



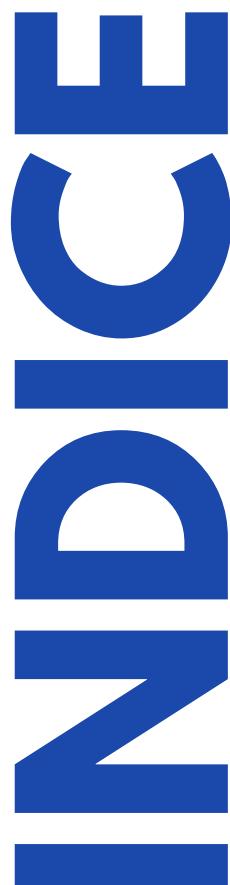
ANÁLISE PRELIMINAR DE SEGURANÇA OPERACIONAL PARA EVTOLS E HELICÓPTEROS

BHEST

GRUPO BRASILEIRO DE SEGURANÇA
OPERACIONAL DE HELICÓPTEROS

Assunto: Risco Operacional

Sumário



03

Quem Somos e Objetivo

04.

Introdução

05.

Operações de helicópteros

07.

Overview do Ecossistema de AAM (eVTOLs e drones).

08.

Metodologia: PAVE

09.

Identificação de Perigos e Riscos com o Método PAVE

12.

Conclusão

13.

Referências

14.

Equipe de Formulação

15.

ANEXO I – Biblioteca de Perigos e Riscos

21.

ANEXO II – Links de Referência

QUEM SOMOS



BHEST

Grupo Brasileiro de
Segurança Operacional
de Helicópteros

O BHEST é um comitê composto por representantes dos Provedores de Serviços da Aviação Civil (PSAC) e outras entidades que possuam a apacidade de propor e promover melhorias na segurança operacional das atividades envolvendo helicópteros, com profissionais dedicados à melhoria da segurança operacional da aviação civil brasileira.

Segundo detalhado na Equipe de Elaboração, a convite do BHEST, participaram ativamente do grupo membros da indústria e de outras organizações e empresas vinculadas com o setor.

OBJETIVO

Fornecer aos reguladores e indústria um levantamento de perigos e riscos associados às operações de helicópteros e eVTOLs com a finalidade de colaborar para novas regras e o gerenciamento de Segurança Operacional.

INTRODUÇÃO

eVTOLs são aeronaves elétricas de pouso e decolagem vertical, que no Brasil, terão como base de certificação o RBAC 21.17(b). Estas aeronaves, em sua maioria, transportarão passageiros a distâncias curtas, caracterizando a Mobilidade Aérea Urbana (UAM), com alcance médio de 100 km e a Mobilidade Aérea Regional (RAM) de 300 km.

A introdução desses novos elementos na aviação surge com diferentes configurações de aeronaves, com o uso de baterias de lítio-íon na sua fase inicial, sendo necessária a infraestrutura adequada para as operações aéreas, processamento de passageiros, carregamento das baterias e para respostas às emergências desse tipo de aeronave elétrica.

A entrada em serviço dessas aeronaves implicará em mudanças significativas na estrutura de controle do espaço aéreo, novas regras para desenvolvimento da infraestrutura e operações, gerando novos riscos operacionais, o que despertou a necessidade da realização deste estudo visando o levantamento de potenciais perigos e riscos associados às operações de eVTOLs, contribuindo assim no aprimoramento da segurança operacional relacionada a esse novo modal de transporte aéreo.

Por ser um documento que visa explorar ameaças de segurança operacional para operações de helicópteros e eVTOLs, além de trazer recomendações aos players dos três setores envolvidos (aeronave/espaco aéreo/infraestrutura), o tema é apresentado neste documento para a contextualização, mas não tem por finalidade explorar de forma abrangente as particularidades dos novos veículos, pois entendemos que o público-alvo detém conhecimento do assunto e essas aeronaves ainda estão em processo de desenvolvimento e certificação. Maiores detalhes podem ser encontrados nos documentos utilizados como referência para este estudo (seção de referências, última página).



Operações de helicópteros

Contexto da operação de helicópteros

Operações de helicópteros apresentam índices mais elevados de acidentes por hora voada em comparação às aeronaves de asa fixa, em grande parte devido ao tipo de operação realizado: curtas missões frequentemente compostas pelas fases mais críticas do voo (pousos e decolagens verticais próximos a obstáculos e áreas densamente povoadas). É fato que a natureza do uso de helicópteros leva a voos relativamente de curta duração, diferente dos voos com aeronaves de asa fixa que normalmente envolvem maior duração de voo. Levando em consideração essa diferença é importante ressaltar que, não obstante a curta duração dos voos de helicópteros, devemos nos manter vigilantes na busca do aprimoramento contínuo da prevenção de acidentes na aviação de asas rotativas.

Tipo de Operação de Helicópteros:

- Missões curtas**
- Próximas à obstáculos**
- Áreas densamente povoadas**

São diversos aspectos inerentes ao projeto e à operação que tornam este um novo e significativo desafio. Aerodinamicamente, o helicóptero inicia seu voo ainda no pátio quando as pás estão em pleno giro com a possibilidade de colisão com objetos ou pessoas. Este projeto é também um grande desafio pelas características desse tipo de aeronave (helicópteros), que envolve elevada quantidade de partes móveis, vibração, ruído excessivo e uma relação peso potência sempre desafiante aos projetistas, que estão sempre buscando o uso de materiais mais leves e mais resistentes aos esforços que também tendem a ser maiores e repetitivos, sendo a fadiga dos componentes e dos tripulantes uma preocupação adicional constante.

No aspecto operacional, segundo o Igor Ivanovich Sikorsky, pioneiro na invenção e comercialização de helicópteros: "Se você estiver em perigo em qualquer parte do mundo, um avião pode sobrevoar o local e lhe jogar flores, mas um helicóptero pode pousar e salvar a sua vida." Essa característica operacional do helicóptero justifica sua existência que hoje tem um mercado gigante desse tipo de aeronave, porém faz com que seu ambiente operacional envolva múltiplos perigos. Voando a baixa altura e operando/pousando na vertical, o helicóptero muitas vezes estará próximo a obstáculos e em áreas povoadas, ressaltando a possibilidade de redes elétricas, com outros obstáculos próximos ao local de pouso, pipas (papagaios), fios, cabos, aves e, atualmente, os "drones".

O Brazilian Helicopter Safety Team (BHEST) em seu trabalho incansável em prol da segurança operacional na operação de helicópteros criou um grupo de trabalho para levantar os perigos e riscos envolvendo operações de helicópteros de forma a servir de base às suas próprias ações estratégicas e podendo ser disponibilizada ao público. Este trabalho logo interagiu com os aspectos operacionais de e-VTOLs devido à grande similaridade operacional e desafios tecnológicos na operação vertical que esses dois tipos de veículos possuem.

Como as características operacionais de ambas as aeronaves são muito semelhantes, há necessidade imperiosa de estudos específicos para prevenir acidentes aeronáuticos no mesmo espaço aéreo de helicópteros e eVTOLs (baixa altitude), assim como estudar com afinco as diferenças entre os requisitos da infraestrutura para atender os eVTOLs, pois está claro que grande parte da infraestrutura atual dos helicópteros não poderá atender as aeronaves eVTOLs sem grandes alterações principalmente relacionadas ao carregamento das baterias e respostas às emergências.

Overview do ecossistema de AAM (eVTOLs e drones)

Um breve panorama

A Mobilidade Aérea Avançada (AAM) é composta por aeronaves elétricas, híbridas ou com uso de combustíveis sustentáveis que utilizam novas tecnologias em sua operação; como eVTOLs, drones, aeronaves autônomas, movidas a hidrogênio, entre outras.

O principal caso de uso dos eVTOLs (foco deste estudo) é no transporte regular de passageiros, sendo previsto pelos fabricantes, operadores e estudos de mercado, um aumento intenso no tráfego aéreo urbano e interurbano.

Para viabilizar as novas operações previstas com as suas particularidades, será necessária a criação de um ecossistema que envolve diversos elementos da AAM, popularmente conhecido como ecossistema AAM. Esse novo ecossistema inclui a adaptação/implantação de infraestrutura com a criação de vertipontos/vertiportos. A infraestrutura deverá ser capaz de receber eVTOLs com diversas configurações e tamanhos, devendo possuir capacidade para o carregamento de veículos elétricos e sistemas de proteção e de emergência que atenda às necessidades dos veículos com a sinalização adequada.

Além da infraestrutura, para o suporte das operações, serão necessários novos sistemas como UATM (Urban Air Traffic Management), que estão sendo desenvolvidos em paralelo com as discussões sobre as futuras regras de navegação para eVTOLs.

Os novos veículos também exigem profissionais capacitados nas novas tecnologias, tanto de tripulação na sua fase inicial quando os voos autônomos de passageiros não serão permitidos, como equipes de apoio no solo (quando necessário), o que deverá exigir treinamentos detalhados e específicos envolvendo tanto a operação, manutenção e gerenciamento do tráfego aéreo.

Reunindo profissionais experientes em regulamentação, operações de helicópteros, segurança operacional, fabricação e operação de eVTOLs, este estudo visa identificar perigos e riscos e recomendar ações de mitigação de riscos, criando uma lista não exaustiva que deve ser melhorada em novas versões.

Metodologia: PAVE

Descrição do método utilizado

Através de estudos e discussões de documentos produzidos pela indústria e reguladores, como Conceitos de Operações, Planos de Implementação, Alertas e outros, foram realizadas análises das operações e identificação de possíveis perigos utilizando como direcionadores os fatores PAVE, que apresentam quatro áreas para a identificação dos riscos de um voo. Os fatores são divididos em:

Piloto (PILOT)

Aeronave (AIRCRAFT)

Ambiente (ENVIRONMENT)

Pressões Externas (EXTERNAL FACTORS).



Piloto

Identificação de questões que podem afetar a performance do piloto, como a competência (conhecimento, habilidade e atitude), experiência, fadiga, pressão, estresse, doença, etc.



Aeronave

Verificação das condições da aeronave para o voo, como: aeronavegabilidade, peso e balanceamento, programa de manutenção, combustível e autonomia, equipamentos, etc.



Ambiente

Verificação das condições meteorológicas, terreno, espaço aéreo, obstáculos como torres pelos arredores, voos noturnos.



Pressões Externas

Pressão do proprietário ou operador, pressão dos passageiros, família, horários do voo, etc.

Identificação de Perigos e Riscos com o Método PAVE

Identificação

A lista dos perigos e riscos identificados está publicada juntamente com este documento em uma planilha, que facilita a visualização, conforme o exemplo abaixo.

O documento considera apenas as operações com o piloto embarcado, considerando que a Anac ainda não prevê operações com passageiros e piloto remoto.

Abaixo tem alguns exemplos do que encontrará na análise que segue junto com este relatório..

PILOTO

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-001	Pilot	Ambos	Treinamento inadequado	Tomada de decisão incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Treinamento atualizado para pilotos e mecânicos (RBAC 61, 65, IS 145.010) - Experiência recente e recorrente

AERONAVE

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-015	Aircraft	Ambos	Contaminação de combustível	Apagamento de motor devido ao combustível adulterado	<ul style="list-style-type: none"> Teste de combustível (se aplicável a aeronave híbrida) - Fornecedores confiáveis e protocolos claros

AMBIENTE

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-031	EnVironment	Ambos	Baixa visibilidade / Condição meteorológica adversa / Condições noturnas	Controlled Flight Into Terrain (CFIT)	<ul style="list-style-type: none"> - Entendimento do METAR - Consulta de METAR, TAF e informações meteorológicas confiáveis - Limites operacionais claros para condições IFR ou MVFR - Treinamento para operação em condições marginais e sistemas de voo por instrumentos se aplicável

PRESSÕES EXTERNAS

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-036	External Factors	Ambos	Falha na gestão ou supervisão	Planejamento inadequado	<p>Auditórias e Vistorias Internas (LOSA)</p> <p>Consulta tempestiva ao NOTAM</p> <p>Conhecimento dos riscos da operação e estabelecimento de Safety Management System (SMS)</p>

CONCLUSÃO

A segurança operacional está continuamente em busca pela melhoria e mitigação de riscos para obter níveis aceitáveis de segurança operacional, sendo essencial a manutenção dos grupos como os CASTs, promovendo discussões entre a indústria e os reguladores, aproximando os players e desenvolvendo material de apoio disponibilizado ao público para que seja utilizado em prol de uma aviação cada vez mais segura.

Reunindo diversos setores da aviação de asas rotativas, as discussões resultaram em uma lista das principais ameaças e possíveis mitigações, que poderá ser considerada na criação de novas regras, melhoria de regras existentes, criação de programas de treinamento e programas relacionados a fatores humanos, entre outras ações de segurança operacional da aviação.

No entanto, a lista desenvolvida não deve ser considerada exaustiva, pois o grupo envolvido procurou reunir de forma otimizada os pontos relevantes de atenção, podendo ser atualizada e melhorada futuramente sempre que se julgar necessário e for possível.

REFERÊNCIAS

1. Advanced Air Mobility – Panorama E Perspectivas - 2023, Anac.
2. Advanced Air Mobility (AAM) Implementation Plan (Innovate28), FAA.
3. Alerta aos Operadores de Aeródromos nº 001/2023, Anac.
4. Anexo 14 Vol 2, ICAO.
5. Checklist Pessoal de Mínimos Operacionais, Anac.
Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/chlst-pessoal_versao_anac_v2-1.pdf>
6. Concepção Operacional UAM Nacional, Decea.
7. Concept of Operations for Sustainable Urban Air Mobility in Rio de Janeiro, 2022, Eve Air Mobility.
8. Critérios Finais de Aeronavegabilidade Eve-100, [Anac.
9. Doc 9137 Part 7, ICAO.
10. Doc 9481, ICAO.
11. Engineering Brief #105 Vertiport Design, FAA.
12. European Plan For Aviation Safety (EPAS), EASA.
13. Integration of Powered-Lift: Pilot Certification and Operations; Miscellaneous Amendments Related to Rotorcraft and Airplanes. Federal Aviation Administration (FAA), Department of Transportation (DOT).
14. IS 153.107-001A, Anac.
15. Manual de Orientações de Infraestrutura de Heliportos, Anac.
16. MCA 3-6 MANUAL DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER. Fatores contribuintes. 2017. Decea.
17. PAVE Checklist, FAA.
18. Portaria Decea N° 77/DGCEA, Decea.
19. RBAC 117, Anac.
20. RBAC 120, Anac
21. RBAC 155, Anac.
22. Resolução 234, Anac.
23. Vertiport Prototype Technical Specifications, EASA.

Equipe de Elaboração

1. Fernanda Siniscalchi - Advanced Air Mobility Institute - AAMI (Coordenadora do GT)
2. Reynaldo Ribeiro - presidente do BHEST e representante do Helipark
3. Eduardo Alexandre Beni - vice-presidente do BHEST e Diretor Técnico da Associação Brasileira de Operações Aeromédicas (ABOA)
4. Fabio Padilla Castro - Anac/Assop (Coordenação e Secretariado Executivo BHEST)
5. Carlos Schönhardt - piloto e ex-presidente do BHEST
6. Gilvan Barros - piloto e ex-presidente do BHEST
7. Luis Celles - Força Aérea Brasileira (FAB)
8. Ricardo Leão Correia - Faculdade AeroTD
9. Bruno Limoeiro - Vertimob
10. Desuita Campelo - Venture-U
11. Manuel Ayres - Vertimob
12. Vinicius Fernandes - GOL Linhas Aéreas

Anexo I – Biblioteca de Perigos e Riscos

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-001	Pilot	Ambos	Treinamento inadequado	Tomada de decisão incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Treinamento atualizado para pilotos e mecânicos (RBAC 61, 65, IS 145.010) - Experiência recente e recorrente
PAVE-002	Pilot	Ambos	Estar sob efeito de substâncias que reduzam a performance (álcool e/ou drogas, medicamentos)	Tomada de decisão incorreta	Programa de A&D
PAVE-003	Pilot	Ambos	Indisposição de saúde (mental e física)	Tomada de decisão incorreta	Alimentação e hidratação adequada
PAVE-006	Pilot	Ambos	Utilização inadequada da automação (falha de configuração)	Aproximação não estabilizada (Desvio lateral/vertical; Velocidade horizontal elevada/reduzida)	<ul style="list-style-type: none"> - Pilot flying e Pilot monitoring (filosofia) - Conhecimento do uso da automação
PAVE-007	Pilot	Ambos	Planejamento inadequado (meteorologia, combustível, carga de bateria, P&B)	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo nível de combustível - Operação da aeronave fora das limitações 	SOP possui seção a respeito de gerenciamento de combustível
PAVE-008	Pilot	Ambos	Impressões sensoriais falsas e/ou mal interpretadas	Tomada de decisão incorreta	Alimentação, hidratação e sono adequados, cuidados com a saúde

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-009	Pilot	Ambos	Comunicação ineficiente	Falhas na troca de informações entre membros da tripulação ou com o controle de tráfego aéreo	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de padrões de fraseologia da ICAO - Treinamento contínuo em Comunicação Clara e Concisa
PAVE-010	Pilot	Ambos	Gestão de Recursos da Cabine (CRM) deficiente	Problemas na coordenação e utilização dos recursos disponíveis na cabine e/ou no ambiente operacional	"Extended CRM" (E-CRM) ou "CRM Expandido", que engloba Equipe de Manutenção, Despachantes Operacionais, Controladores de Tráfego Aéreo (ATC), Equipe de Operações em Solo e Coordenadores de Segurança de Voo dos Operadores
PAVE-011	Pilot	Ambos	Adesão inadequada a Procedimentos Operacionais Padrão (SOP)	Desvio de procedimentos devido à complacência, pressão operacional ou desconhecimento	Um Grupo de Segurança Operacional para eVTOLs
PAVE-012	Pilot	Ambos	Treinamento genérico (caso a habilitação seja por classe)	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento inadequado ou incompleto - Falha na operação 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de treinamentos específicos de acordo com o tipo de eVTOL - Necessidade de adaptação do piloto
PAVE-013	Aircraft	Ambos	Aeronave liberada estando não aeronavegável	Carenagens soltas, tampas de óleo abertas, equipamentos inoperantes, ...	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização da MEL respeitando os prazos - Checklist pre voo bem realizado
PAVE-014	Aircraft	Ambos	Manutenção inadequada	Uso de partes não certificadas (unapproved)	<ul style="list-style-type: none"> - Oficina certificada ANAC - Observância dos manuais de manutenção do fabricante - Peças originais e rastreabilidade de componentes
PAVE-015	Aircraft	Ambos	Contaminação de combustível	Apagamento de motor devido ao combustível adulterado	<ul style="list-style-type: none"> - Teste de combustível (se aplicável a aeronave híbrida) - Fornecedores confiáveis e protocolos claros

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-016	Aircraft	Ambos	Procedimentos inadequados de manutenção	Erros ou omissões durante a manutenção levam a falhas críticas em componentes da aeronave	Fabricantes definem programas de manutenção preventiva, que devem ser certificados e fiscalizados pelas autoridades aeronáuticas.
PAVE-017	Aircraft	Ambos	Desgaste e fadiga de material	Fadiga Estrutural devido ao uso contínuo e prolongado	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricantes devem definir inspeções periódicas detalhadas para identificar e corrigir desgastes ou danos antes que se tornem críticos. - Fabricante das baterias deve fornecer informações sobre como monitorar o desempenho das baterias e suporte - Monitoramento do desempenho da bateria pelo operador
PAVE-018	Aircraft	Ambos	Defeitos de projeto ou fabricação	Problemas inerentes ao design da aeronave que podem não ser detectados durante a fase de desenvolvimento ou defeitos introduzidos durante o processo de fabricação	Processo de Certificação pela ANAC, Monitoramento e Atualização Contínua de Aeronaves em Operação junto ao fabricante e operadores, Relatórios de Ocorrências e Compartilhamento de Dados por meio do CENIPA, Atualização Contínua das Normas e Regulamentações pela ANAC
PAVE-019	Aircraft	Ambos	Problemas nos sistemas de propulsão	Defeitos mecânicos ou elétricos que levam à perda de potência ou falha completa do motor	Fabricantes definem programas de manutenção preventiva, que devem ser certificados e fiscalizados pelas autoridades aeronáuticas.
PAVE-020	Aircraft	Ambos	Problemas de instrumentação	Indicações incorretas ou falhas nos instrumentos de voo podem desorientar os pilotos	Fabricantes definem programas de manutenção preventiva, que devem ser certificados e fiscalizados pelas autoridades aeronáuticas.
PAVE-021	Aircraft	Ambos	Problemas nos Sistemas de Navegação e Comunicação	Defeitos nos sistemas eletrônicos que auxiliam na navegação e comunicação	Fabricantes definem programas de manutenção preventiva, que devem ser certificados e fiscalizados pelas autoridades aeronáuticas.
PAVE-022	Aircraft	eVTOL	Aproximação, embarque e desembarque com os rotores em movimento	Lesões a pessoas ou animais nos entornos da aeronave	<ul style="list-style-type: none"> - Sinalização, apoio de solo e briefing de cabine - Controle de aproximação de pessoas e animais

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-023	EnVironment	Ambos	Tráfego aéreo intenso / Aeródromo não Familiar / Falha na vigilância	Conflito de tráfego / Colisão entre aeronaves	<ul style="list-style-type: none"> - Seguir separação prevista ICA100-4 e 100-12 (Cumprimento das regras de voo visual) - TCAS operacional - Coordenação com ATC ou gestão de tráfego UAM (Urban Air Mobility) - Navegação Digital
PAVE-024	EnVironment	Ambos	Falha na sinalização da pista	Runway Incursion / Excursion	<ul style="list-style-type: none"> - Análise prévia das condições do local - Sinalização padronizada - Briefing pré-voo sobre iluminação e marcações
PAVE-025	EnVironment	Ambos	Presença de fauna	Colisão / Ingestão de pássaros	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de controle de fauna - Uso de repelentes e sistemas sonoros em vertiportos
PAVE-026	EnVironment	Ambos	Terreno inadequado para o pouso	<ul style="list-style-type: none"> - Tombamento da aeronave (rollover) - Derrapagem da aeronave - Presença de FOD - Suspensão de partículas sólidas e revestimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação do local de pouso (slope landing capability) - Procedimentos de pouso e decolagem em superfícies inclinadas - Manutenção e inspeções regulares: Verificar trem de pouso (esquis, rodas) e sistemas de comando para evitar folgas ou falhas
PAVE-027	EnVironment	Ambos	Linha de pipa, balão, drones não autorizados próximos à aeronave	Danos por FOD ou colisões	<ul style="list-style-type: none"> - Sensoriamento de obstáculos (câmeras, radar ou Lidar de curto alcance) - Campanhas educativas sobre espaço aéreo urbano - Reportes imediatos de avistamentos
PAVE-028	EnVironment	Ambos	Downwash e outwash dos rotores	<ul style="list-style-type: none"> - Brownout e FOD (lançamento de partes soltas no terreno) - Elevação de partículas sólidas 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensoriamento de obstáculos (câmeras, radar ou Lidar de curto alcance) - Campanhas educativas sobre espaço aéreo urbano - Reportes imediatos de avistamentos
PAVE-029	EnVironment	Ambos	Rede elétrica	Colisão em torres e fios de alta tensão	<ul style="list-style-type: none"> - Análise prévia de risco (FRAT), FOD Ramp Inspection - Planejamento de rotas de baixa altitude com base em cartas atualizadas (eVTOL “corridors”) - Sistemas anticolisão específicos e conscientização situacional (HUD, Synthetic Vision)

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-030	EnVironment	Ambos	Falha na separação com terreno / Obstáculos / Terenos montanhosos	Controlled Flight Into Terrain (CFIT)	<ul style="list-style-type: none"> - Radar Altímetro e EGPWS operacionais - Conhecimento do relevo e carta de aproximação - Planejamento de rotas considerando zonas de segurança
PAVE-031	EnVironment	Ambos	Baixa visibilidade / Condição meteorológica adversa / Condições noturnas	Controlled Flight Into Terrain (CFIT)	<ul style="list-style-type: none"> - Entendimento do METAR - Consulta de METAR, TAF e informações meteorológicas confiáveis - Limites operacionais claros para condições IFR ou MVFR - Treinamento para operação em condições marginais e sistemas de voo por instrumentos se aplicável
PAVE-032	EnVironment	eVTOL	Temperaturas extremas (calor ou frio intensos)	Redução da eficiência das baterias e sistemas elétricos	<ul style="list-style-type: none"> - Análise prévia do desempenho previsto (derating ou limitações de performance) - Sistemas de aquecimento/resfriamento de baterias - Planejamento de contingências (ex.: pouso alternativo próximo)
PAVE-033	Environme nt	Ambos	Deficiência na cultura de segurança operacional	Complacência / Falhas de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento em CRM e SRM previsto também em regulação para eVTOL (para pilotos a bordo e remotos) - Utilização de fraseologia padrão
PAVE-034	Environme nt	Ambos	Deficiência na cultura e clima organizacionais	Complacência / Falhas de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento em CRM e SRM previsto também em regulação para eVTOL (para pilotos a bordo e remotos) - Utilização de fraseologia padrão
PAVE-035	Environme nt	eVTOL	Planejamento de malha e logística para recarga de baterias inadequados	Impossibilidade de realização de operação, atrasos, cancelamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Certificação de aeródromo - Status de sistemas de recarga continuamente atualizados
PAVE-036	External Factors	Ambos	Falha na gestão ou supervisão	Planejamento inadequado	<ul style="list-style-type: none"> - Auditorias e Vistorias Internas (LOSA) - Consulta tempestiva ao NOTAM - Conhecimento dos riscos da operação e estabelecimento de Safety Management System (SMS)

ID	PAVE	Veículo	AMEAÇAS	LEVA A...	O QUE FAZER PARA EVITAR
PAVE-037	External Factors	Ambos	Falha no cumprimento de procedimentos	Acidente / Perda de vidas	<ul style="list-style-type: none"> - Controle adequado da legislação e boas práticas - Política de segurança clara e cultura de reporte - Incentivo à conformidade e às consequências positivas da segurança operacional
PAVE-038	External Factors	Ambos	Pressão sobre a tripulação em chegar ao destino	Acidente / Perda de vidas	Tripulantes possuem autonomia para recusar/cancelar voos em prol da segurança
PAVE-039	External Factors	eVTOL	Desafios de infraestrutura e certificação (vertiportos, serviços de solo)	Dificuldades na operação, atrasos e pousos inseguros	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento de rotas considerando vertiportos homologados - Procedimentos claros para movimentação em solo e recarga de baterias - Coordenação com autoridades locais de tráfego aéreo e municipais (geofencing Dinâmico, restrição de altitude e velocidade) - Fail-safes e Medidas de Anti-sequestro (Função de retorno a base segura, Bloqueio de Emergência,etc)
PAVE-040	External Factors	Ambos	Problemas de cibersegurança (possível invasão de sistemas)	Perda de dados de voo, sequestro de controle remoto	<ul style="list-style-type: none"> - Protocolos robustos de criptografia e segurança de rede - Atualizações de firmware/sistemas protegidas - Monitoramento em tempo real de acessos não autorizados
PAVE-041	External Factors	Ambos	Pressões de mercado (concorrência, redução de custos)	Comprometimento da segurança para economizar	<ul style="list-style-type: none"> - Governança corporativa com metas de segurança definidas - Separação clara entre metas financeiras e metas de SMS - Transparência e envolvimento dos stakeholders (pilotos, mantenedores, reguladores)

Anexo II – Links de Referência

1. PAVE 001 - <https://www.faa.gov/newsroom/integration-powered-lift-pilot-certification-and-operations-miscellaneous-amendments>
2. PAVE 002 - RBAC 120 - https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/chlst-pessoal_versao_anac_v2-1.pdf
3. PAVE 004 - RBAC 117
<https://www.youtube.com/watch?v=1MadRfxql3Q>
4. PAVE 005 -
<https://www.youtube.com/watch?v=9dK7pmNeReo>
5. PAVE 015 -
<https://www.youtube.com/watch?v=SoMpUVjTQiM>
6. PAVE 031 -
<https://www.youtube.com/watch?v=dEdPKBx9ZCc>
7. PAVE 033 -
<https://www.youtube.com/watch?v=w6zSCuT2RsM>