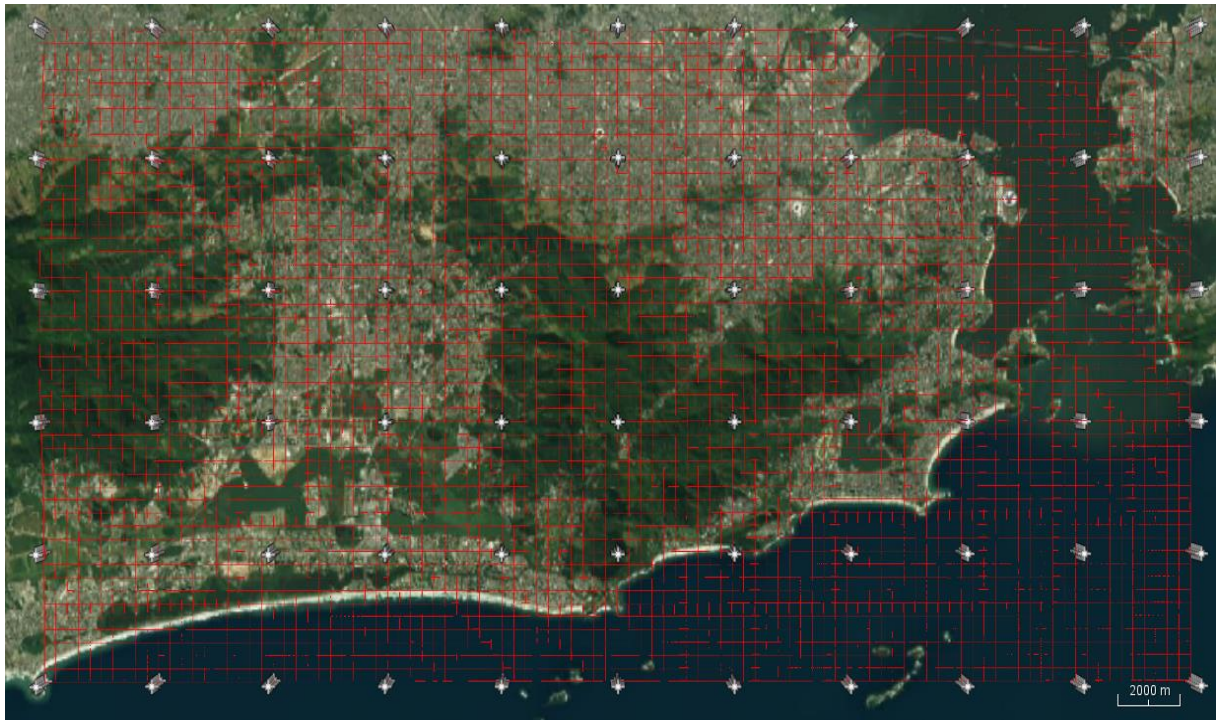


Figura 3 – Exemplo de área de interesse com *grid* – vista 2D satelital

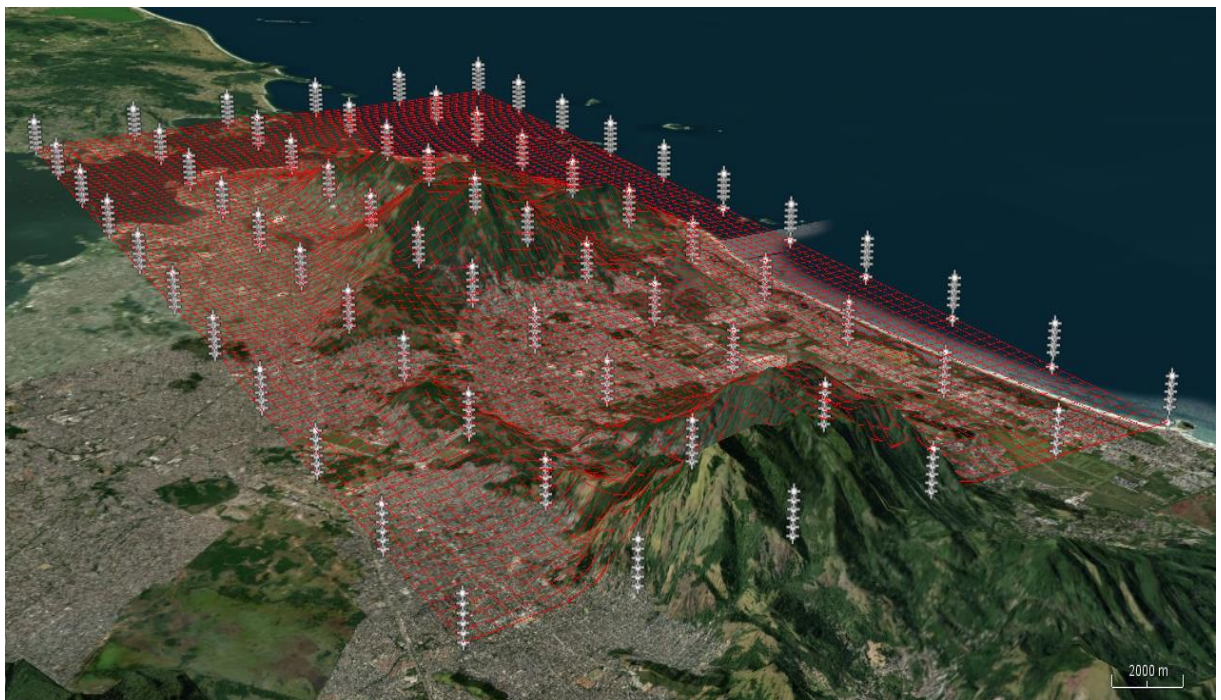


Figura 4 – Exemplo de área de interesse com *grid* – vista em 3D

Art. 303. No espaço aéreo compreendido entre os vertiportos e o ambiente UAM, poderão ser criadas duas áreas, uma de transição e outra de acesso, que permitirão o fluxo gradual de eVTOL por meio de setores de chegada e de saída.

Art. 304. Para a proteção das áreas descritas nesta Seção, poderão ser aplicados, de

forma adaptada e em caráter inicial, os critérios de tolerância vertical e horizontal estabelecidos na ICA 11-408 (Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas), do DECEA, referentes ao Plano de Zona de Proteção de Rotas Especiais de Aviões e Helicópteros – PZPREAH, conforme a tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Valores de tolerância horizontal e vertical da ICA 11-408 para o PZPREAH

	Mínimo em área controlada	Mínimo em área não controlada	Sobrevoo de referências
Semi-largura (distância horizontal)	100 m	250 m	100 m ou 250 m
Separação de obstáculos (distância vertical)	150 m	150 m	90 m

Art. 305. A área de acesso (figuras 5 e 6 abaixo), destinada ao pouso e à decolagem no vertiporto, poderá ser configurada como um cone circular, cujo centro corresponde ao ponto de referência do vertiporto, expandindo-se verticalmente até a altura de 90 metros (300 pés) e horizontalmente até alcançar o raio de 100 metros (valores constantes na tabela 1).

Parágrafo único. Com o objetivo de organizar os fluxos operacionais, poderá ser atribuída uma separação angular entre os setores de chegada e saída, de modo que as rotas de pouso e decolagem sejam distribuídas com intervalos de 60°.

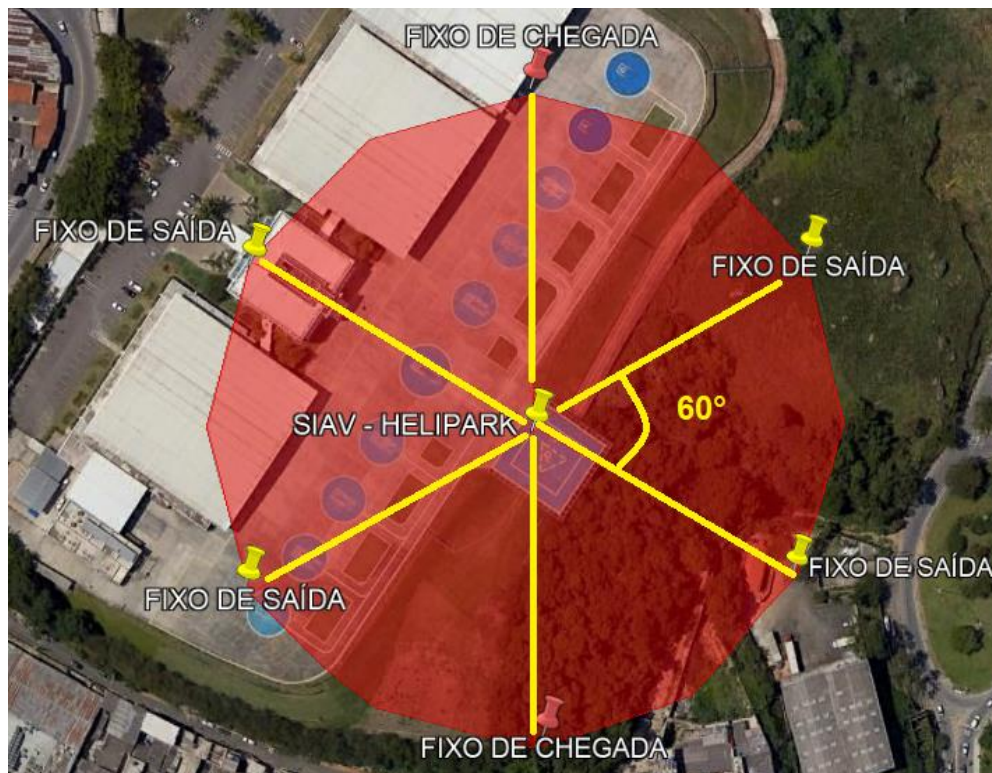


Figura 5 – Exemplo de área de acesso – vista em planta

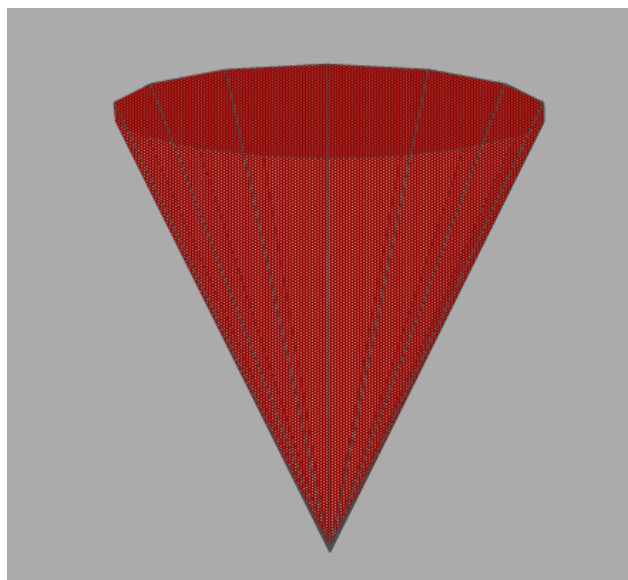


Figura 6 – Exemplo de área de acesso – vista em perfil

Art. 306. A área de transição (figuras 7 e 8 abaixo) poderá ser criada com a finalidade de permitir ao piloto ajustar o eVTOL para a fase seguinte (rota ou chegada).

Parágrafo único. A área de transição consistirá em um cilindro com raio variável, tendo como origem o ponto de referência do vertiporto, e sua extensão vertical se situará entre a área de acesso e a área de interesse.

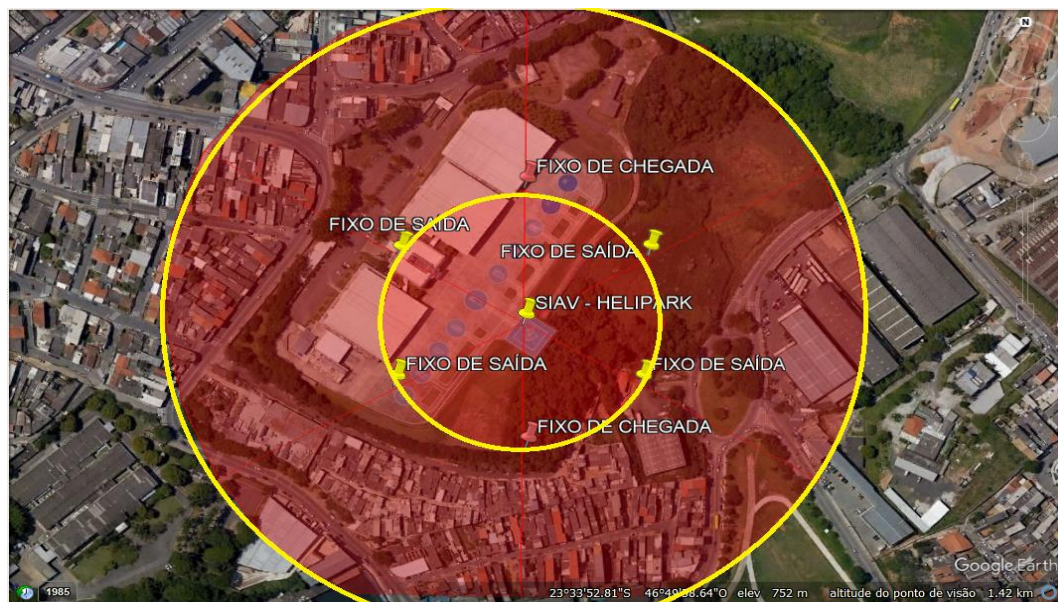


Figura 7 – Exemplo de área de transição e área de acesso – vista em planta

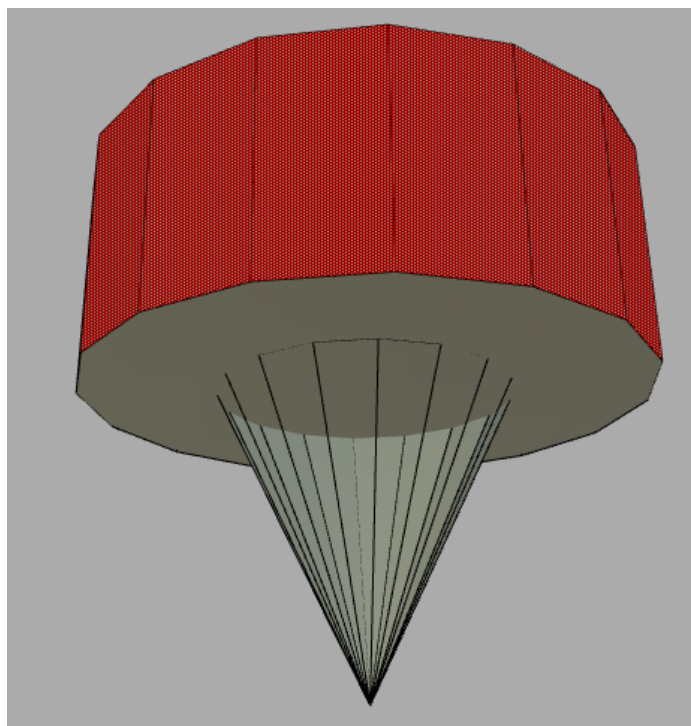


Figura 8 – Exemplo de área de transição e área de acesso – vista em perfil

Art. 307. A "área de operação", composta pela "área de interesse", "área de transição" e "área de acesso", está ilustrada na Figura 9 abaixo.

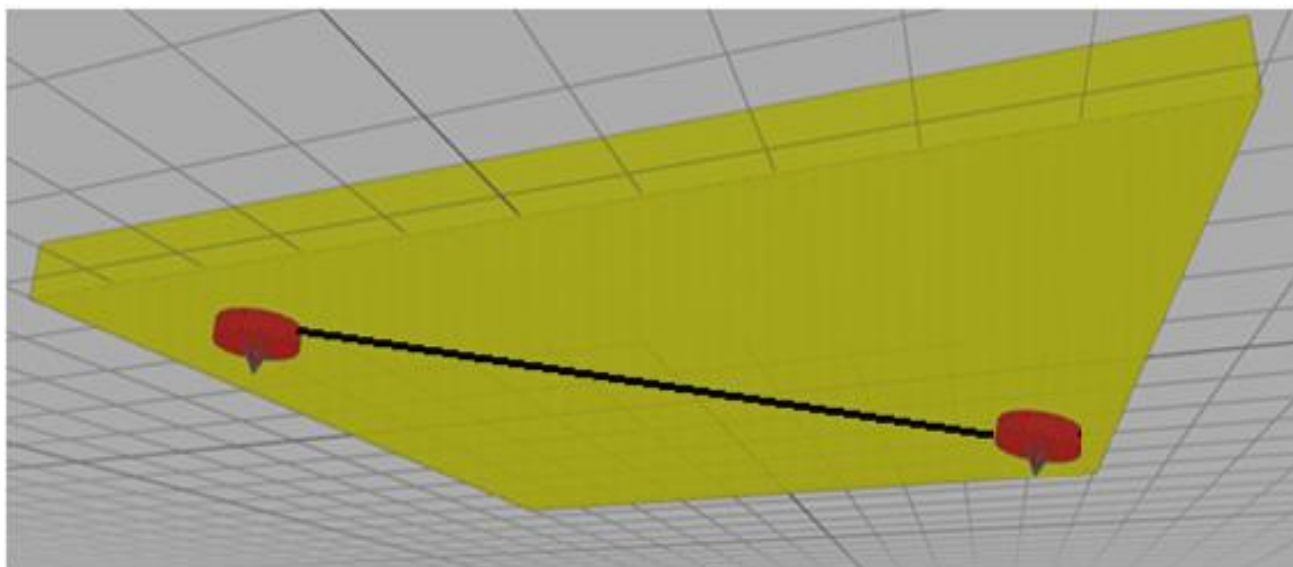


Figura 9 – Área de Operação: integração das áreas de interesse, transição e acesso entre dois vertiportos – vista em 3D

Art. 308. São identificadas, no âmbito do serviço de elaboração de procedimentos de navegação aérea, as seguintes demandas para a escalabilidade das operações aéreas no ambiente UAM:

I - desenvolver novos tipos de trajetórias apropriadas para o ambiente UAM conectando desde a decolagem até o pouso no local de destino, com foco nos voos de curta distância; e

II - desenvolver novos parâmetros otimizados para as áreas de proteção de obstáculos permitindo a construção de trajetórias em um pequeno volume de espaço aéreo.

Seção X

Serviço de Gerenciamento de Tráfego Aéreo – ATM

Art. 309. A UAM irá requerer uma integração completa do espaço aéreo e representa um novo tipo de operação bastante desafiadora, especialmente por envolver o transporte de passageiros.

Art. 310. Considerando a continuidade da existência do ATM tradicional, a UAM será integrada à estrutura do espaço aéreo onde for implementada, seguindo determinadas premissas.

I - Implementar, na fase inicial, a UAM aproveitando ao máximo a infraestrutura ATC existente;

II - não impor carga de trabalho adicional para os ATCO;

III - não restringir as operações aéreas tradicionais;

IV - permitir flexibilidade onde possível e incremento da estrutura quando necessário; e

V - viabilizar a operação de PSU de forma progressiva e segura conforme os serviços forem sendo disponibilizados.

Art. 311. O ambiente UAM não será exclusivo para as aeronaves eVTOL, isto é, outros tráfegos serão elegíveis para acessar esse volume de espaço aéreo, desde que cumpram os requisitos estabelecidos.

Art. 312. As operações no ambiente UAM poderão ocorrer de forma agendada ou sob demanda (ODM), se houver disponibilidade de meios.

Art. 313. O gerenciamento de tráfego ocorrerá antes da decolagem, isto é, a partir do momento do envio da intenção de voo para o sistema.

Art. 314. Antes do voo no ambiente UAM, o operador aéreo necessitará obter aprovação de sua intenção de voo e a finalidade desse processo tem como objetivo:

I - viabilizar a separação estratégica;

II - permitir a identificação e informar as restrições de espaço aéreo; e

III - definir horários de decolagem e pouso.

Art. 315. As demandas do serviço de gerenciamento de tráfego aéreo para assegurar a escalabilidade das operações no ambiente UAM poderão incluir:

I - desenvolver sistemas interoperáveis que viabilizem a operação dentro do ambiente UAM sob demanda (ODM);

II - desenvolver sistemas integrados aos atuais de gerenciamento de tráfego aéreo, contemplando a capacidade de resolver conflitos antes da decolagem e durante o voo, bem como a interação com os horários de decolagem, pouso e passagem pelos pontos de referência planejados, no contexto ATFM;

III - revisar as normas gerais aplicáveis à aviação tradicional com a finalidade de estabelecer as mudanças necessárias para a viabilidade dos voos dentro do ambiente UAM; e

IV - pesquisar a ação humana com a finalidade de prover a supervisão das atividades aéreas dentro do ambiente UAM e intervir pontualmente em situações de degradação.

CAPÍTULO V EVOLUÇÃO EM NÍVEIS DAS OPERAÇÕES UAM

Seção I Criação de grupo de estudo

Art. 316. Com o intuito de viabilizar uma participação colaborativa da comunidade ATM no desenvolvimento desse conceito, o DECEA criará um grupo de estudo multidisciplinar com diversos representantes.

Seção II Níveis de maturidade UAM

Art. 317. A FAA, em conjunto com a NASA, desenvolveu o conceito de níveis de maturidade do UAM (UML) para avaliar como será o desenvolvimento dos três principais componentes envolvidos: aeronaves, espaço aéreo e comunidade.

§ 1º Nesta Seção serão descritas as principais características de cada um dos seis níveis de maturidade (GOODRICH; THEODORE, 2021).

§ 2º A descrição desses níveis auxilia na compreensão do desenvolvimento progressivo do conceito UAM em escala global e aponta as principais tendências de evolução.

§ 3º O conteúdo dos níveis UML descritos neste documento representa uma adaptação dos trabalhos mencionados acima e inclui alguns apontamentos adicionais em termos de adequação para o contexto do SISCEAB.

Art. 318. O desenvolvimento dos níveis de UML poderá ocorrer em estágios diferentes para localidades distintas.

Art. 319. Em uma localidade, por exemplo, o nível de desenvolvimento poderá ser UML-3 e, em outra, UML-2.

Art. 320. Além disso, não será mandatório que todas as localidades avancem até o último nível UML.

Art. 321. O avanço e a respectiva disponibilidade de serviços e requisitos de capacidade e performance dependerão, principalmente, da quantidade de operações.

UML-1

Art. 322. O primeiro nível de maturidade (UML-1) corresponde ao período pré-operacional, caracterizado pela existência de projeto de certificação de aeronaves em estágio avançado de desenvolvimento.

Art. 323. O plano de certificação define as análises e os testes, em solo e voo, que serão aplicados para demonstrar a conformidade com os regulamentos de certificação aplicáveis.

Art. 324. As empresas que trabalham para alcançar o UML-1 para aeronaves não pilotadas poderão enfrentar mais incertezas do que os desenvolvedores de aeronaves pilotadas, devido aos desafios associados às operações de sistemas de aeronaves não tripuladas.

Art. 325. No UML-1 é possível que os fabricantes executem demonstrações específicas para fins de avaliação da capacidade de voo e aceitação de questões como ruído, adequação de instalações de solo e integração nas operações locais.

Art. 326. Os artigos acima sobre o nível UML-1 são meramente para contextualização, com base nas proposições da NASA.

Art. 327. A ANAC é a agência reguladora competente para estabelecer os critérios e normas de certificação de aeronaves.

UML-2

Art. 328. O UML-2 será caracterizado por tráfego de baixa densidade, operações de baixa complexidade e menor dependência da automação.

Art. 329. Este nível estará correlacionado com o início da capacidade de transporte comercial de passageiros nas operações dentro do ambiente UAM.

Art. 330. As operações nesta fase ocorrerão em um número limitado de localidades onde há ambiente favorável e apoio dos órgãos governamentais locais para a introdução do serviço UAM, sendo introduzidos de forma controlada e gradual.

Art. 331. Segundo a visão da NASA, a certificação dos pilotos exigirá ao menos uma licença de piloto comercial durante o início das operações.

Art. 332. No Brasil, caberá à ANAC regulamentar a certificação de piloto conforme os níveis de maturidade UML.

Art. 333. Dadas as limitações iniciais do número de aeronaves e pilotos disponíveis para este nível, espera-se que existam preocupações mínimas de segurança relacionadas ao volume de operações.

Art. 334. Considerando o atributo de dependência da automação, serão necessários sistemas de controle de voo relativamente mais sofisticados para ajudar os pilotos a alcançar os níveis necessários de segurança, desempenho e robustez.

Art. 335. O planejamento do uso do espaço aéreo e os requisitos de integração operacional serão relativamente mais simples no UML-2, considerando modificações mínimas para os procedimentos atuais necessários para acomodar operações no ambiente UAM com baixo volume de tráfegos.

Art. 336. A integração eficiente dessas operações no espaço aéreo controlado em torno dos principais aeroportos comerciais provavelmente já deverá ser levada em consideração.

Art. 337. O acesso ao espaço aéreo para essas operações envolve barreiras significativas com estratégias de solução ainda em desenvolvimento.

Art. 338. É possível que as operações iniciais ocorram em espaço aéreo relativamente menos utilizado, longe das áreas urbanas.

Art. 339. A tendência é que as operações iniciais ocorram em áreas menos sensíveis ao ruído, como distritos comerciais e bairros próximos a aeroportos comerciais.

UML-3

Art. 340. O UML-3 será caracterizado por baixa densidade de tráfego, operações de complexidade média e dependência de automação de segurança abrangente.

Art. 341. Será um período de transição em que as tecnologias necessárias para apoiar operações mais avançadas e escaláveis serão introduzidas e avaliadas operacionalmente, mas com crédito operacional limitado concedido até que dados operacionais significativos e validação das novas tecnologias sejam obtidas.

Art. 342. Espera-se que as características definidoras do UML-3 sejam o crescimento operacional inicial além do UML-2, mas com escalabilidade e implantação limitadas fora das áreas de adoção inicial até que as alterações regulatórias permitam o crédito operacional para a integração das principais tecnologias e capacidades.

Art. 343. As principais tecnologias introduzidas durante o UML-3 serão relacionadas à escalabilidade dos recursos humanos, como pilotos e controladores; escalabilidade das operações do espaço aéreo; estabelecimento de limites de ruído para aceitação da comunidade; e a capacidade de operar em condições de voo por instrumentos.

Art. 344. Depois que o desempenho do veículo, a segurança e as características de ruído aceitáveis para uma comunidade forem demonstradas, as cidades poderão considerar a aprovação dos vertiportos iniciais em áreas altamente desenvolvidas.

Art. 345. Para que a UAM forneça economias de tempo significativas em relação às alternativas de superfície, a capacidade de implantar vertiportos próximos ou dentro dos centros populacionais será um avanço importante além do UML-2.

Art. 346. Embora o número de aeronaves em voo simultâneo sobre uma determinada cidade possa ser relativamente limitado, a densidade das operações ao redor de vertiportos importantes poderá ser eventualmente alta.

Art. 347. O gerenciamento eficiente de decolagem e janelas de horários para os pousos serão de vital importância para a segurança, experiência de passageiros, minimização de atrasos em voo e maximização da eficiência do sistema.

Art. 348. Antes da decolagem, eventuais conflitos entre os voos serão resolvidos de forma estratégica.

Art. 349. Espera-se que os voos sejam realizados sob VFR no UML-3, pois a responsabilidade final de "ver e evitar" outro tráfego permanece com os pilotos de aeronaves, cabendo aos PSU, nesta fase, fornecer serviços de apoio.

Art. 350. A interação com o controle de tráfego aéreo tradicional nas classes de espaço aéreo gerenciado pelo controlador durante o UML-3 (por exemplo, classe C ou D) ainda precisará cumprir os requisitos regulatórios atuais, mas com pequenas adaptações e ajustes pontuais.

Art. 351. Para minimizar a carga de trabalho adicional dos controladores e pilotos, espera-se que grande parte da comunicação de rotina seja tratada de forma transparente através da conectividade digital.

Art. 352. A comunicação por voz ainda precisará estar disponível no espaço aéreo gerenciado pelo controlador para interações não rotineiras.

Art. 353. Espera-se o desenvolvimento de equipamentos e procedimentos do espaço aéreo, incluindo regras de voo e procedimentos específicos.

UML-4

Art. 354. O UML-4 será caracterizado pelo nível de tráfego médio, operações de complexidade média e dependência de automação colaborativa e responsável.

Art. 355. O UML-4 poderá ser ativado após várias alterações regulatórias importantes que aumentarão significativamente a confiabilidade das operações no ambiente UAM associada à escalabilidade.

Art. 356. As mudanças regulatórias tornarão viáveis as operações no ambiente UAM em IMC e reduzirão as habilidades especializadas e o treinamento associados necessários aos pilotos e controladores humanos, à medida que sistemas automatizados de alta garantia confiáveis sejam instalados para executar funções críticas de segurança.

Art. 357. No UML-4, espera-se que a UAM seja uma realidade cotidiana em muitas áreas metropolitanas.

Art. 358. O mercado crescente poderá tornar a UAM acessível e atraente para uma parcela significativa da população, em viagens entre locais de alta densidade de passageiros, tais como aeroportos comerciais e áreas comerciais.

Art. 359. A principal diferença entre as aeronaves no nível UML-4, em relação ao nível UML-3, consistirá na automação abrangente de voo e no gerenciamento de contingências, introduzidos no nível UML-3, que serão aprimorados e validados operacionalmente no nível UML-4.

Art. 360. Os requisitos de certificação e treinamento para pilotos poderão ser atualizados, a critério da ANAC, para refletir as capacidades e a confiabilidade dessa tecnologia.

Art. 361. A indústria aeronáutica busca, como estratégia geral, alavancar os recursos de automação aérea para viabilizar a aprovação de voos sem piloto a bordo, denominados Operações de Supervisão Remota – RSO, os quais apresentam a vantagem de eliminar a necessidade de piloto a bordo, resultando na consequente redução da carga nominal da aeronave, sendo essa redução especialmente significativa para aeronaves com capacidade de até quatro assentos.

Art. 362. Na UML-4 serão necessárias mudanças regulatórias e estratégicas, permitindo um aumento de crédito operacional para tecnologias implantadas no UML-3.

Art. 363. As alterações citadas no Art. 362 serão direcionadas para ativar os recursos de gerenciamento de operações implementados no ambiente UAM e validados no VMC a serem utilizados, sob IMC, no UML-4.

Art. 364. Espera-se que o UAM crescerá além do número relativamente limitado de cidades iniciais e se tornará prático em uma ampla gama de locais.

Art. 365. A expansão das operações será viabilizada mediante a combinação dos seguintes fatores:

I - capacidade de operar em condições de baixa visibilidade;

II - aptidão para localizar vertiportos de alta capacidade em áreas densamente povoadas, assegurando a segurança das comunidades vizinhas;

III - manutenção de níveis de ruído aceitáveis para as comunidades afetadas; e

IV - mercados de escala crescente que garantam a ampla acessibilidade dos serviços à população.

UML-5

Art. 366. A UML-5 será caracterizada por operações de alta densidade e complexidade, dependendo de redes automatizadas altamente integradas.

Art. 367. O sistema, em comparação ao UML-4, operará com um número

significativamente maior de aeronaves e vertiportos em uma área metropolitana específica.

Parágrafo único. A FAA estima que o número de voos simultâneos poderá atingir cerca de 50.000 aeronaves, representando um aumento estimado em dez vezes o volume atual.

Art. 368. A produtividade esperada com a utilização das aeronaves individuais, em razão do aumento da velocidade, dos fatores de carga e da utilização, será significativamente superior à dos veículos terrestres individuais.

§ 1º Com base nas projeções do estudo da NASA, no UML-5, estima-se que a distância total percorrida por passageiros em aeronaves UAM, em uma área metropolitana, corresponda entre 4% e 5% da frota de veículos terrestres de uso pessoal.

§ 2º A comparação entre os sistemas de transporte visa demonstrar que, nos níveis de tráfego UML-5, considerados elevados pelos padrões atuais da aviação, as operações em frota são indispensáveis para garantir um volume significativo de transporte de passageiros, em relação ao sistema de transporte terrestre vigente.

UML-6

Art. 369. O alcance do UML-6 será caracterizado por operações e instalações onipresentes da UAM em áreas metropolitanas, suburbanas e rurais.

Art. 370. Considera-se UML-6 a fase em que a evolução da UAM estará essencialmente concluída, sendo o crescimento adicional desse conceito proporcional ao crescimento populacional dentro de uma área metropolitana.

Parágrafo único. A configuração exata do sistema no estágio mais avançado de maturidade ainda é incerta, uma vez que sua plena implementação deverá ocorrer em um horizonte de várias décadas e sucessivas gerações tecnológicas.

Art. 371. Considerando que a maioria das viagens exigirá segmentos terrestres, predominantemente de carro, para acessar ou sair dos vertiportos, a utilização da UAM será mais vantajosa para trajetos mais longos, permanecendo o transporte por automóvel como a escolha predominante para viagens de curta distância.

Art. 372. Para que a UAM obtenha uma utilização ampliada além do nível UML-5, deverá operar em modo *gate-to-gate*, ou seja, entre vertiportos localizados em áreas próximas, viabilizando um número significativo de viagens e tornando-se uma alternativa competitiva em relação ao transporte terrestre para trajetos curtos.

CAPÍTULO VI PRESSUPOSTOS PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO

Seção I Informações gerais

Art. 373. O texto a seguir contém os pressupostos que serão levados em consideração antes da implementação.

Art. 374. Será publicado outro documento mais detalhado sobre o plano de implementação do conceito UAM envolvendo a operação de aeronaves eVTOL.

Art. 375. A fim de permitir a integração das aeronaves eVTOL no espaço aéreo onde o conceito UAM for aplicado, as seguintes premissas serão levadas em consideração:

I - realizar simulações antes da implementação real;

II - operar, quando fora do ambiente UAM, sob as mesmas regras aplicáveis aos demais tráfegos;

III - estabelecer, dentro do ambiente UAM, regras adicionais específicas visando, progressivamente, permitir a escalabilidade do número de operações aéreas;

IV - publicar requisitos adicionais para os provedores de serviços de navegação aérea existentes atualmente, a fim de atender às particularidades desse tipo de aeronave;

V - fazer gestões para evoluir no desenvolvimento do conceito e implementar as ações preparatórias, preferencialmente, antes do início das operações com aeronaves eVTOL;

VI - levar em consideração um baixo volume de operações aéreas para o início das operações de aeronaves eVTOL;

VII - permitir a integração desse novo tipo de aeronave sem a necessidade de segregação, evitando exclusividade;

VIII - promover o compartilhamento do espaço aéreo segundo requisitos de performance;
e

IX - realizar as primeiras operações, preferencialmente, em localidade com baixo volume de tráfego, haja vista a necessidade de se obter os seguintes benefícios:

- a) aumento do percentual de aceitação pública;
- b) melhoria da eficiência logística por parte dos operadores aéreos; e
- c) análise dos impactos na estrutura do espaço aéreo.

Seção II Simulações

Art. 376. As simulações são críticas para testar as mudanças previstas antes da introdução do conceito UAM e fornecem um ambiente controlado para avaliar o impacto de novos procedimentos ou tecnologias.

Art. 377. Com as simulações, é possível testar e aprimorar os cenários antes de implementá-los no mundo real, reduzindo o potencial de erros ou consequências inesperadas.

Art. 378. As simulações podem replicar condições meteorológicas ou volume de tráfego aéreo considerados inseguros ou impraticáveis para testar na realidade.

Art. 379. As simulações oferecem uma oportunidade para colaboração e comunicação entre diferentes partes interessadas envolvidas nas operações.

Art. 380. As simulações podem ser realizadas com a participação colaborativa da Comunidade ATM.

Art. 381. As simulações fornecerão a capacidade de avaliar diferentes aspectos.

Teste e validação

Art. 382. As simulações oferecem um ambiente controlado e seguro para teste e validação de vários aspectos das operações UAM e dos sistemas ATM antes da implementação no mundo real.

Art. 383. Isso inclui testar o desempenho de diferentes padrões de operação, protocolos, sistemas de comunicação e mecanismos de coordenação.

Análise de Segurança

Art. 384. A implementação da UAM envolve a integração de novos tipos de aeronaves no espaço aéreo ao lado das aeronaves tripuladas existentes requerendo análise de segurança.

Art. 385. As simulações permitem a avaliação de medidas de segurança, avaliações de risco e estratégias para evitar colisões, de modo a garantir operações seguras e eficientes em ambientes de espaço aéreo complexo.

Capacidade do espaço aéreo

Art. 386. As simulações ajudarão a avaliar a capacidade do espaço aéreo e a eficácia de diferentes estratégias ATM.

Art. 387. Ao simular vários cenários, como diferentes configurações de aeronaves, volumes de tráfego e condições climáticas, será possível identificar congestionamentos, aplicar roteamentos otimizados e implementar procedimentos eficientes de gerenciamento de fluxo.

Integração e Interoperabilidade

Art. 388. A UAM exige integração e interoperabilidade entre vários sistemas, incluindo aeronaves, infraestrutura terrestre, redes de comunicação e plataformas ATM.

Art. 389. As simulações permitirão o teste desses sistemas em conjunto, identificando possíveis problemas e aprimorando os processos de integração para garantir operações suaves e confiáveis.

Treinamento e educação

Art. 390. As simulações fornecem uma ferramenta valiosa para treinamento e educação de controladores de tráfego aéreo, pilotos e outros envolvidos nas operações UAM.

Art. 391. Cenários realistas podem ser criados para treinar profissionais na gestão do tráfego UAM, lidar com emergências e coordenar operações de espaço aéreo de forma eficaz.

Desenvolvimento de estratégias e regulamentações

Art. 392. As simulações ajudam no desenvolvimento de novos padrões, estratégias e regulamentações para operações UAM.

Art. 393. Ao simular vários cenários e avaliar seu impacto, os reguladores podem tomar decisões mais fundamentadas e criar normas específicas que garantam segurança, eficiência e equidade nas operações UAM.

Seção III

Evolução das operações de helicópteros

Art. 394. As aeronaves eVTOL encontram-se em fase de desenvolvimento, com algumas empresas já iniciando o processo de certificação junto aos órgãos reguladores competentes.

Art. 395. Deverão ser priorizadas as ações preparatórias e a implementação de modificações na estrutura do espaço aéreo, de forma que estejam disponíveis antes do início das operações de aeronaves eVTOL.

Art. 396. A operação de helicópteros será considerada a referência mais próxima à realidade das aeronaves eVTOL para fins de planejamento e adaptação do espaço aéreo.

Art. 397. A implementação do conceito UAM deverá ocorrer a partir da evolução e otimização das operações com helicópteros, adaptando-se progressivamente às características das aeronaves eVTOL.

Art. 398. Esta CONOPS servirá como fundamentação para projetos de implementação e referência de etapas evolutivas no progresso da integração das aeronaves eVTOL.

Art. 399. O planejamento para a criação de volumes de espaço aéreo onde será aplicado o conceito UAM será realizado com base nas diretrizes gerais estabelecidas nesta CONOPS.

Art. 400. Deverá ser publicada norma específica complementando o referido plano.

Art. 401. Para viabilizar a evolução, será realizada uma análise da situação atual dos espaços aéreos adjacentes aos grandes aeroportos metropolitanos.

Art. 402. A configuração predominante em grandes centros é composta por circulação IFR, associada a uma rede de Rotas Especiais de Aeronaves – REA e Rotas Especiais de Helicópteros – REH, destinada a acomodar os tráfegos VFR em baixa altura.

Art. 403. Nos heliportos e helipontos com volume significativo de operações, inexistente estrutura de trajetórias IFR que permita a operação IMC de helicópteros em baixa altura nas proximidades de grandes aeroportos.

Art. 404. Dada a previsão de que os voos no ambiente UAM ocorram inicialmente sob VMC e, posteriormente, sob IMC a partir do nível UML-4, será necessário implementar alterações graduais na estrutura do espaço aéreo inferior para ampliar a capacidade, assegurar o nível de segurança e possibilitar a escalabilidade do número de movimentos aéreos.

Art. 405. Antes do início das operações com aeronaves eVTOL, serão identificados aeródromos, helipontos e heliportos que possuam operações significativas de helicópteros, visando à preparação do espaço aéreo.

Art. 406. O objetivo é identificar medidas que permitam aumentar a eficiência no uso do espaço aéreo e introduzir, de forma gradual, novas soluções ou padrões operacionais que também beneficiarão as operações de eVTOL.

Seção IV

Requisitos iniciais

Art. 407. Os níveis de maturidade UAM deverão ser considerados na formulação de requisitos iniciais, em caráter não exaustivo, visando à evolução dos parâmetros aplicáveis a cada nível.

Art. 408. Os parâmetros iniciais estabelecidos serão utilizados como base para análises, simulações e estudos de viabilidade.

Art. 409. Os parâmetros mencionados nesta Seção poderão ser alterados no curso do desenvolvimento dos trabalhos, conforme necessário.

Art. 410. O nível UML-1 não será citado, pois trata-se de uma atividade preparatória que

antecede o início das operações.

Art. 411. As tabelas 2, 3 e 4 abaixo apresentam os requisitos iniciais desejados para os níveis de maturidade UML-2, UML-3 e UML-4, respectivamente.

Tabela 2 – Parâmetros para UML-2

Gerenciamento do espaço aéreo no ambiente UAM: Realizado por humanos
Comunicações: Voz por VHF
PIC: Piloto a bordo
Volume de tráfegos no ambiente UAM: baixo
Regras de Voo dentro do ambiente UAM: apenas VFR
Condições MET no ambiente UAM: apenas VMC
Área de operação: compartilhamento de espaço aéreo nas áreas existentes
Classificação de espaço aéreo: D
Separação: Ver e evitar
Limitação de velocidade: não aplicável

Tabela 3 – Parâmetros para UML-3

Gerenciamento do espaço aéreo no ambiente UAM: Realizado por humanos
Comunicações: VHF ou CPDLC
PIC: Piloto a bordo
Volume de tráfegos no ambiente UAM: médio
Regras de Voo dentro do ambiente UAM: VFR. Poderá haver IFR em condições específicas
Condições MET no ambiente UAM: apenas VMC. Poderá haver IMC em condições específicas
Área de operação: volume de espaço aéreo definido
Classificação de espaço aéreo: D
Separação: Ver e evitar
Limitação de velocidade: não aplicável
Requisitos CNS:
a) Comunicação VHF/CPDLC
b) Transponder com capacidade para modo A/C
c) Piloto Automático
d) Performance RNP 0.3 ou melhor
e) ADS-B
f) ACAS
g) EFB (<i>Eletronic Flight Bag</i>)

Tabela 4 – Parâmetros para UML-4

Gerenciamento do espaço aéreo no ambiente UAM: PSU por meio de novo sistema (supervisionado por humanos)
Comunicações: <i>Datalink</i> (VHF para situações emergenciais)
PIC: Piloto a bordo
Volume de tráfegos no ambiente UAM: médio
Regras de Voo dentro do ambiente UAM: DFR será demandado para suportar o volume e as particularidades da operação.
Condições MET no ambiente UAM: IMC/VMC
Área de operação: Volume de espaço aéreo definido
Classificação de espaço aéreo: Nova Classificação
Separação: combinação de Sistemas embarcados e serviços do PSU
Limitação de velocidade: a ser definida
Requisitos CNS: os mesmos do UML-3 com adição de DAA

Art. 412. A definição dos parâmetros para os níveis de maturidade UML-5 e UML-6 dependerá de estudos complementares, os quais serão tratados em versão futura desta CONOPS.

CAPÍTULO VII ARQUITETURA

Art. 413. A arquitetura sistêmica planejada para a implementação da UAM, conforme demonstrada na Figura 10 abaixo, representa um avanço relevante na gestão do espaço aéreo urbano, integrando tecnologias contemporâneas, emergentes e conceitos inovadores de controle de tráfego aéreo.

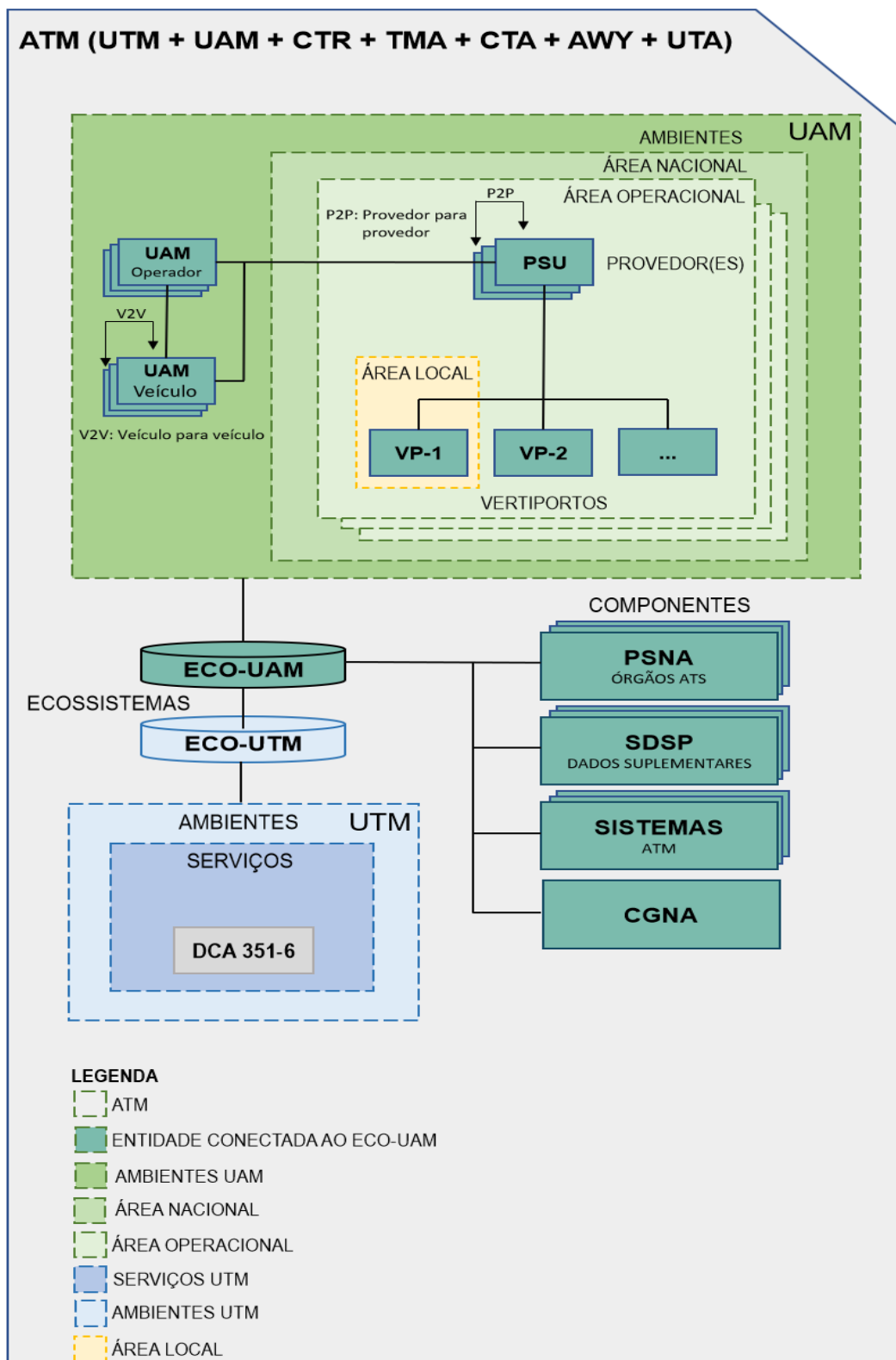


Figura 10 – Arquitetura

Art. 414. A proposta visa atender às exigências de segurança, eficiência e sustentabilidade impostas pelo aumento previsto de aeronaves urbanas.

Art. 415. Essa integração requer uma sinergia precisa com o novo sistema de gestão de tráfego no ambiente UTM e o sistema ATM existente.

Art. 416. O novo ecossistema UAM é projetado para operar em paralelo com o sistema ATM, oferecendo uma camada adicional de gestão específica para o ambiente urbano, onde o espaço

aéreo é mais congestionado e dinâmico.

Art. 417. Embora seja citado o ambiente urbano, em correlação com o termo UAM, essa solução de arquitetura será aplicável a qualquer ambiente onde possa ocorrer a operação de eVTOL, seja urbano, suburbano, rural ou regional.

Art. 418. A arquitetura contempla a interoperabilidade entre sistemas, permitindo que dados críticos sobre tráfego aéreo, condições meteorológicas e planos de voo, por exemplo, sejam compartilhados com melhor eficiência.

Art. 419. É importante que o novo ecossistema incorpore mecanismos de redundância e resiliência para mitigar riscos associados a falhas de comunicação ou de sistema, alinhando-se às melhores práticas recomendadas pela OACI.

Art. 420. A integração tecnológica incluirá o uso de inteligência artificial e aprendizado de máquina para otimizar rotas e prever potenciais conflitos de tráfego.

CAPÍTULO VIII DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 421. As sugestões para o contínuo aperfeiçoamento desta publicação deverão ser enviadas por meio dos endereços eletrônicos:

I - <http://publicacoes.decea.intraer/> (sítio na INTRAER);

II - <https://publicacoes.decea.mil.br/> (sítio na INTERNET); ou

III - link específico da publicação.

Art. 422. Os casos não previstos serão submetidos à apreciação do Chefe do Subdepartamento de Operações do DECEA.

Art. 423. A redação desta norma levou em consideração as seguintes referências:

I - BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Concepção operacional ATM nacional**. DCA 351-2. Rio de Janeiro: DECEA, 2021;

II - BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Concepção operacional UTM nacional**. DCA 351-6. Rio de Janeiro: DECEA, 2022;

III - BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil; CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Demandas e orientações sobre aviação civil**. Cartilha. Brasília: ANAC, CNMP, 2016;

IV - BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Manual de confecção das cartas de corredores visuais**. MCA 96-2. Rio de Janeiro: DECEA, 2022;

V - BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Plano de implementação ATM nacional**. PCA 351-3. Rio de Janeiro: DECEA, 2021;

VI - BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Alerta aos operadores de aeródromos nº 001/2023**. Brasília: ANAC, 2023;

VII - BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Advanced Air Mobility – Panorama e Perspectivas**. Brasília: ANAC, 2023;

VIII - BOEING. **Concept of operations for uncrewed urban air mobility**. Version 2.0. [S.l.: s.n.], 2023;

IX - EASA. **Vertiports Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category** (PTS-VPT-DSN). [S.l.: s.n.], 2022. Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/en/downloads/136259/en>>;

X - FAA. **Advanced Air Mobility | Air Taxis**. [S.l.]: Federal Aviation Administration, 2023. Disponível em: <<https://www.faa.gov/air-taxis>>;

XI - FAA. **Vertiport Design**. Engineering Brief No. 105: [s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.faa.gov/airports/engineering/engineering_briefs/engineering_brief_105_vertiport_design>;

XII - FAA. **High-Density Automated Vertiport Concept of Operations**. Federal Aviation Administration, 2021;

XIII - FAA. **Advanced Air Mobility (AAM) Implementation Plan**. Near-term (Innovate28) Focus with an Eye on the Future of AAM. Version 1.0. 2023;

XIV - FAA. **Concept of Operations 1.0**. 2023;

XV - FAA. **Concept of Operations 2.0**. 2023;

XVI - GOODRICH, Kenneth H; THEODORE, Colin R. **Description of the NASA Urban Air Mobility Maturity Level (UML) scale**. In: AIAA Scitech 2021 Forum. [S.l.: s.n.], p. 1627. 2021;

XVII - LASCARA, Brock et al. **Urban air mobility airspace integration concepts: Operational concepts and exploration approaches**. [S.l.]: MITRE CORP MCLEAN VA, 2019. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1107997>>;

XVIII - OACI. **Global Air Navigation Plan**. Doc 9750: [s.n.], 2019;

XIX - OACI. **Automatic Dependent Surveillance – Broadcast OUT Implementation Meeting for the NAM/CAR Regions ADS-B/OUT/M**: [s.n.], 2019;

XX - OACI. **Global Air Traffic Management Operational Concept**. Doc 9854: [s.n.], 2005;

XXI - OACI. **Global TBO Concept V0.11**. [s.n.], 2018;

XXII - ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100**. [S.l.]: UN Department of Economics e Social Affairs New York, NY, EUA, 2017;

XXIII - MURÇA, Mayara Condé Rocha. **Identification and prediction of urban airspace availability for emerging air mobility operations**. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 131, 2021;

XXIV - NASA. **Digital Flight – A new cooperative mode to complement VFR and IFR**. 2022;

XXV - REICHE, Colleen; COHEN, Adam P; FERNANDO, Chris. **An initial assessment of the potential weather barriers of urban air mobility**. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, IEEE, v. 22, n. 9, p. 6018–6027, 2021;

XXVI - RIBEIRO, João Vitor Turchetti. **Data-driven modeling of urban airspace availability for emerging air mobility operations**. 2023. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aeronáuticas) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2023;

XXVII - RIBEIRO, Marta; ELLERBROEK, Joost; HOEKSTRA, Jacco. **Review of conflict resolution methods for manned and unmanned aviation**. Aerospace, v. 7, n. 6, p. 79, 2020;

XXVIII - STOUFFER, Virginia L et al. **Reliable, secure, and scalable communications, navigation, and surveillance (CNS) options for Urban Air Mobility (UAM)**. [S.l.], 2020;

XXIX - WING, David et al. **Digital flight: a new cooperative operating mode to complement VFR and IFR.** NASA/TM-20220013225. [S.l.: s.n.], 2022; e

XXX - XUE, Min. **Coordination between Federated Scheduling and Conflict Resolution in UAM Operations.** In: AIAA AVIATION 2021 FORUM. [S.l.: s.n.], p. 2349. 2021.