



MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS
SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

PLANO DE TRABALHO

Brasília, 20 de dezembro de 2024.

MINUTA DE PLANO DE TRABALHO DO TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA N° 11525720240005-003882/2024

1. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADORA	
a) Unidade Descentralizadora e Responsável Nome do órgão ou entidade descentralizadora(a): Secretaria Nacional de Aviação Civil - (SAC/MPOR) Nome da autoridade competente: Tomé Barros Monteiro da Franca Número do CPF: 033.834.054-86 Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Secretaria Nacional de Aviação Civil / Coordenação-Geral de Planejamento, Estudos e Capacitação da Aviação Civil - (MPOR/SAC/CGPEC) Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Portaria nº 547 publicada no Diário Oficial da União - DOU, de 10 de maio de 2024, Seção 2, Edição nº 90 e competências delegadas por meio da Portaria nº 567 publicada no Diário Oficial da União - DOU, de 29 de novembro de 2024, Seção 1, Edição nº 230, Página 213.	
b) UG SIAFI Número e Nome da Unidade Gestora - UG que descentralizará o crédito: Nº 110591/00001 – Secretaria Nacional de Aviação Civil – (SAC/MPOR)	
2. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADA	
a) Unidade Descentralizada e Responsável Nome do órgão ou entidade descentralizada: Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA / Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial – DCTA Nome da autoridade competente: Prof. Dr. ANTONIO GUILHERME DE ARRUDA LORENZI (Reitor) Número do CPF: 050.140.888-64 Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED: Divisão de Engenharia Civil – IEI / Instituto Tecnológico de Aeronáutica Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Portaria GABAER nº 1.985/GC1, de 20 de dezembro de 2023, publicada na Seção 2 no DOU nº 243, de 22 de dezembro de 2023, e Portaria GABAER nº 2.021/GC4, de 22 de dezembro de 2023.	
b) UG SIAFI Número e Nome da Unidade Gestora - UG que receberá o crédito: 120002/Diretoria de Economia e Finanças da Aeronáutica (DIREF) / Divisão de Operações de Crédito (SUCONV-3). CNPJ nº 00.394.429/0001-00. Endereço: Esplanada dos Ministérios – Bloco “M” – 3º Andar, CEP 70.045-900 – Brasília – DF. Número e Nome da Unidade Gestora -UG responsável pela execução do objeto do TED: 120140/ Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA	
3. OBJETO	
Este projeto de pesquisa tem como objeto “Estudos para a Aviação de Hoje e do Amanhã” Estruturado em 2 eixos fundamentais, cada um deles desempenha um papel crucial na busca por avanços nos temas relativos ao Transporte Aéreo, incluindo tópicos de fronteira do conhecimento, buscando munir os entes envolvidos de conhecimento e ferramentas para tomadas de decisão de forma assertiva e com autonomia visando soberania do espaço aéreo nacional. <ul style="list-style-type: none">• A Meta 1, consiste em conduzir análises e apresentar soluções para a gestão e a operação do Setor Aéreo, visando aprimorar fatores como eficiência, segurança e experiência do passageiro. A intenção é identificar oportunidades e práticas inovadoras para otimizar o desempenho do sistema aeroportuário, abarcando lado ar, lado terra e tráfego aéreo; e• A Meta 2, por sua vez, estudos para proposição e avaliação de políticas e diretrizes para regulação técnica e econômica de serviços aéreos, infraestruturas aeroportuárias e aeronáutica com o uso de aeronaves não tripuladas (UAS) e aeronaves com pouso e decolagens verticais (eVTOL), visando estimular a garantia da segurança, o desenvolvimento, a universalização, a concorrência, a sustentabilidade ambiental e a prestação adequada dos serviços. Em suma, este projeto visa elucidar e trazer contribuições sobre os mais diferentes desafios do setor de transporte aéreo em função das mudanças prementes, de modo a tornar o setor mais eficiente, seguro e adaptado às necessidades em constante evolução.	
4. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES E METAS A SEREM DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DO TED	
O TED será desenvolvido em 2 Metas de estudo; cada Meta desmembrada em Etapas, cujo detalhamento é apresentado a seguir. A Coordenação do TED, pelo lado do ITA, terá as seguintes responsabilidades: <ul style="list-style-type: none">• Coordenador Técnica Geral: Prof.Dr. Claudio Jorge Pinto Alves	
META 1: ESTUDOS SOBRE GESTÃO E OPERAÇÃO AEROPORTUÁRIA	
Na presente Meta 1, o objetivo consiste em conduzir análises e apresentar soluções para a gestão e a operação do setor aéreo, visando aprimorar fatores como eficiência, segurança e experiência do passageiro. A intenção é identificar oportunidades e práticas inovadoras para otimizar o desempenho do sistema aeroportuário, abarcando lado ar, lado terra e tráfego aéreo. As Etapas, bem como seu detalhamento, que compõem a presente Meta 1 são: Etapa 1: Análise e avaliação operacional e de legislação associada ao procedimento de embarque misto Coordenador: Profa.Dra. Giovanna Ronzani Objetivo Para a Etapa 1, a intenção é avaliar a possibilidade de expansão da capacidade de terminais de passageiros de uma forma flexível, sustentável (tanto quanto possível), sem custos onerosos ou grandes construções de longo prazo e facilmente adaptáveis para atender às demandas futuras por meio da adoção do embarque misto. O objetivo é, portanto, o de analisar e avaliar a operação e a legislação hoje existente, no Brasil e em países de referência, associadas ao processo de embarque de passageiros. O Aeroporto Internacional de Guarulhos será utilizado como estudo de caso para (i) identificar as perspectivas de ganho na operação, (ii) analisar consequências nas alterações nos procedimentos a serem cumpridos pelos passageiros, bem como (iii) apresentar as recomendações a serem adotadas, inclusive, pelas companhias aéreas. Descriptivo Os terminais de passageiros de aeroportos brasileiros, com operação de voos internacionais e domésticos, exigem hoje a separação desses passageiros em algumas áreas dedicadas aos procedimentos de embarque e de desembarque. Essa separação impõe, normalmente, que o	

terminal disponha de áreas repetidas. Assim, por exemplo, no embarque, há duplicação dos serviços de inspeção (Raio-X e pórtico detector de metais) e da área das salas de embarque. No desembarque, por sua vez, há a duplicação das salas de restituição de bagagens. Essa duplicação é, por vezes, necessária, como no caso das salas de restituição de bagagens, dado que o passageiro de um voo internacional terá obrigatoriamente que passar pela inspeção alfandegária e não pode, portanto, estar misturado com passageiros domésticos nesses ambientes. No embarque, após os trâmites de vistoria e de controle de emigração para os passageiros internacionais, a possibilidade dos passageiros compartilharem o mesmo espaço (sala de embarque) pode representar um ganho significativo de área operacional.

Para a execução dessa Etapa 1, estão previstas até 3 (três) visitas técnicas ao Aeroporto Internacional de Guarulhos^(a), sendo cada uma dessas com duração de um dia. É ressaltada a importância da ida em campo para que sejam levantadas as informações relevantes para as análises. Ainda, vale destacar que existe a previsão de viagens aéreas domésticas, sendo de pelo menos duas para reuniões com a equipe SAC em Brasília e pelo menos uma para a participação de pelo menos um membro da equipe ITA em congresso nacional relevante do setor aéreo, com a intenção de publicação de artigos científicos. Tem-se também a intenção da ida de até três membros da equipe ITA em, pelo menos, três aeroportos internacionais de outros países^(a) (Oriente Médio, EUA e Europa) para visita técnica e melhor entendimento de procedimentos adotados em aeroportos com tamanho e volume de passageiros expressivos. Para tanto, são sugeridos os seguintes: (i) Aeroporto Internacional de Sydney/Austrália, (ii) Aeroporto Internacional Hartsfield-Jackson Atlanta/EUA e (iii) Aeroporto de Madrid/Espanha.

(a) Naturalmente, a escolha final destes aeroportos, dependerá da concordância da SAC, bem como, da receptividade dos operadores aeroportuários em questão para receber a equipe ITA em campo.

Atividades

ATIVIDADE A1 - Análise e Avaliação de Procedimentos Operacionais no Brasil

Visa analisar e avaliar os processos operacionais de embarque de voos domésticos e de voos internacionais hoje praticados no Brasil, tratando com todos os organismos envolvidos no processo (PF, RF, etc). Para tanto, pretende-se adotar como estudo de caso o Aeroporto Internacional de Guarulhos, para ser analisado de forma detalhada, considerando até 3 visitas *in loco* pela equipe do ITA (preferencialmente acompanhados pela equipe da SAC).

ATIVIDADE A2 - Análise e Avaliação de Procedimentos Operacionais em Países de Referência

Visa analisar e avaliar os processos operacionais de embarque de voos domésticos e de voos internacionais hoje praticados em países de referência no mundo. A intenção é realizar visita *in loco* aos aeroportos escolhidos, para conhecer a prática de Embarque Misto em outros locais. Tem-se como sugestão inicial os seguintes aeroportos: (i) Aeroporto Internacional de Sydney/Austrália, (ii) Aeroporto Internacional Hartsfield-Jackson Atlanta/EUA e (iii) Aeroporto de Madrid/Espanha.

ATIVIDADE A3 - Análise e Avaliação de Legislação no Brasil e Países de Referência

Visa analisar e avaliar de forma detalhada a legislação vigente atual no Brasil e nesses países de referência.

ATIVIDADE A4 - Análise de Impactos na Operação e na Legislação e Recomendações

Visa contrastar os processos operacionais praticados hoje no Brasil contra aqueles praticados nos países de referência (identificando vantagens e desvantagens operacionais, destacando as perspectivas de ganhos operacionais, mensurando os impactos para os passageiros e outros órgãos envolvidos). A intenção é também comparar e contrastar a legislação do Brasil contra a legislação desses países de referência (identificando as restrições e eventuais liberdades bem como as mudanças necessárias na legislação brasileira para permitir o Embarque Misto).

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da Atividade A1

Produto PII: Relatório descritivo da Atividade A2

Produto PIII: Relatório descritivo da Atividade A3

Produto PIV: Relatório Consolidado da Atividade A4

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 18 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1	*		*	*														
PI																		
A2					*	*												
PII																		
A3									*	**								
PIII																		
A4											*							**
PIV																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIV) e cumprimento das atividades (de A1 até A4), estão previstas reuniões com a SAC. São sugeridas pelo menos 7 reuniões no formato online e 2 no formato presencial em Brasília.

Etapa 2: Definição de padrões e requisitos para o planejamento e o projeto de terminais de passageiros de aeroportos regionais brasileiros

Coordenador: Profa.Dra. Giovanna Ronzani

Objetivo

A proposta é identificar as necessidades de infraestrutura em Terminais de Passageiros Regionais de forma a padronizar os requisitos e as recomendações para o planejamento e o projeto conforme o *Portfólio de Aeródromos* e suas faixas por infraestrutura apresentadas no PAN (2022), avançando com os pontos de partida já apresentados no mesmo. As atividades a serem desempenhadas neste projeto tem como meta prover à SAC uma proposta de requisitos e recomendações para um TPS Regional Padrão (conforme tais faixas), entregando, ao final, um relatório, estruturado em formato de manual.

Descriutivo

A movimentação de passageiros em aeroportos regionais brasileiros tem crescido significativamente. Especialmente no Brasil, com dimensões geográficas continentais, o fomento ao transporte aéreo regional poderia promover (i) a prestação de serviços em regiões remotas, (ii) os benefícios para desenvolvimento de municípios, (iii) o incentivo ao turismo e a (iv) a integração dos deslocamentos para diversas regiões do País. Dado que as necessidades de infraestrutura para Terminais de Passageiros podem variar conforme uma série de fatores (limitações de sítio, vocação, movimentação de passageiros etc), pretende-se englobar, nesta Etapa 2, um grande número de (potenciais) aeroportos regionais brasileiros, conforme o *Portfólio de Aeródromos* e suas faixas por infraestrutura apresentadas no PAN (2022).

Para a Etapa 2, existe a previsão de viagens aéreas (domésticas), sendo de pelo menos duas para reuniões presenciais com a equipe SAC em Brasília e uma para participação, em congresso nacional do setor, de pelo menos um membro da equipe ITA. Também está prevista de uma viagem internacional para participação de até dois membros da equipe ITA em congresso internacional, com o intuito de publicação e troca de conhecimento acerca do tema em questão.

Atividades

ATIVIDADE A1 - Sistematização de abordagens sobre projetos em TPS de Aeroportos Regionais e estudo avançado sobre o PAN (2022)

Para a Atividade 1, será feito um levantamento de informações relevantes, do estado da arte e de manuais, quanto aos requisitos de planejamento e de projeto para Terminais de Passageiros de Aeroportos Regionais. A intenção é apresentar uma visão geral sobre a temática, bem como identificar as principais recomendações e boas práticas para a infraestrutura de terminais regionais.

ATIVIDADE A2 - Estudo avançado sobre os projetos PAN (2022) e análise crítica de projetos existentes para terminais regionais brasileiros

Para a Atividade 2, está prevista uma revisão do PAN (2022), quanto aos tópicos específicos desta Etapa 2, para amplo entendimento no que diz respeito as faixas de aeródromos, bem como estudar as propostas iniciais para planejamento e projeto de terminais regionais. Além disso, pretende-se fazer uma análise crítica dos projetos existentes para Terminais Aeroportuários Regionais para avaliação destes pontos de partida.

ATIVIDADE A3 - Estruturação de manual com a proposta de requisitos e recomendações

Para a Atividade 3, a partir de cada faixa de aeroportos regionais brasileiros, tem-se como proposta avançar conforme o proposto no PAN (2022) e apresentar requisitos para o planejamento e o projeto de forma a fornecer recomendações padronizadas. Ainda, a intenção é abordar recomendações de flexibilidade, para melhor adaptabilidade do TPS caso o aeroporto regional modifique sua categoria com o passar dos anos e, então, se adequando às mudanças necessárias. Vale ressaltar que não serão tratadas, de forma específica, questões de sustentabilidade, no entanto algumas menções sobre tal assunto serão levantadas como forma de reflexão. O produto final será estruturado em formato de um manual.

Produtos

- Produto PI:** Relatório descritivo da Atividade A1
- Produto PII:** Relatório descritivo da Atividade A2
- Produto PIII:** Relatório descritivo da Atividade A3

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 18 meses para a realização dessa proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade Produto	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1	*			*			*											
PI																		
A2								*			**							
PII																		
A3											*			*			**	
PIII																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIII) e cumprimento das atividades (de A1 até A3), estão previstas reuniões com a SAC. São sugeridas, pelo menos, 6 reuniões no formato online e 2 no formato presencial em Brasília.

Etapa 3: Manuais de apoio à avaliação e à classificação estrutural de pavimentos aeroportuários

Coordenador: Profa.Dra. Claudia Azevedo Pereira

Objetivo

O objetivo geral desta Etapa 3 é subsidiar, científicamente, o setor de infraestrutura aeroportuária nacional, auxiliando no gerenciamento da manutenção das condições estruturais e da vida útil dos pátios e pistas, por meio do fornecimento de manuais de boas práticas para (i) levantamentos da condição estrutural do pavimento e a consequente (ii) análise de métodos de cálculo para determinação das condições do pavimento.

Descriptivo

O Brasil é um país de grandes dimensões e que apresenta uma diversidade de clima, relevo, solos e recursos. Por isso, conhecer as características e as particularidades de cada localidade é essencial para que se possa obter o melhor emprego e aplicação dos recursos. Em algumas localidades, como é o caso da região Norte do País, os recursos logísticos são restritos e muitas vezes escassos. Sendo assim, o modo aéreo, por meio dos aeródromos regionais, torna-se uma das alternativas mais viáveis de locomoção de pessoas e produtos. Contudo, nem sempre há disponibilidade de mão de obra, materiais e equipamentos para a construção, manutenção e reabilitação das infraestruturas. Além disso, o correto gerenciamento dos recursos e a garantia de operação segura sob o parâmetro da infraestrutura são dependentes do conhecimento da real condição estrutural dos pavimentos. Outra questão importante a ser salientada é que todos os aeródromos, conforme determinação da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) e da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), deverão publicar o relatório de ACR-PCR (*Aircraft Classification Rating/Pavement Classification Rating*), com isso as dúvidas sobre a existência ou não de correlação com o ACN-PCN (*Aircraft Classification Number/Pavement Classification Number*) podem dificultar os operadores na obtenção desse parâmetro de classificação de pavimentos aeroportuários. Para tratar de tais questões, esta Etapa 4 visa a elaboração de manuais de boas práticas para que se possa otimizar tal infraestrutura empregando os recursos adequados para cada passo de avaliação das condições estruturais dos pavimentos aeroportuários. Propõe-se também a atualização do manual de cálculo do PCR da ANAC, incluindo-se novas informações e resultados de pesquisas recentes, com o intuito de auxiliar na correta obtenção do índice PCR dos pátios e pistas dos aeródromos e, consequentemente, auxiliar na preservação das condições estruturais dos pavimentos e a manutenção da segurança operacional.

Para a execução dessa Etapa 4, estão previstas até 2 (duas) visitas técnicas de membros da equipe para feiras de pavimentação para discussão com o setor sobre as melhores técnicas e procedimentos de levantamento de dados sobre os pavimentos aeroportuários. Ainda, vale destacar que existe a previsão de viagens aéreas domésticas, sendo de pelo menos duas para reuniões com a equipe SAC e ANAC em Brasília e pelo menos uma para a participação de pelo menos um membro da equipe ITA em congresso nacional relevante do setor aéreo, com a intenção de publicação de artigos científicos.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Ajuste e organização da Etapa junto à SAC e ANAC

Fase de ajuste da Etapa 4 com todo o planejamento junto à SAC. Nessa Atividade 1, será elaborado um relatório com todos os detalhes da execução e planejamento da Etapa 4.

ATIVIDADE A2 – Análise comparativa dos procedimentos de avaliação estrutural dos pavimentos aeroportuários

Análise comparativa dos diversos métodos destrutivos e não destrutivos de ensaios de avaliação das condições estruturais dos pavimentos aeroportuários e estruturação dos impactos causados nas respostas pelas diferentes formas de realização destes ensaios. Contemplam-se, ainda, os levantamentos dos possíveis equipamentos utilizados em cada método com suas características, possibilidades, vantagens, desvantagens e limitações. Início da elaboração do “Manual de Boas Práticas” sobre métodos de levantamento de condições estruturais dos pavimentos aeroportuários, em que se descreva sua precisão, limitações e aplicabilidade de cada método avaliado.

ATIVIDADE A3 – Análise dos métodos de levantamentos geotécnicos realizados no Brasil

Estruturação dos métodos existentes para coleta de materiais de pavimentos aeroportuários para análise geotécnica. Estudo das boas práticas empregadas no contexto nacional e internacional, bem como os erros, as limitações e a aplicabilidade de cada método. Início da elaboração do “Manual de Procedimentos” sobre coleta de materiais dos pavimentos para análise geotécnica.

ATIVIDADE A4 – Estruturação, organização e avaliação das informações coletadas nas Atividades 2 e 3

Compilação e estruturação de todas as informações levantadas nas Atividades 2 e 3. Estruturação do esboço dos dois primeiros manuais (Manual de Boas Práticas sobre métodos de levantamento de condições estruturais dos pavimentos aeroportuários e Manual de Procedimentos sobre coleta de materiais dos pavimentos para análise geotécnica) com envio para a SAC e ANAC para avaliação de conteúdo e diagramação.

ATIVIDADE A5 – Avaliação dos softwares empregados na análise estrutural de pavimentos aeroportuários

Análise comparativa dos diversos métodos e softwares de retroanálise de dados de ensaios deflectométricos em pavimentos aeroportuários. Início da elaboração do “Manual de Instrução” sobre a retroanálise dos resultados de ensaios deflectométricos de impacto para obtenção do módulo de resiliência das camadas do pavimento, compilando as informações sobre boas práticas, erros, tipos de respostas, vantagens, desvantagens, limitações e aplicabilidade de cada método e seus indicadores. Esclarecimentos sobre alguns parâmetros sobre influência da temperatura na realização da retroanálise e os métodos existentes para ajuste destas temperaturas. Elucidação de conceitos como deflexão, módulo resiliência, raio de curvatura e o módulo de rigidez por impulso e o que cada um desses conceitos influencia na avaliação das condições estruturais do pavimento.

ATIVIDADE A6 – Descrição e detalhamento do método de cálculo do ACR-PCR

Estruturação de informações sobre pesquisas realizadas sobre ACR-PCR e os possíveis impactos de sua implementação para realizar a complementação de informações existentes no manual de cálculo de PCR para pavimentos aeroportuários da ANAC. Atualização, com eventual revisão onde necessário, do manual de cálculo de PCR para pavimentos aeroportuários da ANAC para esclarecimentos sobre a

obtenção deste parâmetro.

ATIVIDADE A7 – Estruturação do método de avaliação estrutural e de classificação de pavimentos aeroportuários

Compilação e estruturação de todas as informações levantadas nas Atividades 5 e 6. Estruturação do esboço do manual sobre Retroanálise dos resultados de ensaios deflectométricos de impacto para obtenção do Módulo Resiliência das camadas do pavimento e também da Revisão do manual de cálculo de PCR para pavimentos aeroportuários da ANAC para esclarecimentos sobre a obtenção deste parâmetro, com envio para a SAC e ANAC para avaliação de conteúdo e diagramação.

Produtos

Produto PI: Relatório que apresenta as premissas para a reorganização da etapa, os requisitos e demandas apontados, e as conclusões da atividade

Produto PII: Manual sobre métodos de levantamento de condições estruturais dos pavimentos aeroportuários

Produto PIII: Manual sobre coleta de materiais dos pavimentos para análise geotécnica.

Produto PIV: Relatório Consolidado da Atividade A4

Produto PV: Manual sobre a retroanálise dos resultados de ensaios deflectométricos de impacto para obtenção do módulo de resiliência das camadas do pavimento

Produto PVI: Relatório Consolidado da Atividade A6

Produto PVII: Atualização do manual de cálculo de PCR para pavimentos aeroportuários da ANAC para esclarecimentos sobre a obtenção deste parâmetro.

Cronograma Físico

A presente Etapa 3 terá duração de doze meses de execução e mais dois meses para o ajuste da etapa, com cronograma de execução de Atividades e entrega de Produtos apresentado a seguir.

Atividade Produto	Mês													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A1	*	**												
PI														
A2				*										
PII														
A3						*								
PIII														
A4									*					
PIV														
A5														
PV														
A6										*				
PVI														
A7													**	
PVII														

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Etapa 4: Adequação do método de dimensionamento de pavimentos aeroportuários aos materiais de pavimentação nacional

Coordenador: Prof.Dr. José Antônio Schiavon

Objetivo

Com o foco na otimização da estrutura do pavimento, o objetivo geral desta Etapa 4 é contribuir para viabilizar o uso, no dimensionamento, das propriedades típicas dos materiais disponíveis nas mais distintas regiões do país e também gerar indicativos de métodos a serem utilizados para projetos de manutenção e reabilitação (reforço) de pavimentos aeroportuários.

Descriptivo

Atualmente o método de dimensionamento de pavimentos aeroportuários mais utilizado no Brasil tem sido o FAARFIELD, acrônimo em inglês para Projeto Iterativo de Camadas Elásticas da FAA (*Federal Aviation Administration*). Contudo, sabe-se que o Brasil possui uma diversidade grande de solos e materiais empregados em pavimentação. Alguns desses materiais, como os solos tropicais e, mais especificamente, os solos arenosos finos lateríticos, possuem comportamento particular que difere dos solos de países de clima temperado. No entanto, se tais solos tropicais brasileiros forem empregados no projeto de estruturas de pavimentos aeroportuários, aproximações e equivalências devem ser adotadas para haver correspondência com os parâmetros de solos pré-estabelecidos nos métodos de cálculo, que geralmente são calibrados com a prática de outros países que possuem outros materiais. Assim sendo, a presente Etapa 4 tem a proposta de organizar um banco de dados dos materiais empregados em pavimentação no país, com suas características mecânicas e físicas importantes para utilização em camadas de subleito, sub-base e base de pavimentos aeroportuários. Posteriormente, será realizada a adaptação para a utilização do programa FAARFIELD com a inserção das características desses materiais empregados em pavimentação no Brasil. O tema tem a importância de se verificar as particularidades de cada região no que se refere aos recursos disponíveis e seu melhor aproveitamento para a otimização do desempenho estrutural e funcional dos pavimentos aeroportuários. Para essa proposta serão avaliadas as variáveis de projeto condizentes com os aeroportos nacionais, tais como mix de aeronaves, especificidades do software e os critérios de ruptura dos pavimentos.

Para a execução desta Etapa 4, está prevista uma viagem, de pelo menos 3 (três) membros da equipe, à New Jersey para visitar o National Airport Pavement Test Facility (NAPTF), onde a FAA realiza suas pesquisas em pavimentos aeroportuários. Ressalta-se a importância dessa visita para o intercâmbio de informações com pesquisadores da FAA e assim compreender melhor as possíveis formas de adaptação do FAARFIELD para o dimensionamento de pavimentos aeroportuários brasileiros. Ainda, vale destacar que existe a previsão de viagens aéreas domésticas, sendo de pelo menos duas para reuniões com a equipe SAC em Brasília e pelo menos uma para a participação de pelo menos um membro da equipe ITA em congresso nacional relevante do setor aéreo, com a intenção de publicação de artigos científicos.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Ajuste e organização da Etapa 4 junto a SAC e ANAC

Ajuste da Etapa 4 para incorporar as demandas e as mudanças recentes decorrentes do período entre a proposição e a ativação da presente etapa. Definição ou reorientação das atividades em comum acordo entre as partes envolvidas no projeto.

ATIVIDADE A2 – Levantamento de informações geotécnicas

Organização e compilação de um banco de dados de materiais utilizados nas camadas de pavimentos disponíveis nas cinco regiões do país Brasil com as suas características físicas e mecânicas. Essa atividade será realizada por meio de informações coletadas na bibliografia existente no contexto nacional e internacional, bem como em trabalhos de campo realizados em diversos aeroportos brasileiros. Por fim, serão abordadas algumas questões relevantes sobre a plasticidade, expansibilidade e particularidades de solos utilizados em pavimentação no Brasil. Também serão avaliadas as interferências das condições climáticas no desempenho estrutural do pavimento, a exemplo da temperatura, que influencia diretamente no comportamento estrutural do pavimento e, atualmente, tem-se adotado normas internacionais incompatíveis com as temperaturas brasileiras.

ATIVIDADE A3 – Análise das propriedades dos materiais empregados em pavimentos aeroportuários

Pesquisa comparativa dos módulos dos materiais empregados e padronizados no FAARFIELD e dos módulos dos materiais empregados no Brasil, verificando inclusive se esses valores foram obtidos por meio de ensaios próprios de módulos ou por correlações com outros parâmetros existentes. Por fim, verificar o impacto dessas informações para a estrutura do pavimento.

ATIVIDADE A4 – Avaliação dos softwares empregados para dimensionamento de pavimentos

Os diferentes softwares empregados para dimensionamento de pavimentos, tanto aeroportuário como rodoviário, serão comparados para verificação das particularidades e dos resultados gerados. Esta atividade será desenvolvida comparando-se os critérios de ruptura dos pavimentos, como se estabelece os cálculos de tensões e deformações, como são estabelecidos os modelos de previsão de desempenho, dentre outros fatores. Assim, pode-se obter parâmetros importantes a serem incorporados em um futuro programa brasileiro de dimensionamento de pavimentos aeroportuários. Nesta atividade também serão avaliados alguns softwares de análise em elementos finitos e como eles são empregados no dimensionamento dos pavimentos aeroportuários, como o FAASR3D.

ATIVIDADE A5 – Adequação do FAARFIELD com os materiais empregados em pavimentação no Brasil

Será realizada, no FAARFIELD, a inserção de dados de materiais empregados em pavimentos no Brasil, bem como a verificação da biblioteca de aeronaves existentes para possível inserção de aeronaves em operação no Brasil.

ATIVIDADE A6 – Análise das limitações encontradas na adequação do FAARFIELD

Serão listadas e detalhadas as particularidades e limitações da utilização do FAARFIELD para dimensionamento de reforço de pavimentos aeroportuários. Nesta atividade, serão testados outros softwares e métodos existentes para dimensionamento de pavimentos aeroportuários para serem utilizados em reforço de pavimentos. Será feita uma análise comparativa indicando as vantagens, desvantagens, aplicabilidade e limitações de cada um desses métodos.

ATIVIDADE A7 – Estruturação das informações e problemas encontrados para a adequação do software para dimensionamento de pavimentos brasileiros

Será realizada a compilação e estruturação de todas as informações levantadas e conhecimentos obtidos no projeto para que se possa desenvolver, no futuro, um método de dimensionamento de pavimentos aeroportuários brasileiros.

Produtos

Produto PI: Relatório sobre as premissas para a reorganização da etapa, os requisitos e demandas apontados, planejamento e as conclusões da atividade.

Produto PII: Estruturação de banco de dados de materiais utilizados nas camadas de pavimentos disponíveis nas 5 regiões do Brasil com as suas características físicas e mecânicas.

Produto PIII: Relatório comparativo dos módulos dos materiais empregados e padronizados no FAARFIELD e dos módulos dos materiais empregados no Brasil.

Produto PIV: Relatório sobre softwares empregados para dimensionamento de pavimentos, tanto aeroportuário como rodoviário para verificação das particularidades.

Produto PV: Guia que contemple a biblioteca de materiais e a inserção no FAARFIELD de dados referentes às características de materiais e condições brasileiras.

Produto PVI: Relatório sobre as particularidades e limitações da utilização do FAARFIELD para dimensionamento de reforço de pavimentos aeroportuários.

Produto PVII: Relatório com a estruturação do conhecimento obtido com a indicação dos requisitos para o desenvolvimento do novo método de dimensionamento de pavimentos aeroportuários.

Cronograma Físico

A presente Etapa 4 terá duração de vinte meses, com cronograma de execução de Atividades e entrega de Produtos apresentado a seguir.

Atividade/ Produto	Mês																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A1	*	**																		
PI																				
A2				*																
PII																				
A3					*															
PIII																				
A4						*														
PIV																				
A5									*											
PV																				
A6											*									
PVI																				
A7																*				**
PVII																				

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Etapa 5: Automatização da metodologia de apoio à prospecção de sítios aeroportuários regionais

Coordenador: Prof.Dr. Evandro José da Silva

Objetivo

O objetivo desta Etapa 5 é a elaboração de ferramentas computacionais automatizadas e de aplicação simplificada e eficiente, baseadas em softwares livres, para melhorar a consistência, a agilidade e a qualidade dos resultados do processo de seleção de novos sítios aeroportuários regionais.

Desritivo

Propõe-se a atualização da metodologia de apoio à prospecção de sítios aeroportuários regionais, vigente atualmente conforme a Portaria N° 837, de 13 de julho de 2021 (Ministério da Infraestrutura/Secretaria Nacional de Aviação Civil). O principal foco desta atualização está no desenvolvimento de métodos, algoritmos e ferramentas computacionais baseadas em software livre que facilitem o emprego da metodologia prevista no referido manual. Desde a publicação oficial do manual em 2021, novas bases de dados surgiram, a forma de interação com essas bases evoluiu e a equipe acumulou experiências na aplicação.

As ferramentas computacionais serão de grande utilidade para análises de localização aeroportuária no Brasil, uniformizando os estudos, evitando custos com licenças e melhorando a qualidade das soluções.

Atividades**ATIVIDADE A1 - Mobilização da equipe, treinamento, identificação e seleção de plataformas para o desenvolvimento computacional**

Visa criar um ambiente de desenvolvimento organizado e padronizado para a equipe, o que será fundamental para as atividades seguintes. Aspectos como teste, documentação e manutenção de código e dados serão avaliados e padronizados internamente.

ATIVIDADE A2 – Identificação de bases de dados de interesse

Visa à identificação de bases de dados de interesse, formas de acesso (download manual, API, outros), formatos dos arquivos, pré-processamento, requerimentos de memória computacional e outros atributos.

ATIVIDADE A3 – Sistematização do Banco de Dados Geográficos

Visa ao desenvolvimento de métodos, algoritmos e ferramentas computacionais para o download dos dados e organização do BDG (Banco de Dados Geográficos). O foco da atividade está na verificação dos dados, seu armazenamento e disponibilização, inclusive no gerenciamento de metadados.

ATIVIDADE A4 – Desenvolvimento de métodos para a identificação de sítios potenciais

Visa ao desenvolvimento de métodos, algoritmos e ferramentas computacionais para a identificação de sítios candidatos, que apoiam a

exploração da região de busca, com base na avaliação combinada de atributos (como distância de rodovias, volume de terra movimentado, entre outros).

ATIVIDADE A5 – Desenvolvimento de métodos para a identificação preliminar de obstáculos

Visa ao desenvolvimento de métodos, algoritmos e ferramentas computacionais para a identificação preliminar de obstáculos naturais e artificiais ao espaço aéreo, com base em um PBZPA (Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo).

ATIVIDADE A6 – Desenvolvimento de métodos para o ranqueamento de sítios

Visa ao desenvolvimento de métodos, algoritmos e ferramentas computacionais para apoio ao ranqueamento de sítios e análise de seus prós e contras, incluída a análise de sensibilidade.

ATIVIDADE A7 – Aplicações a casos reais de prospecção

Visa à aplicação a até nove casos de prospecção de sítios no Brasil sob demanda da SAC com os respectivos trabalhos de escritório e de campo. Além de apoiar a SAC na execução, esta atividade permite validar os métodos propostos. Inicialmente foram definidos os sítios de: Urucará/AM, Autazes/AM, Tartagalzinho/AP; Bragança/PA; Chaves/PA; Portel/PA; Prainha/PA; Rurópolis/PA e Itapetininga/SP.

ATIVIDADE A8 – Testes e documentação

Visa: documentação, teste, revisão e disponibilização das ferramentas computacionais desenvolvidas e seu processo de uso integrado.

ATIVIDADE A9 – Revisão do Manual de Apoio à Prospecção de Sítios Aeroportuários Regionais.

Pretende-se adequar o Manual publicado aos novos métodos. Isso dará ao mesmo maior facilidade de aplicação e ganhos na qualidade das análises e apresentação do estudo. É esperado que tal atividade leve à redução dos tempos de análise dos estudos por parte da SAC.

Produtos

Produto PI: Relatório de acompanhamento: Atividades A1, A2 e A3 com código protótipo.

Produto PII: Relatório de acompanhamento: Atividades A4, A5 e A6 com código protótipo.

Produto PIII: Relatórios contendo os trabalhos de campo e escritório relacionados a cada caso, conforme a Atividade A7.

Produto PIV: Códigos revisados, sua documentação e revisão do manual (atual) de apoio à prospecção de sítios aeroportuários, em consequência das atividades A8 e A9.

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos ao longo do horizonte de 38 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIV) e cumprimento das atividades (de A1 até A9), estão previstas reuniões com a SAC. São sugeridas pelo menos 18 reuniões no formato online e 1 no formato presencial em Brasília. Outros encontros podem ocorrer no ITA sob demanda da SAC.

Para a atividade A7, admite-se que os estados, municípios ou outras partes interessadas ofereçam transporte a partir da cidade mais próxima do estudo com voo regular. Esse transporte pode ser realizado por lancha fretada, meios fluviais regulares, entre outros. Além disso, para o acesso aos sítios, devem ser disponibilizados pelo menos dois veículos 4x4, custeados pelo parceiro local. A pernoite e alimentação são de responsabilidade da equipe, desde que existam estabelecimentos comerciais na localidade. Na ausência desses, essa despesa será repassada ao parceiro local, que deverá organizar a logística mobilizando os meios necessários e arcando com as despesas de transporte e alimentação da equipe.

Atividade/ Produto	Mês																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
A1																																									
A2			*																																						
A3				*				*																																	
PI																																									
A4								*																																	
A5																		*																							
A6																			*																						
PII																																									
A7			*						*									*											*											*	
PIII				*						*									*																						
A8																																									
A9																																									
PIV																																									

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Etapa 6: AIRDATA – Inteligência artificial para análise de dados de aviação

Coordenador: Prof.Dr. Marcelo Guterres

Objetivo

O objetivo da etapa AIRDATA (**Base de Dados Integrada da Aviação Civil com apoio de Inteligência Artificial para análise e apoio à decisão**) é desenvolver um sistema capaz de integrar, analisar, aperfeiçoar e disponibilizar dados oriundos de stakeholders como ANAC, SAC e DECEA, no contexto da aviação brasileira. Esse sistema empregará **inteligência artificial (IA)** para oferecer uma ferramenta computacional de suporte à tomada de decisão. Tal fase terá como gestor o DECEA e a ANAC, que juntamente com a SAC e entidades convidadas, comporão o rol de bases de dados e indicadores a que a Etapa será desenvolvida. Assim, **gestores externos ao Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB)** e à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a exemplo do Conselho Nacional de Justiça (CNJ) na temática de Judicialização do Transporte Aéreo, poderão acessar informações fundamentais à compreensão dos **eventos que compõem a dinâmica de um voo**. Além disso, a própria ANAC, SAC e DECEA também se beneficiarão diretamente da ferramenta como usuários finais. Para tanto, o sistema integrará e correlacionará dados de múltiplas bases do setor aeronáutico brasileiro, incluindo dados da **trajetória provenientes do OpenSky**, visando proporcionar análises precisas e estatisticamente robustas. O sistema terá por meta automatizar o cálculo dos indicadores estabelecidos pelo **GANP (Global Air Navigation Plan)** e pelo **GASP (Global Aviation Safety Plan)**, por exemplo, além de apoiar o monitoramento dos indicadores do **Plano Aerooviário Nacional (PAN)**. Essa abordagem contribuirá para aprimorar a qualidade e a confiabilidade das informações estatísticas, reduzindo erros e inconsistências. Adicionalmente, auxiliará as autoridades na otimização da gestão operacional, resultando em redução de custos operacionais e logísticos através do aumento da eficiência nos serviços aéreos. O sistema também incorporará técnicas de **machine learning (ML)** para análise preditiva e prescritiva dos dados, permitindo extrair informações sobre as operações aéreas e os **fenômenos exógenos e endógenos** que as influenciam. Como recurso adicional, disponibilizará uma **plataforma experimental com chatbots** baseados em **IA generativa**, capacitando os usuários a realizarem consultas complexas e análises de causa e efeito entre diferentes variáveis na dinâmica de voo. Esta integração de tecnologias permitirá uma compreensão mais aprofundada e dinâmica do cenário aeronáutico brasileiro.

Desritivo

O projeto AIRDATA envolve o desenvolvimento de um sistema de armazenamento e análise de dados para o setor de aviação brasileiro, focado na aviação civil, fundamentado em técnicas de IA. Este sistema **integrará e aprimorará dados provenientes de múltiplas bases do setor aeronáutico**, incluindo dados oriundos da ANAC, SAC e DECEA, complementados por **dados de trajetória do OpenSky**. A plataforma utilizará algoritmos de IA para **melhorar a qualidade das informações, reduzindo erros e inconsistências nos dados**, o que permitirá **automatizar e aprimorar o cálculo dos indicadores estabelecidos pelo GANP, GASP e PAN, por exemplo**. O AIRDATA

implementará técnicas de análise preditiva e prescritiva baseadas em ML, visando à **identificação de tendências e padrões anômalos no sistema de aviação civil**. Por exemplo, o sistema será capaz de identificar desvios significativos de trajetórias em relação às rotas padrão estabelecidas, correlacionando possíveis fatores causais, como condições meteorológicas, restrições operacionais ou outros eventos relevantes. Além disso, a plataforma permitirá analisar o **impacto em cascata de atrasos na rede de transporte aéreo**, identificando como perturbações em determinados aeroportos podem afetar sistematicamente a malha aérea nacional. A arquitetura do sistema será projetada para ser flexível e escalável, possibilitando a **incorporação de novas bases de dados e a contínua evolução dos indicadores**. Isso garantirá que o setor de aviação brasileiro permaneça alinhado com as mais recentes práticas de análise de dados, promovendo uma tomada de decisão mais informada e eficiente. Como produtos finais, o projeto disponibilizará uma **ferramenta web para consulta de eventos aeronáuticos**, permitindo também o **download** de dados em XLS ou CSV, e uma **plataforma experimental com chatbot baseado em IA generativa para análises complexas do setor**. Por fim, é importante destacar que o projeto enfrenta **desafios técnicos importantes**. O primeiro refere-se à **harmonização temporal das diferentes bases de dados**, garantindo a **correta correlação entre eventos aeronáuticos registrados em diferentes sistemas**. Além disso, existem complexidades inerentes à estimativa precisa dos indicadores, como por exemplo os do GANP e GASP, que demandarão o desenvolvimento de metodologias de processamento e análise de dados para assegurar resultados confiáveis e aderentes aos padrões internacionais. No contexto da **implementação dos chatbots**, a utilização de modelos de **IA generativa open source** apresenta desafios próprios, como possíveis limitações na precisão e contextualização das respostas durante as fases iniciais do projeto, demandando um processo iterativo de refinamento e ajuste dos modelos. Outros desafios incluem a necessidade de lidar com **bases de dados que podem apresentar informações ausentes ou divergentes entre si**, garantir que os diferentes sistemas existentes consigam efetivamente trocar informações entre si, e desenvolver métodos para verificar se as previsões e análises geradas pelo sistema estão realmente adequadas e confiáveis.

Atividades

ATIVIDADE A1: Análise e Mapeamento das Bases de Dados

a) Levantamento de Requisitos e Entendimento do Domínio:

- Realizar entrevistas com especialistas e stakeholders chave da ANAC, DECEA e SAC;
- Identificar requisitos específicos de cada órgão para o uso dos dados;
- Mapear os processos atuais de coleta e análise de dados; e
- Documentar casos de uso prioritários.

b) Análise Técnica das Bases:

- Identificar e analisar as estruturas de dados de cada base selecionada;
- Documentar os formatos, padrões e protocolos utilizados;
- Avaliar a qualidade e completude dos dados existentes;
- Identificar possíveis inconsistências entre as bases

c) Mapeamento para Integração:

- Mapear as informações relevantes para integração;
- Estabelecer correlações entre as diferentes bases de dados;
- Identificar campos chave para relacionamento entre as bases; e
- Documentar regras de negócio específicas para tratamento dos dados.

d) Análise dos Dados de Trajetória:

- Analisar e estruturar os dados de trajetória do OpenSky;
- Identificar padrões de formato e frequência das informações;
- Estabelecer critérios para validação dos dados de trajetória; e
- Definir metodologia para correlação com outras bases.

ATIVIDADE A2: Desenvolvimento do Sistema de Integração

a) Projeto da Arquitetura:

- Definir a arquitetura do sistema;
- Especificar os componentes de integração e armazenamento;
- Estabelecer os requisitos de segurança e escalabilidade; e
- Documentar a arquitetura proposta.

b) Desenvolvimento da Infraestrutura:

- Implementar a infraestrutura de armazenamento;
- Desenvolver os mecanismos de ingestão de dados;
- Criar as interfaces de conexão com as bases;
- Implementar o sistema de processamento dos dados do OpenSky.

c) Implementação dos Mecanismos de Integração:

- Desenvolver os processos de Extração, Transformação e Carga dos dados (ETL) das diferentes fontes;
- Implementar as regras de negócio para harmonização dos dados;
- Criar mecanismos de validação e qualidade dos dados; e
- Desenvolver rotinas de atualização e sincronização.

ATIVIDADE A3: Implementação de Algoritmos de IA para Enriquecimento e Validação de Dados

a) Desenvolvimento de Algoritmos de Validação:

- Implementar modelos para detecção de inconsistências nos dados;
- Desenvolver algoritmos para validação cruzada entre diferentes bases;
- Criar mecanismos de verificação de completude das informações;
- Implementar rotinas de qualidade dos dados.

b) Implementação de Módulos de Enriquecimento:

- Desenvolver algoritmos para correlação de eventos;
- Criar modelos para preenchimento de dados ausentes;
- Implementar técnicas de normalização e padronização;
- Desenvolver métricas de confiabilidade.

c) Desenvolvimento do Protótipo de Consultas:

- Implementar interface de busca por voos;
- Desenvolver visualização integrada de eventos;
- Criar módulos de análise temporal;
- Implementar funcionalidades de exportação de dados.

ATIVIDADE A4: Implementação dos Indicadores por meio de IA - Fase 1

a) Análise e Seleção de Indicadores:

- Realizar workshops com stakeholders para identificação dos indicadores prioritários;
- Mapear as fontes de dados necessárias para cada indicador;
- Documentar as metodologias de cálculo;
- Definir critérios de validação dos resultados.

b) Desenvolvimento dos Módulos de Cálculo:

- Implementar algoritmos para cálculo dos indicadores selecionados;
- Desenvolver rotinas de validação dos resultados;
- Criar interfaces de visualização dos indicadores;
- Implementar funcionalidades de exportação de relatórios.

c) Validação e Testes:

- Realizar testes com dados históricos;
- Validar resultados com especialistas;
- Implementar ajustes e correções necessários;
- Documentar os resultados obtidos.

ATIVIDADE A5: Implementação dos Indicadores por meio de IA - Fase 2

a) Análise dos Indicadores Complementares:

- Realizar nova rodada de workshops para definição dos indicadores adicionais;
- Avaliar lições aprendidas da Fase 1;
- Mapear requisitos específicos dos novos indicadores;
- Definir cronograma de implementação.

b) Desenvolvimento e Integração:

- Implementar algoritmos para os novos indicadores;
- Integrar com os módulos desenvolvidos na Fase 1;
- Desenvolver novas interfaces necessárias;
- Implementar funcionalidades de análise cruzada entre indicadores.

c) Validação e Documentação:

- Realizar testes integrados;
- Validar com stakeholders;
- Documentar metodologias e resultados;
- Elaborar manuais de utilização.

ATIVIDADE A6: Testes, Validação e Documentação Final

a) Testes Integrados:

- Realizar testes de integração do sistema completo;
- Executar validação da qualidade dos dados processados;
- Verificar a precisão dos indicadores implementados;
- Avaliar o desempenho do sistema em diferentes cenários.

b) Validação com Especialistas:

- Conduzir workshops de validação com especialistas do setor;
- Realizar testes específicos dos indicadores GANP, GASP e PAN;
- Validar as funcionalidades de análise preditiva;
- Avaliar a usabilidade das interfaces desenvolvidas.

c) Documentação e Treinamento:

- Elaborar documentação técnica completa do sistema;
- Desenvolver manuais de usuário e guias operacionais;
- Criar material de treinamento para diferentes perfis de usuário;
- Documentar procedimentos de manutenção e atualização.

Produtos

Produto PI: Relatório de Análise e Mapeamento das Bases de Dados

O relatório apresentará uma análise das entrevistas realizadas com os *stakeholders*, contemplando os requisitos específicos identificados e os casos de uso prioritários levantados junto à ANAC, DECEA e SAC. O documento incluirá o mapeamento técnico completo das bases de dados do SISCEAB, ANAC, SAC e OpenSky, com detalhamento das estruturas, formatos e protocolos utilizados. Será apresentada uma avaliação da qualidade e completude dos dados, destacando possíveis inconsistências e desafios identificados para a integração. O relatório também conterá a proposta inicial de correlação entre as diferentes bases, incluindo a identificação dos campos-chave e as regras de negócio necessárias para o tratamento adequado dos dados. Adicionalmente, será incluída uma análise específica dos dados de trajetória do OpenSky, contemplando a metodologia proposta para sua integração com as demais bases. Por fim, o documento apresentará recomendações técnicas para orientar as fases subsequentes do projeto.

Produto PII: Sistema de Integração de Dados

O produto consiste em um sistema integrado que contempla a infraestrutura de armazenamento, componentes de integração e processamento de dados, implementados de acordo com a arquitetura definida. O sistema incluirá mecanismos de Extração, Transformação e Carga dos dados das diferentes fontes (ETL), interfaces para incorporação dos dados do OpenSky, e funcionalidades para padronização e validação das informações. A documentação técnica do sistema também fará parte do produto.

Produto PIII: Sistema de Enriquecimento de Dados e Protótipo de Consultas

O produto consiste em um conjunto de algoritmos para validação e enriquecimento dos dados integrados, incluindo funcionalidades para correlação de eventos e análise temporal. O sistema disponibilizará um protótipo de interface de consultas que permitirá a visualização integrada dos diferentes eventos associados a um determinado voo, fornecendo uma visão unificada das informações das diferentes bases de dados.

Produto PIV: Sistema de Indicadores - Módulo Inicial

O produto consiste em um módulo integrado ao sistema AIRDATA que implementa o primeiro conjunto de indicadores priorizados junto a os *stakeholders*. O sistema incluirá interfaces para visualização, análise e exportação dos indicadores implementados, bem como a documentação das metodologias de cálculo utilizadas e os resultados das validações realizadas. Também serão disponibilizados relatórios automáticos para acompanhamento dos indicadores e análise de tendências.

Produto PV: Sistema de Indicadores - Módulo Complementar

O produto apresentará a implementação do conjunto complementar de indicadores, integrada ao módulo inicial. O sistema incluirá novas funcionalidades de análise cruzada entre indicadores, permitindo uma visão mais abrangente e correlacionada dos diferentes aspectos monitorados. Será entregue com documentação técnica completa, incluindo manuais de utilização, metodologias de cálculo e resultados das validações realizadas com os *stakeholders*.

Produto PVI: Relatório de Validação e Resultados

O produto apresentará os resultados dos testes integrados e validações realizadas com especialistas do setor aeronáutico, incluindo análises detalhadas do desempenho do sistema, precisão dos indicadores implementados e qualidade das previsões geradas. O documento incluirá também recomendações para evolução futura do sistema e identificação de possíveis melhorias.

Produto PVII: Documentação Técnica e Material de Treinamento

O produto consiste no conjunto completo de documentação do sistema AIRDATA, incluindo documentação técnica detalhada, manuais de usuário, guias de interpretação dos indicadores e material de treinamento. A documentação abrangerá todos os módulos desenvolvidos, procedimentos operacionais, arquitetura do sistema e guias de manutenção, fornecendo suporte abrangente para diferentes perfis de usuários.

Cronograma Físico

A presente Etapa terá duração de 36 meses, com cronograma de execução de Atividades e entrega de Produtos apresentado a seguir.

Atividade	Mês																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1	**				*														
PI																			
A2							*			**									

PII																
A3													*			**
PIII																

Atividade	Mês	Plano de Trabalho 2024																
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
A4				*					**									
PIV																		
A5											*				**			
PV																		
A6																*		**
PVI																		
PVII																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

META 2: ESTUDOS SOBRE OPERAÇÕES UTM E AAM NO ÂMBITO DA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA

Estudos para proposição e avaliação de políticas e diretrizes para regulação técnica e econômica de serviços aéreos, infraestruturas aeroportuárias e aeronáutica com o uso de aeronaves não tripuladas (UAS) e aeronaves com poucos e decolagens verticais (eVTOL), visando estimular a garantia da segurança, o desenvolvimento, a universalização, a concorrência, a sustentabilidade ambiental e a prestação adequada dos serviços.

Tem-se por objetivo realizar ensaios, demonstrações e estudos teóricos e práticos, bem como análises prospectivas, tomando por base os desenvolvimentos científicos das aeronaves mencionadas, com a finalidade do emprego no transporte de pessoas, bens ou serviços especializados considerando tanto o ambiente UTM quanto o ambiente AAM, sendo este focado na integração das aeronaves eVTOL.

Ao final, espera-se compreender sua adesão e influência nos sistemas, normas e procedimentos de responsabilidade da autoridade aeronáutica e de aviação civil, bem como os formuladores de política pública e o sistema legislativo nacional.

Além disso, consideram-se questões de segurança operacional, ato de interferência ilícita, interferência cibernética, interferência de fauna e flora, fatores climatológicos, modelos de prestação de serviços e integração desses sistemas, tanto entre si, como com o sistema aeroviário convencional e as cidades. O projeto visa a oferecer suporte à tomada de decisões na regulamentação nacional e na concepção das tecnologias a serem adotadas pelo Estado brasileiro, alinhados às melhores práticas internacionais.

Os trabalhos priorizam entregas de curto prazo, com foco na realização de ensaios integrados entre a indústria nacional, a academia e autoridades de Estado e governo. É fundamental que esses trabalhos estabeleçam e/ou aproveitem ambientes de testes, simulações e colaboração, como sandboxes ou campanhas de testes, que não apenas abrangam o espaço aéreo, mas também incorporem equipamentos e ferramentas essenciais à iniciativa. Essas práticas visam fortalecer a capacidade nacional, ao mesmo tempo, em que buscam estabelecer um ambiente propício para negócios e inovação. A Meta 2 busca catalisar a capacidade do Estado em realizar testes pilotos, ensaios e eventos por meio da atuação do ITA na realização dos estudos e ensaios, descritos nas Etapas a seguir.

Etapa 1: Simulação, especificação e projeto conceitual de um ambiente para o gerenciamento do tráfego aéreo em UTM

Coordenador: Prof.Dr. Johnny Cardoso Marques

Objetivo

O objetivo desta Etapa 1 é estabelecer a especificação de arquitetura de um Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes robusto e tecnicamente avançado, que permita a replicação precisa do estado atual dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo, assim como a avaliação de tecnologias emergentes no contexto de Gerenciamento de Tráfego Não Tripulado (UTM). Esse ambiente deve possibilitar a modelagem e simulação detalhada dos fluxos de tráfego aéreo, incluindo operações tradicionais e futuras, para assegurar a interoperabilidade e a segurança na integração de veículos aéreos não tripulados com as operações existentes.

Além disso, essa etapa visa especificar uma infraestrutura flexível e modular que suporte a integração de novos componentes de hardware e software, para viabilizar a experimentação e a validação de soluções inovadoras em controle de tráfego aéreo. A criação desse ambiente permitirá também a realização de testes de conformidade, desempenho e resiliência, fornecendo subsídios para futuras certificações e regulamentações.

Descriptivo

De forma especial, um componente essencial desta Etapa 1 é a elaboração de toda a especificação e modelagem de um Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes. Esta modelagem trará a descrição e arquitetura completa do ambiente a ser concebido na Etapa 4, a partir dos produtos desta Etapa 1, que permitirá simular o estado atual dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo existentes, bem como para antecipar e preparar-se para os desafios dos sistemas futuros de Gestão de Tráfego Urbano (UTM, do inglês "Urban Traffic Management"). Este ambiente será uma plataforma robusta e flexível, projetada para fornecer insights valiosos sobre o desempenho e a eficácia de novas tecnologias e abordagens em um ambiente controlado e seguro.

Ao abordar as complexidades inerentes à gestão do tráfego aéreo, a Meta 2 visa não apenas impulsionar a inovação tecnológica, mas também garantir que as soluções propostas sejam viáveis, eficazes e compatíveis com os requisitos regulatórios. Esta abordagem holística não apenas promove o avanço do campo, mas também contribui para um ambiente mais seguro e eficiente para a aviação civil e comercial.

Atividades

ATIVIDADE A1 - Avaliação do estado atual do gerenciamento de tráfego aéreo existente.

Visa avaliar o estado atual do gerenciamento de tráfego aéreo existente é uma etapa essencial para compreender os sistemas, processos e tecnologias em vigor. Especialistas em aviação examinam a eficácia dos sistemas de comunicação, navegação e vigilância, além da capacidade de lidar com o aumento do tráfego e eventos adversos. Com base nessa avaliação, são formuladas recomendações para melhorias, visando um sistema de aviação mais seguro, eficiente e capaz de enfrentar os desafios futuros.

ATIVIDADE A2 - Especificação dos Requisitos para o Projeto Conceitual do Ambiente.

Visa especificar os requisitos para o projeto conceitual do ambiente é uma fase crítica no desenvolvimento de qualquer sistema ou plataforma. Nesta etapa, especialistas em diversas áreas colaboram para definir de forma clara e precisa as funcionalidades, capacidades e características necessárias para atender aos objetivos do projeto. Isso envolve a identificação de requisitos técnicos, operacionais e de segurança, bem como a consideração de requisitos específicos do usuário e do ambiente de implantação. A especificação dos requisitos serve como base sólida para o desenvolvimento subsequente, garantindo que o produto final atenda às expectativas e necessidades dos stakeholders, e seja capaz de alcançar os resultados desejados de forma eficaz e eficiente.

ATIVIDADE A3 - Desenho dos Diagramas de Arquitetura do Projeto Conceitual do Ambiente

Visa construir o desenho dos diagramas de arquitetura para o projeto conceitual do ambiente na definição da estrutura e do funcionamento do sistema em desenvolvimento. Nesta fase, os participantes do projeto colaboram para representar visualmente os componentes, módulos e interações do ambiente proposto. Os diagramas de arquitetura fornecem uma visão abrangente e organizada da infraestrutura técnica, das conexões de dados e das interfaces de usuário, permitindo uma compreensão clara e uma comunicação eficaz entre os membros da equipe e os stakeholders. Essa atividade é fundamental para garantir que o projeto seja concebido de forma coesa e escalável, alinhado com os requisitos e objetivos estabelecidos, e preparado para o desenvolvimento e implementação subsequentes.

ATIVIDADE A4 - Revisão Crítica do Projeto Conceitual

Visa executar a Revisão Crítica do Projeto Conceitual de um projeto de Simulação, Especificação e Projeto Conceitual de um ambiente para o gerenciamento de tráfego aéreo em UTM, sendo essencial para assegurar que os conceitos e especificações desenvolvidos atendam aos

requisitos operacionais e técnicos estabelecidos. Durante esta fase, uma equipe multidisciplinar analisa detalhadamente todos os aspectos do projeto, desde a arquitetura do sistema até as simulações de cenários de tráfego aéreo, verificando a viabilidade técnica, a eficiência operacional e a conformidade com as normas de segurança e regulamentações vigentes. Esta revisão inclui a avaliação de modelos de simulação, algoritmos de gerenciamento de tráfego, interfaces de usuário e protocolos de comunicação, garantindo que o projeto conceitual esteja alinhado com os objetivos estratégicos e as expectativas dos stakeholders. Eventuais falhas ou lacunas identificadas são discutidas e retificadas, proporcionando uma base sólida e confiável para as fases subsequentes de desenvolvimento e implementação do sistema UTM.

ATIVIDADE A5 - *Organização de um modelo de desafio Guardião Cibernético*

Visa organizar um modelo de desafio Guardião Cibernético dentro do projeto de Simulação, Especificação e Projeto Conceitual de um ambiente para o gerenciamento de tráfego aéreo em UTM é crucial para testar e validar a robustez e a resiliência do sistema contra possíveis ameaças cibernéticas. Nesta atividade, são definidos cenários de ameaças e ataques cibernéticos realistas que o sistema pode enfrentar, incluindo intrusões, interferências de sinal e tentativas de acesso não autorizado. O modelo de desafio envolve a simulação de tais ataques em um ambiente controlado para avaliar a capacidade do sistema de detectar, responder e recuperar-se de incidentes de segurança. Especialistas em segurança cibernética colaboram com a equipe de desenvolvimento para identificar vulnerabilidades potenciais e implementar medidas de mitigação eficazes. Este exercício não só aprimora a segurança do sistema, mas também prepara a equipe para lidar com situações de crise no mundo real, garantindo a integridade e a continuidade das operações de gerenciamento de tráfego aéreo em UTM.

ATIVIDADE A6 - *Organização de um modelo de desafio Defesa de Perímetro*

Visa organizar um modelo de desafio Defesa de Perímetro no projeto de Simulação, Especificação e Projeto Conceitual de um ambiente para o gerenciamento de tráfego aéreo em UTM sendo fundamental para garantir a proteção das fronteiras operacionais do sistema contra acessos não autorizados e intrusões. Esta atividade envolve a criação e a implementação de cenários de testes que simulem tentativas de violação de perímetro por entidades maliciosas, tais como drones não autorizados, hackers tentando obter acesso às redes de comunicação, e interferências de sinal. A equipe responsável pelo desenvolvimento e pela segurança cibernética colabora para identificar pontos críticos de vulnerabilidade e estabelecer camadas de defesa robustas, incluindo firewalls, sistemas de detecção e prevenção de intrusões, e protocolos de autenticação reforçados. Por meio dessas simulações, é possível avaliar a eficácia das estratégias de defesa, identificar possíveis falhas e aprimorar os mecanismos de proteção, assegurando que o sistema UTM possa operar de maneira segura e eficiente, mesmo diante de ameaças à sua integridade e funcionalidade.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da Atividade A1 com a Avaliação do estado atual do gerenciamento de tráfego aéreo existente.

Produto PII: Relatório descritivo das Atividades A2 e A3, com a Especificação de Requisitos e o Desenho dos Diagramas de Arquitetura do Projeto Conceitual do Ambiente

Produto PIII: Relatório descritivo das Atividades A4, com a Revisão Crítica do Projeto Conceitual

Produto PIV: Relatório descritivo da Atividade A5 e A6, com a Organização de um modelo de desafio Defesa de Perímetro e Organização de um modelo de desafio Guardião Cibernético

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 18 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade Produto	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1		*		*														
PI																		
A2							*		*									
A3																		
PII																		
A4								*			*							
A5																		
PIII																		
A6															*			*
PIV																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA, SAC e DECEA online

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIV) e cumprimento das atividades (de A1 até A6), estão previstas reuniões com a SAC e DECEA. São sugeridas pelo menos 8 reuniões no formato online.

Etapa 2: *Viabilidade e implementação de técnicas de sistemas de bancos de dados distribuídos em UTM*

Coordenador: Prof.Dr. Cesar Marcondes

Objetivo

O objetivo desta Etapa 2 é estudar a viabilidade e implementar a aplicação de técnicas de sistemas de bancos de dados distribuídos no UTM, com foco na utilização de tecnologias avançadas como o blockchain. Esse estudo busca explorar como essas técnicas podem garantir maior segurança, integridade e transparência na gestão de dados críticos para o controle de tráfego não tripulado, oferecendo uma base confiável para o registro e compartilhamento de informações entre diferentes agentes envolvidos.

A adoção de blockchain, por exemplo, pode ser fundamental para criar um registro imutável e auditável de eventos, como rotas de voo, autorizações e interações entre veículos aéreos não tripulados, garantindo que os dados permaneçam consistentes e protegidos contra adulterações. Com a aplicação de contratos inteligentes (smart contracts), o UTM poderia, ainda, automatizar processos como autorizações de voo e gestão de incidentes, reduzindo a intervenção manual e aumentando a eficiência operacional.

Além disso, sistemas de bancos de dados distribuídos podem melhorar a escalabilidade e a resiliência do UTM, permitindo uma melhor resposta a cenários de alta demanda e mitigando o impacto de falhas em nós específicos. A integração dessas tecnologias visa não apenas aprimorar a arquitetura do UTM, mas também proporcionar uma camada adicional de segurança e conformidade com as regulamentações, promovendo um ambiente confiável para a operação de drones em larga escala.

Desritivo

De forma especial, um componente essencial desta Etapa 2 é a elaboração de um Estudo de Viabilidade e Implementação de Técnicas de Sistemas de Bancos de Dados Distribuídos em UTM. A adoção de blockchain, por exemplo, pode ser fundamental para criar um registro imutável e auditável de eventos, como rotas de voo, autorizações e interações entre veículos aéreos não tripulados, garantindo que os dados permaneçam consistentes e protegidos contra adulterações. Com a aplicação de contratos inteligentes (smart contracts), o UTM poderia, ainda, automatizar processos como autorizações de voo e gestão de incidentes, reduzindo a intervenção manual e aumentando a eficiência operacional.

Além disso, sistemas de bancos de dados distribuídos podem melhorar a escalabilidade e a resiliência do UTM, permitindo uma melhor resposta a cenários de alta demanda e mitigando o impacto de falhas em nós específicos. A integração dessas tecnologias visa não apenas aprimorar a arquitetura do UTM, mas também proporcionar uma camada adicional de segurança e conformidade com as regulamentações, promovendo um ambiente confiável para a operação de drones em larga escala. Outra vantagem da adoção de blockchain no UTM está na utilização de contratos inteligentes, ou smart contracts, que permitem automatizar processos críticos, como a autorização de planos de voo, a validação de permissões de operação e o gerenciamento de alertas e incidentes. Esses contratos executam ações prédefinidas quando determinadas condições são atendidas, eliminando a necessidade de intervenção manual e reduzindo o risco de erro humano. Por exemplo, um contrato inteligente poderia autorizar automaticamente um plano de voo caso todas as condições de segurança sejam cumpridas, economizando tempo e simplificando a gestão. Além de segurança e automação, os sistemas de bancos de dados distribuídos também são projetados para melhorar a escalabilidade e a resiliência do UTM, permitindo o armazenamento e o processamento de grandes volumes de dados em cenários de alta demanda e em tempo real. Essa arquitetura distribuída possibilita que o sistema continue a operar mesmo em caso de falha em alguns nós, garantindo uma maior continuidade operacional e reduzindo os riscos associados a interrupções de serviço. A integração de blockchain e de bancos de dados distribuídos no UTM contribui para fortalecer a confiabilidade e a conformidade com normas

regulatórias e de segurança. Com a expansão da utilização de veículos aéreos não tripulados em ambientes urbanos, essas tecnologias tornam-se cruciais para sustentar um crescimento seguro e ordenado das operações, promovendo um sistema de tráfego aéreo mais seguro, eficiente e transparente para todos os envolvidos.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Estudo de Sistemas Distribuídos e Algoritmos de Consenso

Visa estudar sobre Sistemas Distribuídos e Algoritmos de Consenso, parte crucial no projeto de Viabilidade e Implementação de Técnicas de Sistemas de Bancos de Dados Distribuídos em UTM. Esta atividade envolve uma análise aprofundada dos princípios e práticas dos sistemas distribuídos, com ênfase especial nos algoritmos de consenso, como Paxos e Raft, que são essenciais para garantir a consistência e a confiabilidade dos dados em ambientes distribuídos. O estudo abrange a avaliação de diferentes métodos para alcançar o consenso em redes de nós interconectados, assegurando que todas as partes do sistema UTM possam operar de forma coordenada e sem discrepâncias nos dados. Além disso, são analisadas as implicações de latência, tolerância a falhas e escalabilidade, aspectos críticos para a implementação eficaz de um sistema de banco de dados distribuído no contexto de gerenciamento de tráfego aéreo. Através desta atividade, a equipe pode desenvolver estratégias robustas para o armazenamento e a sincronização de dados, garantindo que o sistema UTM seja capaz de lidar com grandes volumes de dados de maneira eficiente e resiliente, promovendo a segurança e a integridade das operações de tráfego aéreo.

ATIVIDADE A2 – Seleção da Tecnologia de Sistemas Distribuídos

Visa definir a Seleção da Tecnologia de Sistemas Distribuídos como uma etapa fundamental no projeto de Viabilidade e Implementação de Técnicas de Sistemas de Bancos de Dados Distribuídos em UTM. Esta atividade envolve a avaliação e escolha criteriosa das tecnologias mais adequadas para suportar a infraestrutura distribuída necessária para o gerenciamento de tráfego aéreo não tripulado. A equipe do projeto analisa diversas plataformas e frameworks de sistemas distribuídos, considerando fatores como escalabilidade, desempenho, tolerância a falhas, consistência de dados e compatibilidade com os requisitos específicos do UTM. Tecnologias como Apache Kafka para streaming de dados, Apache Cassandra para armazenamento de dados distribuído e Kubernetes para orquestração de contêineres são examinadas em detalhe. A seleção final é baseada em testes rigorosos e benchmarks que simulam cenários reais de tráfego aéreo, garantindo que a tecnologia escolhida possa lidar com altas demandas de processamento e armazenamento de dados, enquanto mantém a integridade e a disponibilidade do sistema. Esta seleção é crucial para estabelecer uma base tecnológica sólida, que suportará a operação segura e eficiente do UTM, permitindo uma gestão integrada e resiliente do tráfego aéreo não tripulado.

ATIVIDADE A3 – Levantamento de Requisitos e Diagramas

Visa construir o Levantamento de Requisitos e Diagramas é essencial no projeto de Viabilidade e Implementação de Técnicas de Sistemas de Bancos de Dados Distribuídos em UTM. Nesta atividade, a equipe de projeto realiza uma coleta detalhada dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, envolvendo stakeholders como operadores de tráfego aéreo, autoridades regulatórias e desenvolvedores de software. Por meio de entrevistas, workshops e análise de documentos, são identificadas as necessidades específicas de gerenciamento de dados, segurança, desempenho e escalabilidade. Com base nos requisitos coletados, são elaborados diagramas UML (Unified Modeling Language), como casos de uso, diagramas de classes, de sequência e de componentes, que fornecem uma representação visual clara e estruturada do sistema. Esses diagramas ajudam a comunicar a arquitetura do sistema e o fluxo de dados entre os componentes distribuídos, facilitando a compreensão e a validação dos requisitos junto aos stakeholders. Esta atividade é crucial para garantir que todos os aspectos do sistema de banco de dados distribuído sejam compreendidos e documentados corretamente, estabelecendo uma base sólida para as etapas subsequentes de design e implementação.

Produtos

Produto P1: Relatório descritivo da Atividade A1 com o Estudo de Sistemas Distribuídos e Algoritmos de Consenso

Produto PII: Relatório descritivo da Atividade A2 com a Seleção da Tecnologia de Sistemas Distribuídos e os critérios de escolha.

Produto PIII: Relatório descritivo da Atividade A3 com o Levantamento de Requisitos e Diagramas

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 18 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade Produto	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1				*				*										
PI																		
A2									*		*							
PII																		
A3													*					*
PIII																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA, SAC e DECEA online

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de P1 ao PIII) e cumprimento das atividades (de A1 até A3), estão previstas reuniões com a SAC e DECEA. São sugeridas pelo menos 6 reuniões no formato online.

Etapa 3: Levantamento de condições de segurança cibernética

Coordenador: Prof.Dr. Lourenço Alves Pereira Júnior

Objetivo

O objetivo desta Etapa 3 é realizar uma análise abrangente das condições de segurança cibernética nos sistemas de controle de tráfego aéreo, com foco em identificar vulnerabilidades e riscos potenciais, bem como desenvolver e documentar um conjunto de recomendações de segurança específicas para mitigar ameaças cibernéticas. Essa etapa envolve um mapeamento detalhado das infraestruturas críticas, protocolos de comunicação e mecanismos de autenticação atualmente empregados, visando entender como as ameaças cibernéticas podem impactar a operação e a integridade dos sistemas de controle de tráfego aéreo.

Desritivo

De forma especial, um componente essencial desta Etapa 3 é o levantamento de condições de segurança cibernética. A análise das condições de segurança cibernética abrange diversas áreas-chave, como a proteção contra ataques de negação de serviço (DDoS), a detecção de intrusões, a integridade de dados e a resiliência a falhas. Para isso, serão realizados testes de vulnerabilidade, simulações de ataques cibernéticos e auditorias de segurança para avaliar a eficácia das defesas existentes e identificar pontos de melhoria. Essa etapa também incluirá uma avaliação da segurança dos canais de comunicação entre os sistemas de controle de tráfego aéreo e os veículos, verificando se as trocas de dados críticos estão devidamente criptografadas e protegidas contra interceptações e modificações maliciosas.

Além de uma análise técnica dos aspectos internos, esta etapa buscará também avaliar a integração dos sistemas de controle de tráfego aéreo com redes externas e outros sistemas de suporte, como serviços meteorológicos, que também podem ser alvo de ataques e representar um ponto de entrada para ameaças. Serão investigadas possíveis vulnerabilidades decorrentes da interoperabilidade com esses sistemas externos e sugeridas recomendações para fortalecer essa integração de maneira segura.

A elaboração de recomendações de segurança será baseada nas melhores práticas do setor de cibersegurança e nas diretrizes de organizações internacionais, como a ICAO (Organização Internacional de Aviação Civil) e a FAA (Administração Federal de Aviação dos EUA), além de padrões de cibersegurança específicos para o setor de aviação. Essas recomendações incluirão medidas como o fortalecimento dos sistemas de autenticação e controle de acesso, a implementação de sistemas de monitoramento contínuo para identificar atividades suspeitas em tempo real, e a adoção de estratégias de defesa em profundidade para garantir múltiplas camadas de proteção.

Por fim, essa etapa visa promover uma cultura de segurança cibernética dentro do ambiente de controle de tráfego aéreo, recomendando a capacitação constante dos operadores e a conscientização sobre boas práticas de segurança. A combinação de análises técnicas detalhadas com recomendações práticas permitirá que os gestores de tráfego aéreo implementem melhorias de segurança de forma eficaz, reduzindo o risco de incidentes e assegurando a proteção dos sistemas e da integridade das operações aéreas.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Estudo e avaliação dos sistemas atuais de Controle de Tráfego Aéreo na perspectiva de segurança

Visa estudar e avaliar os sistemas atuais de Controle de Tráfego Aéreo na Perspectiva de Segurança que é um componente crítico do projeto

de Levantamento de Condições de Segurança Cibernética. Esta atividade envolve uma análise detalhada dos sistemas existentes de controle de tráfego aéreo, focando especificamente nos mecanismos de segurança implementados para proteger contra ameaças cibernéticas. A equipe de projeto examina as arquiteturas de segurança atuais, incluindo protocolos de comunicação, métodos de autenticação, criptografia de dados e práticas de monitoramento e resposta a incidentes. Além disso, são avaliadas as políticas de segurança, conformidade com normas e regulamentos internacionais, e a capacidade dos sistemas de detectar e mitigar ataques cibernéticos. Esta análise é conduzida através de revisões de documentação técnica, auditorias de segurança e entrevistas com especialistas da área. O objetivo é identificar vulnerabilidades e lacunas nos sistemas atuais, além de entender as melhores práticas e tecnologias emergentes que podem ser adotadas. Os resultados deste estudo fornecem insights valiosos para o desenvolvimento de recomendações e estratégias de aprimoramento da segurança cibernética no controle de tráfego aéreo, assegurando que os sistemas sejam robustos e resilientes contra ameaças cibernéticas, protegendo a integridade e a segurança das operações aéreas.

ATIVIDADE A2 – Levantamento de Vulnerabilidades

Visa levantar as vulnerabilidades como um componente vital do projeto de Levantamento de Condições de Segurança Cibernética, sendo esta atividade focada na identificação e análise das fraquezas presentes nos sistemas e infraestruturas tecnológicas. Durante esta atividade, a equipe de segurança cibernética realiza uma avaliação abrangente dos sistemas de informação, redes, dispositivos e aplicações utilizados, empregando uma variedade de ferramentas e técnicas, como scanners de vulnerabilidades, testes de penetração (*pen tests*) e análise de código-fonte. Este processo envolve a identificação de falhas de segurança, brechas de configuração, softwares desatualizados e qualquer outro ponto que possa ser explorado por agentes maliciosos. A equipe também revisa logs de segurança e realiza simulações de ataques para entender melhor como as vulnerabilidades poderiam ser exploradas em cenários reais. Além disso, são analisadas as práticas de gestão de patches e atualizações, bem como as políticas de acesso e controle de identidade. Os resultados desse levantamento fornecem uma visão detalhada do estado atual da segurança cibernética, permitindo a priorização das vulnerabilidades mais críticas que necessitam de mitigação imediata. Esta atividade é crucial para o desenvolvimento de um plano de ação robusto que fortaleça a resiliência do sistema contra ameaças cibernéticas, garantindo a proteção contínua das operações e dos dados sensíveis.

ATIVIDADE A3 – Levantamento de recomendações de segurança

Visa levantar as recomendações de Segurança como uma atividade essencial do projeto de Levantamento de Condições de Segurança Cibernética, dedicada a formular estratégias e medidas específicas para mitigar as vulnerabilidades identificadas e fortalecer a defesa contra ameaças cibernéticas. Com base nos resultados do levantamento de vulnerabilidades e na análise das práticas de segurança atuais, a equipe de segurança elabora um conjunto detalhado de recomendações, que pode incluir a implementação de tecnologias avançadas de defesa, como sistemas de detecção e prevenção de intrusões (IDS/IPS), criptografia de dados em trânsito e em repouso, e autenticação multifator. Além disso, são sugeridas melhorias nas políticas de segurança, como procedimentos de gestão de patches, treinamento contínuo para a conscientização dos usuários sobre segurança cibernética, e estratégias de resposta a incidentes. As recomendações também abordam a necessidade de conformidade com normas e regulamentos de segurança, assegurando que as práticas adotadas estejam alinhadas com os padrões internacionais. Este processo envolve a colaboração com diversos stakeholders para garantir que as recomendações sejam práticas e aplicáveis ao contexto operacional específico. Através desta atividade, o projeto visa estabelecer um plano de ação claro e eficaz que não só remedia as fraquezas atuais, mas também fortalece a resiliência geral do sistema contra futuras ameaças cibernéticas.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da Atividade A1, com Estudo e avaliação dos sistemas atuais de Controle de Tráfego Aéreo na perspectiva de segurança

Produto PII: Relatório descritivo da Atividade A2, com o levantamento das vulnerabilidades.

Produto PIII: Relatório descritivo da Atividade A3, com as recomendações de segurança.

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 18 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade Produto	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1				*				*										
PI																		
A2									*		*							
PII																		
A3															*			*
PIII																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA, SAC e DECEA online

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIII) e cumprimento das atividades (de A1 até A3), estão previstas reuniões com a SAC e DECEA. São sugeridas pelo menos 8 reuniões no formato online.

Etapa 4: Elaboração e prototipação do ambiente de desenvolvimento, simulação e testes em UTM

Coordenador: Prof.Dr. Johnny Cardoso Marques

Objetivo

O objetivo desta Etapa 4 é construir um Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes robusto e tecnicamente avançado, que permita a replicação precisa do estado atual dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo, assim como a avaliação de tecnologias emergentes no contexto de Gerenciamento de Tráfego Não Tripulado (UTM). Esse ambiente deve possibilitar a modelagem e simulação detalhada dos fluxos de tráfego aéreo, incluindo operações tradicionais e futuras, para assegurar a interoperabilidade e a segurança na integração de veículos aéreos não tripulados com as operações existentes. Esse ambiente será construído com o apoio da especificação e arquitetura previstos nos produtos da Etapa 1.

Além disso, essa etapa visa implementar uma infraestrutura flexível e modular que suporte a integração de novos componentes de hardware e software, para viabilizar a experimentação e a validação de soluções inovadoras em controle de tráfego aéreo. A criação desse ambiente permitirá também a realização de testes de conformidade, desempenho e resiliência, fornecendo subsídios para futuras certificações e regulamentações.

Desritivo

De forma especial, um componente essencial desta Etapa 4 é a construção um Ambiente de Desenvolvimento, Simulação, Testes para simular o estado atual dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo existentes e futuros em UTM. De forma especial, um componente essencial desta Etapa 4 é a construção de um Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes. Esta modelagem trará a descrição e arquitetura completa do ambiente a ser concebido vinda a partir dos produtos desta Etapa 1, que permitirá simular o estado atual dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo existentes, bem como para antecipar e preparar-se para os desafios dos sistemas futuros de Gestão de Tráfego Urbano (UTM, do inglês "Urban Traffic Management"). Este ambiente será uma plataforma robusta e flexível, projetada para fornecer insights valiosos sobre o desempenho e a eficácia de novas tecnologias e abordagens em um ambiente controlado e seguro.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Descrição do Projeto Detalhado do Ambiente

Visa descrever o Projeto Detalhado do Ambiente, que é uma atividade crucial dentro do projeto de Elaboração e Prototipação do Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes em UTM. Nesta atividade, a equipe de projeto elabora uma documentação abrangente que especifica todos os componentes e configurações do ambiente de simulação e testes, incluindo a arquitetura de sistemas, infraestrutura de hardware, software necessário e as ferramentas de desenvolvimento e simulação a serem utilizadas. A descrição detalhada abrange a definição dos requisitos técnicos, como capacidade de processamento, armazenamento, redes e segurança, além das especificações funcionais que o ambiente deve atender, como a simulação de cenários de tráfego aéreo, integração com sistemas reais de controle de tráfego e interfaces de usuário. São também descritos os procedimentos para a instalação, configuração e manutenção do ambiente, garantindo que todos os elementos funcionem de forma integrada e eficiente. Esta documentação serve como um guia essencial para a implementação do ambiente de desenvolvimento e testes, assegurando que todos os aspectos críticos sejam considerados e que o sistema final atenda aos objetivos de

desempenho, segurança e funcionalidade necessários para o gerenciamento eficiente e seguro do tráfego aéreo não tripulado.

ATIVIDADE A2 – Criação de um Cenário de Prova de Conceito

Visa criar um Cenário de Prova de Conceito, que é uma atividade crucial dentro do projeto de Elaboração e Prototipação do Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes em UTM. Nesta atividade, a equipe de projeto desenvolve um cenário de teste realista que simula situações operacionais do mundo real, permitindo validar a eficácia e a funcionalidade do ambiente em diferentes condições e cenários de tráfego aéreo. Isso envolve a definição de parâmetros como volume de tráfego, tipos de aeronaves, condições meteorológicas e eventos imprevistos, como falhas de comunicação ou dispositivos. O cenário de prova de conceito é projetado para testar especificamente as capacidades-chave do sistema, como o gerenciamento de rotas de voo, detecção e resolução de conflitos, comunicação entre aeronaves e sistemas de controle de tráfego, e resposta a emergências. Através da execução deste cenário, a equipe pode identificar possíveis falhas, avaliar o desempenho do sistema e realizar ajustes necessários antes da implantação em ambientes de produção. Esta atividade é fundamental para garantir que o ambiente de desenvolvimento, simulação e testes em UTM atenda aos requisitos operacionais e de segurança necessários para o gerenciamento eficiente e seguro do tráfego aéreo não tripulado.

ATIVIDADE A3 – Execução da Prova de Conceito

Visa executar a Prova de Conceito, que é uma atividade crítica dentro do projeto de Elaboração e Prototipação do Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes em UTM. Durante esta atividade, a equipe realiza testes práticos para validar a viabilidade e a eficácia do ambiente desenvolvido em situações reais. Isso envolve a implementação do cenário de teste previamente criado, onde diferentes aspectos do sistema são submetidos a condições simuladas de tráfego aéreo. A execução da prova de conceito permite verificar o funcionamento dos algoritmos de gerenciamento de tráfego, a integração entre os diversos componentes do sistema, a precisão das previsões de trajetória de voo e a capacidade de resposta a eventos imprevistos. Os resultados obtidos durante a execução da prova de conceito são cuidadosamente analisados para identificar possíveis falhas ou áreas de melhoria. Essa atividade é essencial para garantir que o ambiente de desenvolvimento, simulação e testes em UTM seja capaz de atender aos requisitos operacionais e de segurança, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento e a implantação bem-sucedidos do sistema de gerenciamento de tráfego aéreo não tripulado.

ATIVIDADE A4 – Revisão Crítica de Projeto do Projeto Detalhado e do Resultado da Prova de Conceito

Visa executar a Revisão Crítica de Projeto do Projeto Detalhado e do Resultado da Prova de Conceito é um marco crucial dentro do projeto de Elaboração e Prototipação do Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes em UTM. Durante essa atividade, uma equipe multidisciplinar revisa minuciosamente tanto o projeto detalhado do ambiente quanto os resultados obtidos na prova de conceito. Essa revisão visa garantir que todos os aspectos do projeto, desde a arquitetura do sistema até os detalhes da implementação, estejam alinhados com os requisitos operacionais, técnicos e de segurança estabelecidos. Os resultados da prova de conceito são analisados para validar a eficácia e a funcionalidade do ambiente em condições simuladas de tráfego aéreo, identificando eventuais falhas ou áreas de melhoria. Qualquer discrepância entre o projeto detalhado e os resultados da prova de conceito é cuidadosamente investigada e corrigida conforme necessário. Esta revisão crítica assegura que o ambiente de desenvolvimento, simulação e testes em UTM esteja pronto para as etapas subsequentes de implementação e validação, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo não tripulado seguros e eficientes.

ATIVIDADE A5 – Execução do Exercício 1 de Simulação

Visa executar o Exercício 1 de Simulação, que é uma atividade essencial dentro do projeto de Elaboração e Prototipação do Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes em UTM. Durante este exercício, a equipe realiza uma simulação completa do ambiente desenvolvido, aplicando-o a um cenário operacional específico. Isso envolve a configuração do ambiente de simulação de acordo com os parâmetros e condições definidos para o exercício, incluindo o volume de tráfego aéreo, as características das aeronaves, as condições meteorológicas e quaisquer eventos imprevistos que possam surgir. A execução do Exercício 1 permite validar a funcionalidade do sistema em um ambiente controlado, testar a interação entre os diversos componentes do UTM e avaliar a capacidade de resposta a situações de tráfego aéreo desafiadoras. Os resultados obtidos durante a execução deste exercício são cuidadosamente analisados para identificar possíveis falhas ou áreas de melhoria, fornecendo insights valiosos para o aprimoramento contínuo do ambiente de desenvolvimento, simulação e testes em UTM. Esta atividade é crucial para garantir que o sistema seja capaz de atender aos requisitos operacionais e de segurança necessários para o gerenciamento eficiente e seguro do tráfego aéreo não tripulado.

ATIVIDADE A6 – Execução do Exercício 2 de Simulação

Visa executar o Exercício 2 de Simulação, que é uma atividade essencial dentro do projeto de Elaboração e Prototipação do Ambiente de Desenvolvimento, Simulação e Testes em UTM. Durante este exercício, a equipe realiza uma simulação completa do ambiente desenvolvido, aplicando-o a um cenário operacional específico. Isso envolve a configuração do ambiente de simulação de acordo com os parâmetros e condições definidos para o exercício, incluindo o volume de tráfego aéreo, as características das aeronaves, as condições meteorológicas e quaisquer eventos imprevistos que possam surgir. A execução do Exercício 1 permite validar a funcionalidade do sistema em um ambiente controlado, testar a interação entre os diversos componentes do UTM e avaliar a capacidade de resposta a situações de tráfego aéreo desafiadoras. Os resultados obtidos durante a execução deste exercício são cuidadosamente analisados para identificar possíveis falhas ou áreas de melhoria, fornecendo insights valiosos para o aprimoramento contínuo do ambiente de desenvolvimento, simulação e testes em UTM. Esta atividade é crucial para garantir que o sistema seja capaz de atender aos requisitos operacionais e de segurança necessários para o gerenciamento eficiente e seguro do tráfego aéreo não tripulado.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da Atividade A1, com a Descrição do Projeto Detalhado do Ambiente

Produto PII: Relatório descritivo da Atividade A2, com a Criação de um Cenário de Prova de Conceito

Produto PIII: Relatório descritivo das Atividades A3 e A4, com os resultados da Execução da Prova de Conceito e

Produto PIV: Relatório descritivo da Atividade A5, com a descrição e resultados da Execução do Exercício 1 de Simulação.

Produto PV: Relatório descritivo da Atividade A6, com a descrição e resultados da Execução do Exercício 2 de Simulação.

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 24 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade/ Produto		Mês																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
A1	Após a Etapa 1	*	*	*	*	*																				
PI																										
A2								*						*												
PII																										
A3															*											
A4																										
PIII																										
A5																										
PIV																										
A6																										
PV																										

Legenda: (*) reunião equipes ITA, SAC e DECEA online

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PV) e cumprimento das atividades (de A1 até A6), estão previstas reuniões com a SAC e DECEA. São sugeridas pelo menos 8 reuniões no formato online.

Etapa 5: Prototipação da solução em sistemas distribuídos

Objetivo

O objetivo desta Etapa 5 é desenvolver um protótipo de aplicação com as técnicas de sistemas de bancos de dados distribuídos no UTM, com foco na utilização de tecnologias avançadas como o blockchain. Essa Etapa, materializa o e desenvolve a partir dos produtos produzidos nas Etapa 2 onde foram explorados como essas técnicas podem garantir maior segurança, integridade e transparência na gestão de dados críticos para o controle de tráfego não tripulado, oferecendo uma base confiável para o registro e compartilhamento de informações entre diferentes agentes envolvidos.

Desritivo

De forma especial, um componente essencial desta Etapa 5 é a Implementação de Técnicas de Sistemas de Bancos de Dados Distribuídos em UTM, a partir dos resultados dos produtos produzidos na Etapa 2. A adoção de blockchain, por exemplo, pode ser fundamental para criar um registro imutável e auditável de eventos, como rotas de voo, autorizações e interações entre veículos aéreos não tripulados, garantindo que os dados permaneçam consistentes e protegidos contra adulterações. Com a aplicação de contratos inteligentes (smart contracts), o UTM poderia, ainda, automatizar processos como autorizações de voo e gestão de incidentes, reduzindo a intervenção manual e aumentando a eficiência operacional.

Além disso, sistemas de bancos de dados distribuídos podem melhorar a escalabilidade e a resiliência do UTM, permitindo uma melhor resposta a cenários de alta demanda e mitigando o impacto de falhas em nós específicos. A integração dessas tecnologias visa não apenas aprimorar a arquitetura do UTM, mas também proporcionar uma camada adicional de segurança e conformidade com as regulamentações, promovendo um ambiente confiável para a operação de drones em larga escala. Outra vantagem da adoção de blockchain no UTM está na utilização de contratos inteligentes, ou smart contracts, que permitem automatizar processos críticos, como a autorização de planos de voo, a validação de permissões de operação e o gerenciamento de alertas e incidentes. Esses contratos executam ações predefinidas quando determinadas condições são atendidas, eliminando a necessidade de intervenção manual e reduzindo o risco de erro humano. Por exemplo, um contrato inteligente poderia autorizar automaticamente um plano de voo caso todas as condições de segurança sejam cumpridas, economizando tempo e simplificando a gestão.

Atividades**ATIVIDADE A1 – Implementação de Protótipo**

Visa desenvolver o protótipo, que é uma etapa atividade dentro do projeto de Prototipação da Solução em Sistemas Distribuídos. Durante essa atividade, a equipe de desenvolvimento trabalha para transformar os conceitos e designs elaborados previamente em um protótipo funcional. Isso envolve a seleção e implementação das tecnologias, ferramentas e frameworks adequados para a construção do sistema distribuído, considerando aspectos como escalabilidade, desempenho, tolerância a falhas e segurança. Os desenvolvedores também trabalham na integração dos diferentes componentes do sistema, garantindo a comunicação eficiente entre eles e o funcionamento harmonioso do protótipo como um todo. Além disso, são realizados testes contínuos para validar a funcionalidade e a robustez do protótipo em cenários simulados, identificando e corrigindo possíveis problemas e refinando o sistema conforme necessário. A implementação do protótipo é fundamental para validar a viabilidade técnica da solução proposta em sistemas distribuídos, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento posterior e a eventual implementação em larga escala.

ATIVIDADE A2 – Realização de Simulação e Testes

Visa realizar simulação e testes, que é uma atividade fundamental dentro do projeto de Prototipação da Solução em Sistemas Distribuídos. Durante essa atividade, a equipe realiza uma série de testes rigorosos para avaliar o desempenho, a escalabilidade e a robustez do protótipo em diferentes cenários de uso e condições de operação. Isso inclui a execução de simulações que reproduzem cargas de trabalho variadas, simulação de falhas e indisponibilidades de recursos, além de testes de estresse para avaliar os limites do sistema. Os testes também abrangem a verificação da integridade e consistência dos dados distribuídos, a detecção e correção de eventuais falhas e a avaliação da capacidade de recuperação do sistema em caso de interrupções. Os resultados obtidos durante a realização de simulações e testes são analisados minuciosamente pela equipe de desenvolvimento, permitindo identificar possíveis problemas e áreas de melhoria no protótipo. Essa atividade é crucial para garantir que o sistema distribuído desenvolvido seja robusto, confiável e capaz de atender aos requisitos operacionais e de desempenho estabelecidos, antes de sua implantação em ambientes reais.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da Atividade A1, com a entrega do protótipo como parte do produto.

Produto PII: Relatório descritivo da Atividade A2 com casos de Simulação e Testes, incluindo resultados.

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 24 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade/ Produto	Após a Etapa 2	Mês																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A1				*			*						*												
PI																									
A2																			*				*		*
PII																									

Legenda: (*) reunião equipes ITA, SAC e DECEA online

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PII) e cumprimento das atividades (de A1 até A2), estão previstas reuniões com a SAC e DECEA. São sugeridas pelo menos 6 reuniões no formato online.

Etapa 6: Desenvolvimento de modelos econômicos para operação UTM**Objetivo**

O objetivo desta Etapa 6 é desenvolver modelos econômicos robustos para a operação de sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo não tripulado (UTM, do inglês *Unmanned Traffic Management*), com o intuito de estabelecer cenários de rentabilidade e sustentabilidade para provedores de serviços de UTM, operadores de drones e agências governamentais. Essa fase envolve a análise de viabilidade econômica para identificar as melhores práticas e estratégias de monetização, buscando equilibrar o custo da infraestrutura, tecnologia e mão-de-obra com as tarifas cobradas por serviços de monitoramento, autorização e controle de tráfego aéreo.

abordagem inclui o estudo de diferentes estruturas de mercado, como modelos de assinatura, tarifas por uso e parcerias público-privadas, avaliando o impacto de cada uma delas na acessibilidade do sistema e na segurança do espaço aéreo. A metodologia também considera os custos de conformidade regulatória e a adaptação às legislações locais e internacionais, que podem afetar diretamente o modelo de negócios. Além disso, serão conduzidas simulações para prever cenários de demanda e oferta, considerando fatores como o crescimento da indústria de drones, as tendências tecnológicas e as possíveis evoluções das regulamentações.

Esse esforço visa não apenas alcançar a viabilidade econômica para os participantes do ecossistema UTM, mas também incentivar a inovação e a adoção de tecnologias emergentes, garantindo a criação de um ambiente seguro, eficiente e financeiramente sustentável para o gerenciamento do tráfego aéreo de drones em áreas urbanas e rurais.

Desritivo

Essa fase envolve a análise de viabilidade econômica para identificar as melhores práticas e estratégias de monetização, buscando equilibrar o custo da infraestrutura, tecnologia e mão-de-obra com as tarifas cobradas por serviços de monitoramento, autorização e controle de tráfego aéreo.

A abordagem inclui o estudo de diferentes estruturas de mercado, como modelos de assinatura, tarifas por uso e parcerias público-privadas, avaliando o impacto de cada uma delas na acessibilidade do sistema e na segurança do espaço aéreo. A metodologia também considera os custos de conformidade regulatória e a adaptação às legislações locais e internacionais, que podem afetar diretamente o modelo de negócios. Além disso, serão conduzidas simulações para prever cenários de demanda e oferta, considerando fatores como o crescimento da indústria de drones, as tendências tecnológicas e as possíveis evoluções das regulamentações.

Esse esforço visa não apenas alcançar a viabilidade econômica para os participantes do ecossistema UTM, mas também incentivar a inovação e a adoção de tecnologias emergentes, garantindo a criação de um ambiente seguro, eficiente e financeiramente sustentável para o

gerenciamento do tráfego aéreo de drones em áreas urbanas e rurais.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Estudo de Mercado, Regulamentações e Normas Tributárias

Visa estudar o Mercado, Regulamentações e Normas Tributárias, que é uma atividade crucial dentro do projeto de Desenvolvimento de Modelos Econômicos para Operação UTM. Durante essa atividade, a equipe realiza uma análise abrangente do mercado de operação de tráfego aéreo não tripulado, identificando tendências, oportunidades e desafios que possam impactar o modelo econômico do projeto. Além disso, são examinadas as regulamentações e normas tributárias vigentes que se aplicam à operação de sistemas UTM, garantindo que o modelo econômico esteja em conformidade com as leis locais e internacionais. Isso inclui a análise de tarifas, taxas de licenciamento, impostos sobre transações aéreas e outros encargos relacionados à operação de drones e sistemas UTM. Com base nessas informações, a equipe pode desenvolver um modelo econômico sólido e sustentável que leve em consideração todos os aspectos relevantes do mercado e do ambiente regulatório, garantindo a viabilidade financeira e a conformidade legal do projeto de operação UTM.

ATIVIDADE A2 – Análise de Viabilidade Financeira

Visa analisar a Viabilidade Financeira é um passo essencial dentro do projeto de Desenvolvimento de Modelos Econômicos para Operação UTM. Durante essa atividade, a equipe realiza uma avaliação detalhada dos custos e receitas associados à operação do sistema UTM, buscando determinar sua sustentabilidade financeira a longo prazo. Isso envolve a estimativa dos investimentos necessários para desenvolver e implementar a infraestrutura tecnológica, bem como os custos operacionais contínuos, como manutenção, atualizações de software e suporte técnico. Ao mesmo tempo, são analisadas as fontes potenciais de receita, como taxas de serviço para operadores de drones, licenciamento de software, parcerias comerciais e outras oportunidades de monetização. Com base nessa análise, a equipe pode calcular indicadores financeiros-chave, como o retorno sobre o investimento (ROI) e o período de retorno do investimento (payback), para determinar a viabilidade econômica do projeto. Essa atividade é fundamental para garantir que o modelo econômico proposto seja sólido e sustentável, proporcionando uma base financeira sólida para a operação eficiente do sistema UTM.

ATIVIDADE A3 – Elaboração e Simulação de Modelos de Receita

Visa elaborar e simular Modelos de Receita, que é uma atividade crucial dentro do projeto de Desenvolvimento de Modelos Econômicos para Operação UTM. Durante essa atividade, a equipe trabalha para identificar e criar diferentes cenários de receita que possam ser aplicados à operação do sistema UTM. Isso inclui a definição de estratégias para gerar receita, como taxas de serviço para operadores de drones, assinaturas para acesso a funcionalidades avançadas do sistema, venda de dados ou insights gerados pelo UTM, entre outras possibilidades. Além disso, são realizadas simulações para avaliar o impacto financeiro de cada modelo de receita, considerando diferentes variáveis, como o número de usuários, tarifas praticadas e níveis de utilização do sistema. Essa análise permite à equipe compreender melhor a viabilidade econômica de cada modelo e identificar a estratégia mais adequada para maximizar a geração de receita, garantindo a sustentabilidade financeira do projeto de operação UTM.

ATIVIDADE A4 – Elaboração e Simulação de Modelos de Concessão

Visa elaborar e simular Modelos de Concessão, que é uma atividade crucial dentro do projeto de Desenvolvimento de Modelos Econômicos para Operação UTM. Durante essa atividade, a equipe explora diferentes formas de concessão e parcerias público-privadas que possam viabilizar a operação do sistema UTM. Isso envolve a análise de potenciais parceiros e stakeholders, como autoridades regulatórias, empresas de tecnologia, operadores de drones e prestadores de serviços aéreos. Os modelos de concessão podem variar desde acordos de licenciamento de tecnologia até contratos de prestação de serviços ou compartilhamento de receitas. A equipe também realiza simulações financeiras para avaliar o impacto de cada modelo de concessão, considerando fatores como investimentos necessários, custos operacionais, receitas esperadas e retorno sobre o investimento. Essa análise permite à equipe identificar a estratégia de concessão mais adequada para garantir a sustentabilidade econômica do projeto UTM, ao mesmo tempo em que promove a colaboração entre os diferentes atores envolvidos no ecossistema de tráfego aéreo não tripulado.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da Atividade A1, com o Estudo de Mercado, Regulamentações e Normas Tributárias

Produto PII: Relatório descritivo da Atividade A2, com a Análise de Viabilidade Financeira.

Produto PIII: Relatório descritivo da Atividade A3, com a Elaboração e Simulação de Modelos de Receita.

Produto PIV: Relatório descritivo da Atividade A4, com a Elaboração e Simulação de Modelos de Concessão.

Cronograma Físico

O cronograma físico, a seguir, apresenta os marcos para entrega dos Produtos (relatórios) ao longo do horizonte de 24 meses previstos nesta proposta de trabalho, bem como os meses previstos para realização de reuniões de alinhamento e de entrega.

Atividade Produto	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1				*														
PI																		
A2							*			*								
PII																		
A3											*			*				
PIII																		
A4															*			*
PIV																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA, SAC e DECEA online

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIV) e cumprimento das atividades (de A1 até A4), estão previstas reuniões com a SAC e DECEA. São sugeridas pelo menos 7 reuniões no formato online.

Etapa 7: Estudos de novas soluções de gestão do tráfego aéreo para a integração de operações de mobilidade aérea avançada no espaço aéreo

Coordenador: Cap. Mayara Condé Rocha Murça

Objetivo

Esta Etapa 7 tem por objetivo o estudo de novos conceitos operacionais, regras e serviços de gestão do tráfego aéreo, visando à identificação de soluções para a integração segura e eficiente de operações de Mobilidade Aérea Avançada (*Advanced Air Mobility – AAM*) no espaço aéreo.

Especificamente, a Etapa visa a mapear novas abordagens de desenho do espaço aéreo, separação e gestão de conflitos para operações AAM e avaliar seus impactos no desempenho do ecossistema AAM por meio do desenvolvimento de metodologia para simulação computacional de cenários operacionais relevantes.

Desritivo

A Mobilidade Aérea Avançada é um ecossistema emergente de aviação viabilizado por novos tipos de aeronave com elevado nível de automação, como veículos de decolagem e pouso vertical (*Electrical Vertical Takeoff and Landing – eVTOL*) e sistemas aéreos não tripulados (*Unmanned Aircraft Systems – UAS*), que visa a atender demandas sociais crescentes de transporte aéreo urbano e regional para fins de mobilidade, entrega de cargas, oferta de serviços públicos (e.g., resposta a desastres), entre outros casos de uso.

O elevado volume de operações previstas em espaços aéreos já densamente utilizados pela aviação convencional e as características singulares das operações AAM introduzirão desafios operacionais que os atuais sistemas de Gerenciamento de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Management – ATM*) não são capazes de endereçar. Novos conceitos operacionais e sistemas estão sendo propostos globalmente para a integração de operações AAM no espaço aéreo de forma escalável, a partir da infraestrutura digital, tecnologias e serviços avançados.

Esta Etapa 7 compreende a análise de novas soluções para a integração segura e eficiente de operações de Mobilidade Aérea Avançada no espaço aéreo. Inicialmente, será realizada uma revisão abrangente da literatura para identificar os principais conceitos para a gestão do tráfego aéreo visando à integração das operações AAM, abrangendo aspectos relacionados à estrutura do espaço aéreo, abordagens de separação e gestão de conflitos. A partir da revisão da literatura internacional, serão definidos cenários operacionais relevantes e um conjunto de indicadores de desempenho em áreas-chave (e.g., segurança, capacidade, eficiência, equidade) para uma avaliação operacional sistemática, padronizada e extensiva de cenários. Por meio dos cenários operacionais e indicadores de desempenho definidos, diferentes conceitos para a

gestão do tráfego aéreo serão testados em simulação e avaliados comparativamente, de forma a gerar recomendações de soluções para a integração de operações AAM no espaço aéreo.

Para a execução dessa Etapa 7, há previsão de realização de viagem internacional para participação em congresso de relevância na área, com o objetivo de permitir a exposição e discussão dos resultados parciais do trabalho junto à comunidade internacional e a atualização sobre a evolução dos esforços internacionais de pesquisa e desenvolvimento para aplicação no projeto em desenvolvimento. Além disso, há previsão de realização de uma viagem aérea doméstica para apresentação dos resultados finais do projeto em reunião presencial com a equipe da SAC em Brasília. Por fim, prevê-se a aquisição de um servidor de alto desempenho para apoio às simulações computacionais que serão realizadas durante o projeto.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Levantamento do estado da arte

Compreende a revisão de documentos ConOps, regulamentos e documentos técnico-científicos resultantes dos principais projetos de P&D em desenvolvimento internacionalmente, visando à identificação das principais soluções de gestão do tráfego aéreo para a integração das operações AAM, abrangendo aspectos relacionados à estrutura do espaço aéreo, abordagens de separação e gestão de conflitos.

ATIVIDADE A2 – Definição de cenários operacionais

Compreende a análise da literatura internacional para proposição de cenários operacionais relevantes que contemplem diferentes abordagens para gestão das operações AAM, com base nas principais soluções identificadas na Atividade A1.

ATIVIDADE A3 – Definição de indicadores de desempenho

Compreende a análise da literatura internacional para proposição de indicadores em áreas-chave de desempenho relevantes para o ecossistema AAM, a serem utilizados na avaliação de cenários operacionais.

ATIVIDADE A4 – Desenvolvimento de metodologia de simulação computacional

Compreende o desenvolvimento de um framework de simulação de operações AAM para avaliação quantitativa do impacto operacional de novas soluções de gestão do tráfego aéreo.

ATIVIDADE A5 – Avaliação de impacto operacional

Compreende a simulação dos cenários operacionais, por meio da metodologia desenvolvida na Atividade A4, e a análise dos resultados visando à quantificação do impacto operacional das diferentes abordagens de gestão das operações AAM avaliadas.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo de revisão da literatura internacional sobre novas soluções para a gestão do tráfego aéreo visando à integração de operações AAM no espaço aéreo.

Produto PII: Relatório descritivo com a definição de cenários operacionais relevantes para simulação.

Produto PIII: Relatório descritivo com a definição de um framework de performance, abordando áreas e indicadores chave de desempenho, a ser utilizado para avaliação sistemática, padronizada e extensiva de cenários operacionais.

Produto PIV: Modelo computacional de simulação e Relatório descritivo com os resultados da simulação e da análise comparativa dos cenários operacionais e com as recomendações derivadas da análise.

Cronograma Físico

Esta etapa terá duração de 18 meses, com cronograma de execução de Atividades e entrega de Produtos apresentados a seguir.

Atividade	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1	*		*		*													
PI																		
A2									*									
PII																		
A3											*							
PIII																		
A4														*				
A5																**		
PIV																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (de PI ao PIV) e cumprimento das atividades (de A1 até A5), estão previstas reuniões de alinhamento e entrega com a SAC. São sugeridas pelo menos 6 reuniões no formato online e 1 no formato presencial em Brasília.

Etapa 8: Integração da mobilidade aérea avançada à mobilidade urbana e no desenvolvimento sustentável das cidades

Coordenador: Prof.Dr. Marcelo Xavier Guterres

Objetivo

A Etapa 8 visa examinar estratégias e estabelecer diretrizes para a integração eficaz e sustentável da Mobilidade Aérea Avançada (AAM) com os sistemas de mobilidade urbana existentes. O foco é identificar e atualizar as normas de planejamento urbano federais existentes que impactam as operações AAM, abordando especialmente o ordenamento e controle do uso do solo. Isso inclui prevenir usos incompatíveis do solo, a instalação de empreendimentos que gerem tráfego sem infraestrutura adequada e garantir padrões de serviços que respeitem os limites ambientais e sociais da área afetada.

Desritivo

Esta Etapa 8 abrange o estudo detalhado das legislações federais vigentes, como o Estatuto da Cidade (Lei Federal n. 10.257/2001) e a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei Federal n. 12.587/2012), e sua relação com a implementação da AAM. Será essencial adequar as diretrizes para a instalação de vertiportos e definição das rotas de operação dos veículos elétricos de decolagem e pouso vertical (eVTOLs) dentro desses marcos legais. O trabalho também inclui a análise de como os planos locais de mobilidade urbana podem incorporar a AAM de forma segura e acessível, promovendo a integração entre os modos de transporte público e privado. O objetivo é assegurar que a introdução da AAM seja alinhada com as exigências legais e com a visão de futuro para a mobilidade urbana sustentável e integrada.

Atividades

ATIVIDADE A1 - Levantamento de Normas de Ordenamento Territorial

Realização de um levantamento na legislação federal, identificando as normas vigentes de ordenamento territorial e planejamento urbano que possam impactar as operações de AAM, caso não estejam atualizadas.

ATIVIDADE A2- Elaboração de Diretrizes para Integração da AAM

Elaboração de diretrizes normativas locais necessárias para a integração das operações de AAM aos requisitos legais estabelecidos pela Lei Federal n. 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), pela Lei Federal n. 12.587/2012 (Política Nacional de Mobilidade Urbana) e outras. Isso será alcançado por meio de uma matriz normativa integradora, na forma de um Plano Municipal de Mobilidade Urbana Aérea.

ATIVIDADE A3- Análise de Metodologias para Vertiportos

Análise das metodologias internacionais empregadas no estudo de viabilidade, projeto e integração de vertiportos ao cenário urbano global. Esse exame incluirá considerações sobre a topografia urbana, poluição sonora e visual, percepção de segurança e privacidade da sociedade, entre outros fatores relevantes.

ATIVIDADE A4- Avaliação de Integração da AAM com Mobilidade Terrestre

Avaliação das possibilidades de integração da mobilidade aérea por meio de AAM com os modais terrestres de mobilidade urbana. Essa avaliação compreenderá a localização estratégica de vertiportos, levantamento de locais de origem e destino, bem como o uso do espaço aéreo urbano por aeronaves já existentes.

Produtos

Produto PI: Elaboração de um relatório descritivo que apresentará um inventário das legislações federal, estadual e municipal que exercem

impacto nas operações de AAM no contexto do planejamento urbano.

Produto PII: Produção de um relatório descritivo que formula diretrizes normativas para a harmonização das operações de AAM com os requisitos legais estabelecidos nos níveis federal, estadual e municipal. Esse conjunto de diretrizes será sintetizado em um Plano Municipal de Mobilidade Urbana Aérea.

Produto PIII: Desenvolvimento de um relatório abordando uma revisão da literatura internacional sobre metodologias utilizadas no estudo de viabilidade, projeto e integração de vertiportos em cenários urbanos ao redor do mundo.

Produto PIV: Produção de um relatório, apresentado no formato de um manual, que propõe uma metodologia nacional para a seleção estratégica de locais e integração de vertiportos aos sistemas municipais de mobilidade. Este manual será uma ferramenta prática para orientar as decisões dos gestores públicos no processo de implementação.

Cronograma Físico

Esta etapa terá duração de 18 meses, com cronograma de execução de Atividades entrega de Produtos apresentado a seguir.

Atividade/ Produto	Mês																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1	*			*														
PI																		
A2									*									
PII																		
A3										*				*				
PIII																		
A4														*			*	
PIV																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online

Etapa 9: Desenvolvimento de diretrizes e requisitos para implementação e operação de vertiportos no contexto da mobilidade aérea avançada

Coordenador: Prof.Dr. Marcelo Xavier Guterres

Objetivo

Esta Etapa 9 tem como objetivo principal a avaliação de soluções matemáticas e computacionais para apoiar o gerenciamento das operações em vertiportos. Pretende-se realizar simulações complexas de tráfego aéreo, abrangendo as fases de chegada, saída e turnaround das aeronaves eVTOLs. Além disso, busca-se otimizar o fluxo da rede e gerenciar a capacidade das infraestruturas de vertiportos de maneira eficiente, considerando estratégias para emergências e perturbações operacionais.

Descriptivo

Nesta Etapa 9, serão exploradas as características operacionais específicas dos eVTOLs, a tipologia dos vertiportos e o design das áreas terminais através de simulações de tráfego aéreo. Essas simulações visam contemplar as diversas fases operacionais nos vertiportos, desde a chegada e saída das aeronaves até o processo de turnaround em solo. Estratégias de programação e otimização das operações em vertiportos e suas áreas terminais serão avaliadas, com o intuito de assegurar operações seguras e eficientes. Este esforço se alinha à continuação das atividades propostas na Etapa 8 da Meta 2, avançando na implementação de soluções inovadoras para o gerenciamento de vertiportos.

Atividades

ATIVIDADE A1: Identificação de Parâmetros de eVTOLs

Levantamento das principais aeronaves eVTOL, com foco na identificação dos parâmetros fundamentais de voo associados a essas aeronaves eléticas de decolagem e pouso vertical.

ATIVIDADE A2: Exploração de ConOps e Regulamentos para Vertiportos

Levantamento dos conceitos de operação (ConOps) e análise de regulamentos e documentos técnico-científicos resultantes dos principais projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) sobre vertiportos em desenvolvimento internacionalmente.

ATIVIDADE A3: Proposição de Cenários Operacionais para Vertiportos

Análise da literatura para cenários operacionais buscando a avaliação de diferentes tipologias de vertiporto e área terminal com base na literatura internacional.

ATIVIDADE A4: Desenvolvimento de Indicadores e Interface de Desempenho Operacional

Proposição de indicadores de desempenho e desenvolvimento de interface de visualização, tendo como referência a literatura internacional, para monitoramento e avaliação de cenários operacionais simulados em vertiportos.

ATIVIDADE A5: Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Simulação de Vertiportos

Desenvolvimento de ferramenta de simulação integrando framework matemático e interface computacional interativa, focada na avaliação de cenários operacionais e apoio às recomendações de políticas regulatórias para vertiportos no Brasil.

ATIVIDADE A6: Simulação, Análise e Desenvolvimento de Carta de Vertiporto

Realização de simulações utilizando a ferramenta desenvolvida para cenários operacionais propostos, seguida da análise detalhada dos resultados e desenvolvimento de carta de vertiporto para estudo de caso selecionado pela SAC. Esta atividade visa estabelecer modelo de documentação e avaliar a viabilidade e eficiência dos cenários operacionais em vertiportos, contribuindo para a formulação de políticas e estratégias de gestão otimizadas.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo da revisão da literatura internacional.

Produto PII: Relatório descritivo contendo a definição de cenários operacionais relevantes para a simulação de operações de eVTOLs em vertiportos.

Produto PIII: Ferramenta computacional para simulação de operações em vertiportos, incorporando interface interativa com indicadores-chave de desempenho, permitindo avaliação sistemática e padronizada de diferentes cenários operacionais.

Produto PIV: Carta de vertiporto desenvolvida a partir de estudo de caso selecionado pela SAC, incluindo documentação padronizada das características operacionais, resultados das simulações e recomendações técnicas para implementação segura e eficiente de vertiportos no Brasil.

Cronograma Físico

Esta etapa terá duração de 24 meses, com cronograma de execução de Atividades e entrega de Produtos apresentado a seguir.

Atividade/ Produto	Após a Etapa 8 da Meta 2	Mês																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1		*		*															
A2																			
PI																			
A3											*								
PII																			
A4																			
A5																		*	
PIII																			
A6																			*
PIV																			

Etapa 10: Desenvolvimento de novas soluções de gestão do tráfego aéreo para a integração de operações de mobilidade aérea avançada no espaço aéreo

Coordenador: Cap. Mayara Condé Rocha Murça

Objetivo

Esta Etapa 10 compreende a prototipagem de novas soluções de gestão do tráfego aéreo para a integração de operações de Mobilidade Aérea Avançada (AAM) no espaço aéreo, em continuidade à Etapa 7 da Meta 2, com foco na definição de requisitos funcionais e de desempenho. Especificamente, a Etapa visa a desenvolver protótipos de soluções computacionais para as novas capacidades de gestão das operações AAM identificadas na Etapa 7, bem como avaliar seus impactos operacionais através de simulação computacional para a recomendação de requisitos funcionais e de desempenho.

Descriptivo

Como resultado da Etapa 7 da Meta 2, serão identificadas as novas capacidades de gerenciamento do tráfego aéreo mais relevantes para a integração de operações AAM no espaço aéreo. O desenvolvimento de soluções computacionais avançadas e a identificação de requisitos que viabilizem o alcance dos objetivos/metas de desempenho delineados para o ecossistema AAM em termos de segurança, eficiência, capacidade, equidade, etc é essencial para a efetiva implementação dessas novas capacidades. Por exemplo, uma solução automatizada de gestão estratégica de conflitos pode trazer ganhos variados em termos de segurança e eficiência em função de requisitos de desempenho específicos da solução (e.g., associados à robustez à incerteza, flexibilidade). Assim, a quantificação do seu potencial de impacto operacional para diferentes configurações é fundamental para apoiar o processo de desenvolvimento.

Esta Etapa 10 tem como foco a prototipagem de novas soluções computacionais automatizadas de gestão do tráfego aéreo relevantes para a integração de operações AAM no espaço aéreo. Por meio da integração das soluções prototipadas no *framework* de simulação de operações AAM desenvolvido na Etapa 7, as mesmas serão testadas para avaliação de seus impactos operacionais. Com isso, será possível validar requisitos funcionais e de desempenho e realizar recomendações para o atendimento desses requisitos.

Para a execução dessa Etapa 10, há previsão de realização de viagem internacional para participação em congresso de relevância na área, com o objetivo de permitir a exposição e discussão dos resultados parciais do trabalho junto à comunidade internacional e a atualização sobre a evolução dos esforços internacionais de pesquisa e desenvolvimento para aplicação no projeto em desenvolvimento. Além disso, há previsão de realização de uma viagem aérea doméstica para apresentação dos resultados finais do projeto em reunião presencial com a equipe da SAC em Brasília.

Atividades

ATIVIDADE A1 – Prototipagem de soluções computacionais

Compreende a prototipagem de novas soluções computacionais automatizadas de gestão do tráfego aéreo para operações AAM.

ATIVIDADE A2 – Definição de metodologia para avaliação operacional das soluções prototipadas

Compreende a adaptação do *framework* de simulação de operações AAM para integração das soluções prototipadas, visando à avaliação quantitativa de seus impactos operacionais.

ATIVIDADE A3 – Definição de cenários

Compreende a proposição de cenários de teste para avaliação operacional das soluções prototipadas, considerando diferentes especificações de requisitos.

ATIVIDADE A4 – Avaliação de impacto operacional

Compreende a simulação dos cenários e análise dos resultados visando à quantificação do impacto das soluções e seus requisitos no desempenho operacional do ecossistema AAM.

Produtos

Produto PI: Relatório descritivo das Atividades 1 e 2, com entrega do protótipo das soluções de gestão do tráfego aéreo para operações AAM e do modelo de simulação computacional.

Produto PII: Relatório descritivo com os resultados dos testes das soluções prototipadas em ambiente de simulação e com as recomendações derivadas da análise.

Cronograma Físico

Esta etapa terá duração de 18 meses, com cronograma de execução de Atividades e entrega de Produtos apresentado a seguir.

Atividade	Produto	Após Etapa 7 da Meta 2	Mês															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1		*				*												
A2											*			*				
PI																		
A3																*		
A4																		**
PII																		

Legenda: (*) reunião equipes ITA e SAC online e (**) reunião equipes ITA e SAC presencial em Brasília

Destaca-se que, para a entrega dos produtos (PI e PII) e cumprimento das atividades (de A1 até A4), estão previstas reuniões de alinhamento e entrega com a SAC. São sugeridas pelo menos 6 reuniões no formato online e 1 no formato presencial em Brasília.

Identificação e contatos dos responsáveis pelo PT:

Nome	Função	Local	E-mail	Telefone
Claudio Jorge Pinto Alves	Responsável pelo PT	ITA	claudioj@ita.br	(12) 3947-6818

5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA CELEBRAÇÃO DO TED

As temáticas relacionadas com as questões aeroportuárias vêm tomando proporções recentes, em função da necessidade de se manter e aprimorar a malha aeroviária nacional, bem como modernizar a operacionalização dos sistemas atuais, visando segurança (*security* e *safety*) em função do cenário atual de futuro, que vem se apresentando cada dia mais rapidamente, com operações simultâneas de diferentes tipos de veículos (aviões, veículos não-tripulados, eVTOLs, etc).

Nesse sentido, se faz necessário que tenhamos uma infraestrutura operacional, racionalizada e moderna, capaz de abranger as operações necessárias atualmente, bem como permitir que os demais veículos citados sejam incorporados à malha operacional atual.

Com vistas ao apresentado, são necessários estudos, diagnósticos, desenvolvimentos, visando otimizar a operação atual, bem como, desenvolvimento de ações que permitam a incorporação de transportes diferenciados à operação hoje existente. Nesse sentido, se faz necessário que aconteça implementações de grupos de trabalho multidisciplinares, buscando soluções para o gerenciamento do tráfego aéreo não tripulado no Brasil. Tais grupos precisam interagir com os agentes que atualmente operam o Sistema, visando entendimento das premissas de operações conjuntas.

Somando a isso, se faz necessário um pensamento completo sobre as ações necessárias para incorporação dos diferentes veículos não tripulados ao cenário atual. A otimização da infraestrutura atual, trazendo ferramentas modernas, estudos sobre possibilidades utilizadas em outros países, bem como a nacionalização de processos internacionais, poderá trazer benefícios rápidos para a infraestrutura nacional, trazendo melhores condições para os operadores do transporte aéreo nacional.

Com as premissas apresentadas, o presente projeto possui duas vertentes fortes: (i) a modernização, criação de ferramentas e sistemas que permitam uma melhor possibilidade de uso da infraestrutura existente, seja otimizando questões como embarque e incorporação de novas tecnologias, bem como nacionalizando questões de dimensionamento e escolhas pelos operadores e gestores do sistema nacional; e (ii) estudos visando incorporação de veículos não tripulados ou eVTOLs ao serviço de tráfego aéreo nacional, seja por criação de ferramentas e realização de simulações, trazendo segurança para os testes necessários, seja por estudos mais pontuais e direcionados à operação premente em conjunto trazendo segurança à navegação.

Como decorrência, também, pelo fato do ITA ser uma instituição de ensino, serão capacitados profissionais que poderão atuar diretamente no Sistema, levando consigo já conhecimento adquirido pela participação no projeto.

Outra importante motivação para o presente projeto é o Ofício n. 5/DPLN8/22192, de 30 de novembro de 2023, que trata de convite à SAC para participação em grupo de trabalho do projeto BR-UTM, onde consta solicitação de apoio da SAC em fomentar e apoiar diretamente os estudos necessários, através do ITA, buscando impacto significativo no desenvolvimento do futuro do setor aeronáutico brasileiro.

SOBRE A INSTITUIÇÃO EXECUTORA

O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), estabelecido em São José dos Campos em 1950, foi criado com o objetivo de oferecer programas de graduação pioneiros em Engenharia Aeronáutica e Engenharia Eletrônica, que na época ainda não eram amplamente consolidados no Brasil. O ITA começou como uma iniciativa da Escola Técnica do Exército e, após a criação do Ministério da Aeronáutica em 1941, foi transferido para a responsabilidade da Aeronáutica em 1947.

Desde sua fundação, o ITA tem como missão principal ministrar ensino de alta qualidade, promover atividades de graduação, pós-graduação, pesquisa e extensão, e contribuir para o progresso das ciências e tecnologias relacionadas à área aeroespacial. Em 1961, iniciou formalmente programas de pós-graduação, incluindo mestrados em Engenharia Aeronáutica, Eletrônica, Mecânica, Física e Matemática, estabelecendo assim um modelo pioneiro de pós-graduação em engenharia no Brasil.

O ITA tem se destacado na formação de engenheiros altamente qualificados, e seu compromisso com a excelência acadêmica foi reconhecido pelo Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) em 1970 e pelo Conselho Federal de Educação (CFE) em 1975, quando os programas de pós-graduação do ITA foram credenciados ao nível de mestrado. Em 1981, o CFE também credenciou programas de doutorado. O ITA continuou a aprimorar seus programas de pós-graduação e, desde 1995, os cursos são credenciados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O presente projeto reúne dois grupos do ITA, localizados na Divisão de Engenharia Civil e na Divisão de Engenharia de Computação.

A Divisão de Engenharia Civil (IEI) é responsável pelo curso de graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica e pelo Programa de Pós-Graduação em Infraestrutura Aeronáutica, com áreas de pesquisa em Transporte Aéreo e Aeroportos e Infraestrutura Aeroportuária. O presente projeto se desenvolverá com envolvimento dos laboratórios de Gerenciamento de Tráfego Aéreo, de Mecânica dos Solos, de Resistência de Deformabilidade de Solos e o Laboratório de Transporte Aéreo. O LABGETA, Laboratório de Gerenciamento de Tráfego Aéreo foi criado com o objetivo de reunir recursos humanos e materiais para pesquisa na área de gerenciamento de tráfego aéreo; possui como missão, atuar nos problemas e desafios, atuais e futuros, enfrentados pelo sistema de gerenciamento de tráfego aéreo, para acompanhar a evolução da indústria do transporte aéreo, viabilizar o crescimento continuado do tráfego e, ao mesmo tempo, atender a metas cada vez mais rigorosas de aumento de segurança e eficiência e de redução de impactos ambientais, com foco no desenvolvimento e na aplicação de métodos quantitativos e ferramentas computacionais para análise avançada, previsão e controle do desempenho operacional do tráfego aéreo, com vistas ao aperfeiçoamento contínuo do sistema. Os Laboratórios de Solos, possuem como foco as pesquisas laboratoriais focadas nas características físicas, hidráulicas e mecânicas dos solos, bem como nas investigações dos comportamentos com foco na determinação de parâmetros de engenharia geotécnica. O LABTAR (Laboratório de Transporte Aéreo) possui atuação em diversas áreas, incluindo o aprimoramento do Planejamento e Projeto Aeroportuário, Avaliação de Capacidade e Dimensionamento de Instalações Aeroportuárias, Análise Operacional de Terminais, Seleção de Sítios e estudos sobre Uso e Ocupação do Solo nos entornos de aeroportos. Também com foco em Qualidade e Nível de Serviço, Segurança Operacional e Mobilidade Aérea Urbana, o laboratório busca promover pesquisas e colaborações estratégicas, gerando impacto para a Academia, para a Sociedade, para a Indústria e para o Governo.

A Divisão de Ciência da Computação (IEC) é responsável pelo curso de graduação Engenharia de Computação e pelos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica e Computação, área Informática e Mestrado Profissional em Computação Aeronáutica, com seus laboratórios voltados aos estudos e pesquisas em Engenharia de Software, Inteligência Artificial, Segurança Cibernética e Sistemas Distribuídos. Neste projeto conta com a participação do Lab-QS (Laboratório de Qualidade de Software) e o Lab-DroneComp (Laboratório de Computação em Drones), que se destacam no tema do presente Plano de Trabalho. Os Laboratórios citados dão apoio tanto à graduação quanto à pós-graduação, bem como às iniciativas de pesquisa, desenvolvimento e inovação do ITA.

EQUIPE EXECUTORA

A equipe executora é composta por professores e pesquisadores do ITA, lotados, principalmente, nas Divisões de Engenharia Civil e de Ciência da Computação. São grupos liderados por professores sênior, em conjunto com professores que recentemente foram incorporados ao quadro do ITA, bem como alunos de graduação e pós-graduação do ITA. Na equipe do presente projeto estima-se o envolvimento de aproximadamente 50 profissionais na equipe executora.

6. SUBDESCENTRALIZAÇÃO

A Unidade Descentralizadora autoriza a subdescentralização para outro órgão ou entidade da administração pública federal?

- (X) Sim
() Não

7. FORMAS POSSÍVEIS DE EXECUÇÃO DOS CRÉDITOS ORÇAMENTÁRIOS

A forma de execução dos créditos orçamentários descentralizados poderá ser:

(X) Direta, por meio da utilização capacidade organizacional da Unidade Descentralizada.

(X) Contratação de particulares, observadas as normas para contratos da administração pública.

(X) Descentralizada, por meio da celebração de convênios, acordos, ajustes ou outros

instrumentos congêneres, com entes federativos, entidades privadas sem fins lucrativos, organismos internacionais ou fundações de apoio regidas pela Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994.

8. CUSTOS INDIRETOS (ART. 8, §2º)

A Unidade Descentralizadora autoriza a realização de despesas com custos operacionais necessários à consecução do objeto do TED?

(X) Sim

() Não

O pagamento será destinado aos seguintes custos indiretos, até o limite de 15% do valor global pactuado:

1. Pagamento para cobertura de despesas operacionais e administrativas da FUNDAÇÃO CASIMIRO MONTENEGRO FILHO (FCMF), fundação de apoio, entidade de direito privado sem fins lucrativos destinadas às atividades de pesquisa, cujos objetos sejam compatíveis com a finalidade da Lei 10.973/2004 e gestora dos recursos, conforme amparado pelo Art. 74, do Decreto nº 9.283, de 07 de fevereiro de 2018.

9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Conforme anexo.

10. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Parcela	Cronograma de desembolso (mês do TED)	Valor (R\$)	
		ND 33	ND 44
01	Contra assinatura do TED – mês 01	7.869.395,75	850.061,60
02	Mês 05	2.267.208,80	---
03	Mês 09	3.489.431,25	---
04	Mês 13	1.779.693,03	---
05	Mês 17	4.218.771,95	----
06	Mês 22	304.639,61	---
07	Mês 27	1.073.335,63	---
08	Mês 32	2.120.065,84	---
09	Mês 36	270.659,38	---
10	Mês 40	331.382,11	---
11	Mês 44	88.840,70	---

As efetivas descentralizações de recursos financeiros ocorrerão observando-se a viabilidade dos mecanismos de gestão financeira e orçamentária sob a Coordenação de Orçamento e Finanças da SAC. O repasse do recurso financeiro para pagamento das despesas será solicitado pela descentralizada, condicionado à liquidação da despesa pela unidade executora, ressalvadas as situações em que os gastos exijam imediato pagamento, devidamente justificadas. O cronograma de desembolso para 2023 é a estimativa base que pode ser aferida pela área executora a nível de planejamento e pode sofrer alterações no decorrer do ano, além de haver eventuais restos a pagar relativos ao orçamento de anos anteriores. Durante a execução, os montantes efetivamente empenhados, liquidados e pagos serão reportados pela descentralizada nos relatórios semestrais de avaliação de resultados.

11. PLANO DE APLICAÇÃO CONSOLIDADO - PAC

Natureza da despesa (código e descrição)	Custo Indireto (sim ou não)	Valor previsto (R\$)
33.50.39 - Transferência a instituição privada sem fins lucrativos	Sim	23.813.424,05
44.50.52 - Transferência a instituição privada sem fins lucrativos	Sim	850.061,60

12. PROPOSIÇÃO

Local e data
(assinatura eletrônica) Antonio Guilherme de Arruda Lorenzi Reitor do ITA

13. APROVAÇÃO

Local e data
(assinatura eletrônica) Tomé Barros Monteiro da Franca Secretário Nacional de Aviação Civil



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Guilherme de Arruda Lorenza**, Usuário Externo, em 20/12/2024, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º, inciso V, da Portaria nº 446/2015 do Ministério dos Transportes.



Documento assinado eletronicamente por **Tomé Barros Monteiro da Franca**, Secretário Nacional de Aviação Civil, em 20/12/2024, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º, inciso V, da Portaria nº 446/2015 do Ministério dos Transportes.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.transportes.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&lang=pt_BR&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **9208116** e o código CRC **5B127F2F**.



Referência: Processo nº 50020.008564/2024-14



SEI nº 9208116

Esplanada dos Ministérios, Bloco R, Ed. Anexo Leste - Bairro Zona Cívico Administrativa
Brasília/DF, CEP 70044-900
Telefone: