REVISTA ACADÊMICA **EJ NEWS**
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM AVIAÇÃO CIVIL
V.2N.1 (2026)
DOI – https://doi.org/10.63656/xtpbgt21 - ISSN - 3085-7678 (online)

APRESENTAÇÃO

Apresentamos o Volume 2 da Revista Acadêmica EJ News, dedicado ao conhecimento técnico, científico e reflexivo sobre a aviação civil. Esta edição reúne pesquisas de excelência desenvolvidas por pesquisadores, docentes e graduandos da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil - EJ, reafirmando nosso compromisso com a evolução e a segurança do setor.

Os artigos deste volume dividem-se em três grandes pilares da aviação moderna:

Fatores Humanos e Gestão da Segurança Operacional:

- ✓ *Gustavo de Camargo Evangelista et al.* aplicam conceitos de SGSO/SMS para mitigar riscos biológicos no Terminal 2 do Aeroporto de Guarulhos.
- ✓ *Delvanir Lopes* analisa falhas históricas em fraseologias e defende o treinamento linguístico contínuo na comunicação aeronáutica.
- ✓ *Welington José Rocha dos Santos* aborda como a liderança humana e a comunicação aberta fortalecem a cultura de segurança entre pilotos comerciais.
- ✓ *Bruno Vieira Silva* utiliza os modelos Shell e Reason para investigar o papel pedagógico do CRM no gerenciamento de crises.

Inovações Tecnológicas e Regulatórias:

- ✓ *Henrique Augusto Calça* analisa as oportunidades e os desafios éticos do uso da Inteligência Artificial nas operações globais.
- ✓ *Marco Aurélio Mazzer Zamoner* avalia a viabilidade técnica, econômica e regulatória da introdução de aeronaves tiltrotores nos nichos executivo e offshore brasileiro.

História e Memória Aeronáutica:

- ✓ *Nagai Anne Silva Pacho* reconstrói a transição estratégica da companhia DETA para as Linhas Aéreas de Moçambique (LAM) no período pós-independência, destacando a aviação como símbolo de soberania nacional.

Desejamos a todos uma excelente leitura, certos de que estas reflexões servirão de bússola para o aprimoramento profissional e acadêmico da comunidade aeronáutica.

Dr. Delvanir Lopes
Editor da Revista Acadêmica EJ News

Sumário

Artigos

APLICAÇÃO DE SGSO PARA MAPEAMENTO DE PONTOS DE CONTAMINAÇÃO NA OPERAÇÃO AEROPORTUÁRIA (1-16)
Gustavo de Camargo Evangelista, João Vitor Arrigoni, Nalita Santos Rocha, Vinicius de Matos Beltellini, Amandio Luís Barbosa Furtado

COMUNICAÇÃO AERONÁUTICA: o uso do Alfabeto Fonético, problemas de fraseologia e acidentes relacionados a falhas de comunicação (17-33)
Delvanir Lopes

LIDERANÇA HUMANA E COMPORTAMENTO SEGURO NA AVIAÇÃO CIVIL: uma análise teórica sobre confiança e comunicação entre pilotos comerciais (34-53)
Welington José Rocha dos Santos (Autor)

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AVIAÇÃO: realidade e previsões (54-70)
Henrique Augusto Calça

Graduandos da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil - EJ

A DINÂMICA SOCIOTÉCNICA DE UM ACIDENTE AÉREO: a construção progressiva de um evento evitável e o CRM como ferramenta de prevenção (71-96)
Bruno Vieira Silva

TILTROTORES NA AVIAÇÃO CIVIL: análise de viabilidade técnica, econômica e regulatória no cenário brasileiro (97-110)
Marco Aurélio Mazzer Zamoner

DAS CINZAS AOS CÉUS: transformação no setor aéreo moçambicano (1960-1980) (111-131)
Nagai Anne Silva Pacho

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026. p. 1-16.
DOI: https://doi.org/10.63656/kwe7v812. ISSN - 3085-7678 (online)

APLICAÇÃO DE SGSO PARA MAPEAMENTO DE PONTOS DE CONTAMINAÇÃO NA OPERAÇÃO AEROPORTUÁRIA

APPLICATION OF SGSO FOR MAPPING CONTAMINATION POINTS IN AIRPORT OPERATIONS [1]

Gustavo de Camargo Evangelista[2], João Vitor Arrigoni[3], Nalita Santos Rocha[4], Vinicius de Matos Beltellini[5], Amandio Luís Barbosa Furtado[6]

Resumo: Na pesquisa, foi buscado descobrir o impacto do vírus sars-cov2, popularmente conhecido como Covid-19, na segurança operacional da aviação comercial no país. Para a elaboração do estudo, foram aplicados conceitos adquiridos na disciplina de SMS (Sistemas de Gestão de Segurança), com o objetivo de distinguir riscos e perigos, bem como buscar formas de mitigá-los. O Aeroporto Internacional de Guarulhos (Aeroporto GRU) foi definido como o ponto focal do estudo, no qual é dividido em 3 terminais de passageiros, sendo o primeiro para voos regionais, o segundo para voos nacionais e internacionais e o terceiro apenas para voos internacionais. O foco do grupo foi realizar uma análise no terminal 2, onde foi registrado um grande número de pessoas se deslocando para embarque, desembarque e uso das praças de alimentação. Através da percepção de alguns índices que serão apresentados no futuro, elaboramos em nosso trabalho uma matriz de risco e gravidade de possíveis contaminações, que, devido à gravidade da pandemia, resultaram em grandes paradas de aeronaves e, consequentemente, afetaram as operações. Organizamos um questionário com pessoas que trabalham no local ou que estavam apenas de passagem, que foram entrevistadas pessoalmente para saber suas opiniões e entender se os usuários do terminal seguiam as regras impostas pelas companhias aéreas e pelo próprio GRU *Airport*. Locais dentro do terminal foram mapeados com lugares onde poderia haver maiores chances de contaminação.
Palavras-chave: segurança operacional; matriz de risco; pandemia.

Abstract: In the research, we aimed to discover the impact of the sars-cov2 virus, popularly known as Covid-19, on the operational safety of commercial aviation in the country. For the preparation of the study, concepts acquired in the discipline of SMS (Safety Management Systems) were applied, in order to distinguish risks and hazards, as well as to seek ways to mitigate them. Guarulhos International Airport (GRU Airport) was defined as the focal point of the study, in which it is divided into 3 passenger terminals, the first for regional flights, the second for national and international flights and the third for international flights only. The focus of the group was to carry out an analysis at terminal 2, where a large number of people moving to boarding, disembarking and use of food courts was recorded. Through the perception of some indices that will be presented in the future, we elaborated in the work, a matrix of risk and severity of possible contaminations, which, due to the severity of the pandemic, resulted in major aircraft stoppages and, consequently, affecting operations. We organized a questionnaire with people who work on site or were passing through, who were personally interviewed to find out their opinions and understand whether the terminal users followed the rules imposed by the airlines and by GRU Airport itself. Locations within the terminal were mapped with places where there could be greater chances of contamination.
Keywords: operacional safety; risk matrix; pandemic.

Introdução

Considerando a crise mundial enfrentada, protagonizada pela Covid-19, por diversos fatores como suas consequências e reflexos para o dia a dia de toda a população, desde coisas simples e corriqueiras como ir ao mercado ou até o funcionamento das indústrias e o

[1] Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Aviação Civil, Universidade Anhembi Morumbi, 2021/2
[2] Graduado em Aviação Civil, e-mail: harper_squaree@hotmail.com
[3] Graduado em Aviação Civil, e-mail: joaovitor1272@hotmail.com
[4] Graduada em Aviação Civil, e-mail: nalita.santos@hotmail.com.br
[5] Pós-Graduado em Gestão da Aviação Civil pela Anhembi Morumbi, e-mail: pilotbeltellini87@hotmail.com
[6] Professor Mestre em Comunicação, disciplina Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, Universidade Anhembi Morumbi, e-mail: alfurtado@anhembi.br

andamento produtivo de vários setores da economia, dentre eles a Aviação Comercial foi umas das mais afetadas. Os aspectos que causaram essa realidade para o setor da Aviação Comercial, à pandemia é grande responsável, pois o funcionamento do setor está intrinsicamente ligado ao transporte de cargas e pessoas, por isso a pandemia tem causado um impacto direto no andamento das operações, já que a circulação de todos foi restringida, esse fato pode ser percebido principalmente pelo impacto econômico, devido as paralizações em massa que se tornaram necessárias para contingência desse novo vírus.

Tendo em vista uma crescente recuperação e melhora com relação a situação descrita, as operações estão se normalizando dia após dia. Por esse motivo, a conscientização das partes envolvidas é primordial para a manutenção da segurança de todos. Através da elaboração de uma matriz de risco e aplicações de conceitos de Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) foi possível ilustrar e identificar os riscos nos quais os aero tripulantes e todos aqueles (usuários) que frequentam o ambiente aeroportuário ou especificamente o Terminal 2 do Aeroporto Internacional de Guarulhos, possam de certa forma se manter conscientizados e seguros quanto aos riscos de contaminação pelo vírus sars-cov2. O retorno gradativo das operações tem nos mostrado ser algo seguro, apesar de todos os desafios pelo qual a envolvem, pensando na manutenção da segurança de todos, levando-se em conta o cenário previamente descrito. É necessário a conscientização recorrente de todas as partes envolvidas, uma vez que a rotina e ações corriqueiras podem ocasionar em falhas e falta de cuidados, causados por comodismo, dos quais muitas vezes não são percebidos.

Dada a ciência que não será a última pandemia com a iniciativa deste trabalho/pesquisa, será possível não só identificar os riscos e perigos trazidos por essa pandemia, mas também utilizar os ensinamentos adquiridos deste período para garantir a execução de planejamentos inteligentes e eficazes que em caso de futuros surtos pandêmicos que possam vir a ocorrer, o impacto nas operações poderá ser reduzido, através da capacidade de uma maior segurança.

O principal objetivo deste trabalho é a possibilidade de implementar uma pesquisa a respeito do cenário atual e consequentemente realizar a aplicação de um conceito de SGSO, na busca de auxiliar a todos aqueles que dependem da utilização do meio aeroportuário e o transporte aéreo, sejam funcionários do aeroporto, tripulantes ou passageiros, mais precisamente no momento que se façam necessários o uso de espaços públicos com enfoque nas dependências de aeroportos. Uma forma de conscientização dos possíveis riscos de contaminação de doenças como a Covid-19, contribuindo com as operações aeroportuárias. Como modelo e ponto focal para o estudo, o Aeroporto de Guarulhos foi escolhido, mais

precisamente nas dependências de seu Terminal 2. A escolha se deve ao fato de se tratar de um aeroporto extremamente importante para aviação no Brasil e por possuir um dos maiores números em termos de circulação de pessoas, nessa fase de retomada.

Essa pesquisa tem cunho descritivo e de caráter exploratório, a respeito de formas de mitigações e informatização dos usuários do modal aéreo. Foram utilizadas como fontes de pesquisa estudos científicos trazidos por entidades internacionais e nacionais, normas e procedimentos recomendados pela IATA[7], ICAO[8] e ANAC[9] além de outros órgãos regulatórios que permeiam o meio aeronáutico. Também foram considerados visitas para a realização de pesquisas de campo com o intuito de analisar o desempenho das operações e movimentações de pessoas no Aeroporto. Por fim, os conceitos adquiridos na disciplina de SGSO na qual foi possível desenvolver a matriz de risco e o mapeamento da área escolhida.

1 A segurança operacional na teoria

A sigla SGSO tem como significado "Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional", também conhecido na língua inglesa *Safety Management Systems* (SMS). Seu objetivo e utilização decorrem de funções de gerenciamento dos riscos em diferentes aspectos, podendo ser pontuados como *safety* (segurança em relação ao gerenciamento da segurança operacional de voo), *security* (segurança aeroportuária contra ações de atos ilícitos), *health* (da saúde, em medidas de contenção e prevenção para disseminação de doenças e complicações para o ser humano) e *envirionment* (envolvimento no que diz respeito ao ambiente da indústria aeronáutica).

Os conceitos utilizados para a elaboração da contextualização da pesquisa com o cenário previamente descrito, foram organizados de forma lógica para o entendimento de suas utilidades e funções a respeito da construção de uma linha de raciocínio voltado para a apresentação da possibilidade de um retorno seguro das operações, apesar dos desafios trazidos pela Covid-19 e suas consequências para o setor aeronáutico.

1.1 Perigo

- Condição, objeto ou atividade que potencialmente pode causar lesões às pessoas, danos ao equipamento ou estruturas, perda de material ou redução da habilidade de desempenhar uma

[7] *International Air Transport Association* (Associação Internacional de Transporte Aéreo)
[8] *International Civil Aviation Organization* (Organização Internacional da Aviação Civil)
[9] Agência Nacional de Aviação Civil

determinada função.

1.2 Consequência

- Resultado potencial de um perigo. A Covid-19 é um perigo, o passageiro se contaminar e levar o vírus para outras pessoas aumentando a proporção da pandemia podendo ocasionar internações ou até mesmo óbitos é uma das consequências desse perigo.

1.3 Risco

- Risco é a avaliação das consequências de um perigo, expresso em termos de probabilidade e severidade, tomando como referência a pior condição possível. A possibilidade de que o passageiro contaminado não consiga se recuperar, em termos de probabilidade e severidade, é o risco. A pandemia exigiu que houvesse um gerenciamento desse risco, através dos órgãos de saúde nos foi transmitido a identificação, análise e futuramente uma possível eliminação ou mitigação dos riscos.

1.4 Probabilidade

- Probabilidade é a possibilidade de que um evento ou uma situação insegura possa ocorrer. Levando em conta o Terminal 2 de Guarulhos, no Anexo A na tabela de figuras, a figura 1, representando os locais que possuem a maior probabilidade de contaminação dentro de sua definição qualitativa de ocorrência, frequente, ocasional, remoto e improvável e muito improvável.

1.5 Severidade

- São as possíveis consequências de um evento ou de uma situação insegura, tomando como referência a pior condição previsível. A severidade no caso da Covid 19 está relacionado com as condições que se encontra o passageiro que porventura possa ser contaminado, como demonstra as tabelas disponibilizadas no Anexo A.

1.6 Mitigação

- Medidas que eliminam o Perigo Potencial ou que reduzem a probabilidade ou a severidade (gravidade), ou seja, é o controle do risco. Trazendo novamente para o contexto, os estudos científicos juntamente dos órgãos de saúde, trouxeram a máscara, distanciamento social,

álcool em gel e pôr fim a vacina, tudo na tentativa de mitigar, atenuar e abrandar a pandemia.

2 Pandemia e contexto histórico

O termo pandemia se caracteriza pela disseminação de uma doença ou agente viral em níveis globais, ou seja, um evento causado por uma epidemia que deixa de afetar apenas regiões especificas e isoladas e passa a se proliferar de forma rápida e intensa, causando uma contaminação em escala global. A entidade responsável por definir quando uma doença se encontra em níveis pandêmicos, é a Organização Mundial da Saúde (OMS).

O contexto de uma pandemia não se restringe somente a questão de números de enfermos por doenças, vai muito além disso, tendo em vista os reflexos econômicos, perdas e avanços adquiridos durante a fase de enfrentamento da doença em questão.

Uma pandemia pode-se transformar um motivo causador de crises dependendo de sua magnitude e a forma como as nações enfrentam o período. No decorrer da história a humanidade demonstrou possuir uma capacidade muito ampla de evoluir em diversos aspectos do cotidiano, à medida que necessitamos aprender a conviver, sobreviver e enfrentar os surtos de novas doenças. Trazendo esse contexto para operação aérea, se encontra alterações significativas, principalmente relacionado a mudanças nas medidas sanitárias e toda uma logística que isso envolve, pois alterar um processo na cadeia produtiva, muitas vezes significa adaptar-se todo o meio que ela se encontra. Dentre as pandemias mais conhecidas que foram enfrentadas ao longo da história, por exemplo a Gripe espanhola, Peste bubônica, Gripe suína e por final, dentro do contexto atual a Covid-19, causada pelo surto do vírus sars-cov2.

3 Covid-19 e suas consequências para o modal aéreo

A Covid-19 é a denominação para doença causada pelo vírus sars-cov2, descoberto em dezembro de 2019 na cidade de Wuhan, mais precisamente em uma província chamada Hubei, na República Democrática da China.

Nesses últimos dois anos, as mudanças ocorridas como consequência da disseminação da Covid-19, foram tão expressivas que diversos setores da economia, tiveram que se adaptar através de meios caracterizados por cada setor em particular, tornando viável a possibilidade de retomada das atividades de seus respectivos setores em uma escala global. Dessa forma, com relação ao setor aéreo, dando uma atenção especial para a Aviação Civil Comercial que enfrentou uma das maiores crises do setor em toda sua história, de modo que a magnitude das paralizações só pode ser comparada com os períodos vividos em tempos de Guerra Mundial

1914-1918 e 1939-1945. O fechamento das fronteiras de países ao redor do globo e as medidas de distanciamento social foram determinantes para a consequência das paralizações de diversas aeronaves, tendo como resultado uma paralisação de aproximadamente 91% da Aviação Comercial em abril de 2020 no Brasil, conforme é mostrado na figura 5 que se encontra no Anexo A. A figura 6, também no Anexo A, traz um comparativo dos reflexos na taxa de números de passageiros em momentos de enfrentamento de crises ao longo da história.

De fato, se mostram expressivos as diferenças nos números encontrados em períodos passados. Valores como esses são também representados pelo reflexo na economia que está fortemente ligada com o desempenho do modal aéreo.

3.1 Formas de contaminação

De acordo com a pesquisa feita pelo ministério da saúde, o vírus sars-cov2, assim como outros vírus respiratórios, as formas de contaminação podem ser relativamente semelhantes. Podendo ser por três modos: contato, gotículas ou por aerossol.

Com isso, a epidemiologia[10] do sars-cov2 demonstra uma maior probabilidade de contaminação quando se está exposto ao vírus com determinado contato próximo, sendo de pelo menos um metro de distância. Uma das principais formas de contaminação referente ao contato próximo são gotículas respiratórias.

Logo, de acordo com o que foi dito, haverá a oportunidade de entender o motivo pelo qual essa pesquisa pode afetar diretamente o funcionamento operacional de um aeroporto. Encontra-se no Anexo A, figura 7 a tabela da qual nos mostra não só o tempo de vida do vírus em gotículas respiratórias, mas em outras superfícies das quais existe o contato diariamente. Todos os materiais presentes nessa tabela estão, de alguma forma, presentes no cotidiano de quem viaja, seja no aeroporto, nas aeronaves, nos utensílios, embalagens entre outros. Dito isso, deve-se aliar o fato da existência do vírus em determinadas superfícies, em lugares nos quais há a maior probabilidade de aglomeração, sendo eles: salas de espera (embarque), partes internas de retirada de bagagem, área de alimentação e escadas rolantes de um aeroporto, apoiadores paras as mãos presentes nos ônibus que auxiliam no embarque e desembarque das aeronaves.

Uma pesquisa feita pelo *The New England Journal of Medicine*, diz que o sars-cov2 foi mais estável em plástico e aço inoxidável do que em cobre e papelão, conforme representa, a figura 8 encontrada no Anexo A. O vírus viável foi detectado até 72 horas após a aplicação

[10] Estudo da frequência, da distribuição e dos determinantes dos problemas de saúde em populações humanas.

nessas superfícies (Doremalen *et al* 2020).

4 Critério adotado para a elaboração da matriz de risco e mapeamento de risco – contaminação pelo sars-cov2

Utilizando os conceitos descritos no primeiro capítulo, juntamente com os dados encontrados nas pesquisas, o critério adotado foi de priorização para o risco de se contaminar pelo vírus sars-cov2, de forma que a graduação deste risco é variável de acordo com o nível de exposição que o indivíduo ou usuário se encontra. Pensando nisso,

> Pesquisadores da Universidade de Oxford, no Reino Unido, e do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT, na sigla em inglês), nos Estados Unidos, criaram uma tabela que considera fatores como o uso de máscaras, o tempo de contato com outras pessoas, a ventilação do local, a quantidade de pessoas e até o que elas estão fazendo — falar, cantar, gritar ou permanecer em silêncio. (Costa, 2020).

Segundo Lydia Bourouiba, é preciso ter alguns cuidados básicos em cada situação da tabela:

> Risco baixo - Tente manter ao menos dois metros de distância de outras pessoas e usar máscara. "Não é porque você está a dois metros que pode tirar a máscara e não é porque está de máscara que pode chegar mais perto. Mas, se tiver que se aproximar rapidamente de alguém, não precisa entrar em pânico, não é o fim do mundo", diz. Risco médio - Seja mais rígido com a regra dos dois metros de distância. Se possível, fique um pouco mais distante, a depender dos outros fatores na situação. Risco alto - Dois metros deve ser a distância mínima a ser mantida de alguém, mas o ideal é ficar ainda mais afastado do que isso, e usando uma máscara de qualidade (Costa, 2020 *apud* Bourouiba, 2020)

Adotando a tabela citada acima, como referência, aos conhecimentos previamente descritos nos capítulos anteriores criou-se a própria tabela de forma adaptada. A tabela de matriz de risco se encontra no Apêndice B, referente aos ambientes que pertencem ao Terminal 2. Para a sua elaboração foi analisado os ambientes dos fatores que diferenciam os riscos em determinado ambiente.

Dessa forma houve a necessidade de estar enfatizando o motivo pelo qual, estar dentro de um avião é seguro quando comparado a outros ambientes fechados. Com isso, muitas empresas tomaram precauções e medidas protetivas para que seus clientes externos possam se sentir seguros e mais confortáveis em estar viajando, seja à trabalho, motivos pessoais ou lazer.

Assim como disposto nos estudos, por mais tempo que se permaneça em um lugar fechado e consequentemente com maior exposição, a probabilidade de contaminação é maior. Isso, sem

incluir os demais fatores dos quais podem agravar a propagação do vírus. Como por exemplo, estar falando em lugares com pouca circulação de ar e até mesmo em silêncio, dependendo do tempo permanecido no espaço.

As aeronaves modernas possuem o filtro de Ar Particulado de Alta Eficiência, conhecido em inglês como *Hight Efficiency Particulate Air* (HEPA). Ele é responsável por filtrar o ar dentro da cabine. Ele foi desenvolvido em 1950 pela Companhia de filtros de Cambridge. Com sua alta eficiência, e seu desempenho semelhante aos filtros usados em salas de cirurgia, em hospitais, os filtros HEPA são eficazes na captura de até 99% dos micróbios transportados através do ar. (AIRTÈCNICS, 2021).

O filtro HEPA–não chegou recentemente por conta da pandemia, há muitos anos já se atualizava esse tipo de filtro. Vale ressaltar que já se respira ar limpo dentro de um avião há muito tempo. Porém, houve a necessidade de estar enfatizando sua eficiência e sua aplicação nos dias atuais, exatamente por conta da pandemia.

Nas aeronaves existem diversos filtros que são trocados constantemente, de acordo com seu tempo de uso, assim que o ar da cabine passa pelo filtro HEPA, é jogado em um misturador e logo é misturado com o ar de fora. Dessa forma, o ar que volta à cabine, não tem uma determinada proporção de qual é porcentagem que está entrando na cabine, pois tanto o ar que estava na cabine e o ar externo foram filtrados juntos.

A maneira pela qual esse ar filtrado entra na cabine, faz toda a diferença nesta troca, o ar filtrado entra por cima das entradas de ar-condicionado, na parte superior da cabine, consequentemente, circulando por toda aeronave e então direcionado para as saídas de ar na parte inferior da aeronave. Dessa forma, 50 % do ar filtrado será reutilizado e os demais serão jogados para atmosfera.

Todo esse ciclo de "cima para baixo" da circulação do ar na cabine, é fundamental para limpeza do ar dentro da cabine. Exatamente pelo fato de que não há apenas uma entrada de ar e uma saída, possuindo, então, uma saída e uma entrada de ar, a cada 7 fileiras - dependendo do tamanho da aeronave.

Através disso, o ar irá circular dentro do avião de forma espiral, fazendo com que os passageiros ou tripulantes que se encontram na classe executiva, respire um ar totalmente diferente daqueles que estão na primeira sessão da classe econômica que consequentemente, essa sessão não irá respirar o mesmo ar de quem está na *galley*[11], por exemplo.

[11] Espaço nas extremidades dianteira e traseira da cabine da aeronave, onde é preparado o serviço de bordo e alimentos e bebidas são armazenados.

É de conhecimento geral que, estar em determinados ambientes, podem agravar a probabilidade de contaminação. Seja ele um ambiente fechado com pouca circulação de ar, com maior aglomeração e com a existência de materiais que favorecem a sobrevivência do vírus em sua superfície.

De acordo com a figura 1, que se encontra no anexo A, é possível saber quais ambientes tem nossa atenção redobrada. Como por exemplo, salas de embarque e desembarque, sendo ambientes fechados, onde se faz necessário um tempo de permanecia significativo, junto a quantidade de pessoas que ali permanece, seja em filas para embarque, desembarques ou até mesmo nas praças de alimentações.

Os meios de transporte remoto dentro do aeroporto que são responsáveis pela locomoção de passageiros até as aeronaves, também são ambientes fechados, com pouca circulação de ar, maior probabilidade de aglomeração e materiais que estão presentes nesse meio de transporte, favorece a sobrevivência o vírus em sua superfície, sendo então, mais uma fonte de contaminação para aqueles que ali se encontram.

De acordo com a pesquisa publicada no *Science of total Environment,* não foram encontradas quaisquer evidências de transmissão por aerossóis em banheiros públicos. Vale ressaltar que o tempo de exposição nesse espaço não é prolongado (Vardoulakis *et al.*, 2020).

5 Matriz de risco e mapeamento de risco do aeroporto

5.1 Área de ponto focal do estudo – terminal 2

No anexo A, encontram-se as plantas baixas do nível inferior, figura 10 (desembarque) e do nível superior, figura 11 (embarque), através dela o leitor pode se situar em relação ao espaço discutido até o presente momento, o Terminal 2 do Aeroporto Internacional de Guarulhos.

5.2 Matriz de risco

Uma matriz de risco pode ser entendida como uma ferramenta de gerenciamento, na qual, permite avaliar de forma visual, a identificação dos riscos e os níveis de atenção necessários em relação a eles. Comumente aplica-se a elaboração de uma matriz de risco na etapa de avaliação dos riscos. Dessa forma, identifica-se primeiro quais são eles, e no contexto de pesquisa, se trata da possibilidade de contaminação pelo vírus sars-cov2.

Segundo Bianca Minetto Napoleão, mestre em Informática (Engenharia de *Software*) e graduada em Engenharia de Computação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

(UTFPR), o grande diferencial de uma matriz de risco é:

> a facilidade que ela proporciona para visualizar informações sobre um determinado conjunto de riscos. Por se tratar de uma ferramenta gráfica, se torna fácil identificar quais riscos irão afetar menos ou mais a organização, possibilitando a tomada de decisões e a realização de medidas preventivas para tratar esses riscos. (Napoleão, 2019)

A elaboração da matriz de risco foi o ponto chave para elaboração do mapeamento. Utilizando dos critérios adotados para sua confecção, delimitou-se as diferentes áreas contidas na planta do Terminal 2. Como mencionado no capítulo 4, ela se encontra disponível no Anexo B, seguido do mapa de risco e sua legenda. É importante salientar ao leitor que o entendimento desta tabela, depende da compreensão dos conceitos abordados nos capítulos anteriores. A confecção desta tabela foi uma adaptação dos estudos realizados por Lydia Bourouiba, juntamente de sua equipe de pesquisadores. Ela salienta que:

> Outros fatores não apresentados nessas tabelas também podem precisar ser levados em consideração ao considerar o risco de transmissão, incluindo a carga viral de uma pessoa infectada e a suscetibilidade das pessoas à infecção. Tossir ou espirrar, mesmo que seja devido a irritação ou alergia enquanto assintomático, exacerba o risco de exposição em um espaço interno, independentemente da ventilação. (Bourouiba, 2020).

Ademais, explica sobre a questão do quanto seriam considerados um tempo curto ou longo de exposição, segundo ela, ainda é algo difícil de responder mas que "Alguns órgãos de saúde têm considerado que de 10 a 15 minutos é um tempo curto e, acima disso, um tempo longo. Mas não há justificativa científica para embasar esses números. Por isso, decidimos não os incluir na tabela" (Bourouiba, 2020).

5.3 Mapa de risco

Um mapa de risco é uma representação qualitativa dos riscos presentes em determinado ambiente, comummente mapas de riscos são elaborados para locais determinados, como por exemplo, algum tipo de ambiente de trabalho. Ele é representado graficamente através de formas e cores que simbolizam acompanhado de uma legenda, níveis de risco e tipos de perigo naquele determinado ambiente, identificado através de sua planta baixa, podendo ser um mapa completo ou setorial. Especificamente, nesse estudo aborda-se apenas o perigo em questão, Covid-19. A elaboração de um mapa de riscos é fundamental na informatização e conscientização dos indivíduos que usufruem daquele espaço mapeado, no qual os riscos são identificados e

marcados. Esta marcação é uma ferramenta importante para execução de planejamentos quando se busca organizar ações de prevenção contra qualquer tipo de perigo.

Quando se volta o foco para a área abordada nesse trabalho, o Terminal 2 do Aeroporto Internacional de Guarulhos (São Paulo), foi necessário compreender a dinâmica de funcionamento deste ambiente, para que fosse possível realizar uma análise criteriosa para a feitura do mapeamento. Essa análise consiste em identificar os agentes de risco presentes no local em que o ponto focal de interesse da pesquisa foi a identificação dos riscos de contaminação para o vírus sars-cov2 (Covid-19). Foram avaliadas todas as medidas preventivas existente neste local, assim como o nível de eficácia referente a proteção individual, coletiva, sua higienização e conforto do ambiente. O mapa de risco se encontra disponível no Apêndice B, juntamente de sua legenda.

Nos dias atuais são milhares de pessoas que passam diariamente pelas áreas de embarque e desembarque de um aeroporto. Segundo uma pesquisa para o Aeroin, de acordo com a concessionária que administra o Aeroporto Internacional de Guarulhos, em janeiro de 2021, chegaram a registrar uma movimentação de cerca de 20 milhões de passageiros. Logo, entender através desta pesquisa que comparado ao registro de movimentação do início de 2019 para 2021 houve uma redução de 58% (Basseto, 2021).

Isso é resultado das restrições de movimentação em determinadas nos países do mundo, assim como, fechamentos de cidades no intuito de garantir uma maior prevenção das populações. Atualmente, o Aeroporto Internacional de Guarulhos, possui a maior movimentação de pessoas já registradas, tendo o Terminal 2 como um dos principais e com maior movimentação de pessoas nos setores de embarque e desembarque.

Tendo em mente a dimensão da movimentação registrada em um aeroporto ainda em pandemia, a grande importância em estar estudando maneiras de continuar protegendo não só aqueles que prestam serviços, mas também aos que usufruem dos serviços aeroviários. Esse fato pode ser um divisor de águas, quando se buscam formas de organizar uma retomada no setor. Vale ressaltar que os devidos cuidados são enfatizados para aplicação continua em todos os ambientes públicos que se registram aglomeração e fluxos de pessoas, principalmente em tempos de pandemia.

6 Formas de mitigação e manutenção da segurança em espaços públicos como o aeroporto, aeronaves e ônibus

Primeiramente para pontuar as formas de mitigação, deve-se lembrar o que de fato o termo

mitigação significa. Como dito antes, mitigação diz respeito ao controle do risco através de medidas especificas que podem atenuar o perigo em potencial. Para não perder o foco, o perigo em potencial do qual refere-se é a Covid-19 e as medidas que serão posteriormente apresentadas tem como objetivo controlar o risco de contaminação por esse vírus.

Dentre as formas de mitigação que podem ser adotadas encontramos três diferentes estratégias utilizadas justamente para a elaboração de medidas mitigadoras. A primeira estratégia diz respeito a "evitar a exposição", ou seja, quando os riscos superam os benefícios trazidos pela continuidade das operações ou atividade, devendo-se dessa maneira, ser canceladas, (exemplo: paralização total da atividade aérea e fechamento de fronteiras). A segunda estratégia, "reduzir a exposição", é a redução da frequência das operações e atividades, (exemplo: diminuição do número de assentos disponíveis nas aeronaves e diminuição da capacidade máxima permitida em espaços públicos compartilhados). Na terceira e última estratégia, não menos importante, "segregação da exposição", são articuladas medidas para isolar os efeitos do risco ou se introduzem "barreiras' de proteção, formas de redundância, contra os riscos, (exemplo: uso de máscara, desenvolvimento de vacinas, utilização de filtros de ar em ambientes fechados).

A luta contra a disseminação de doenças altamente contagiosas é uma discussão extensa e antiga, inclusive no ano de 2015 a IATA juntamente com a OMS, elaborou uma publicação da qual se tratava de protocolos para precauções de contaminações por doenças contagiosas em voos. Foram definidas da seguinte forma:

A) Identificação de passageiro ou tripulante com presença de febre acima de 38° Celsius ou 100° Fahrenheit, atrelado a um ou mais sintomas como tosse, mal-estar, tosse, alterações respiratórias, diarreia, vomito, hiperemia cutânea, equimoses, hemorragias sem trauma aparente, confusão mental ou desmaio. O presente autor deste projeto lembra-se de ter viajado durante a pandemia do Influenza H1N1 em 2010 e escutar frequentemente alertas sobre os sintomas tanto no Brasil como na Argentina. Em ambos os países, havia presença de barreiras sanitárias para aferição de temperatura.
B) Obter informações de viagens dos últimos 21 dias de pessoas doentes e identificar se houve contato com outras pessoas na mesma residência com presença da doença infecciosa.
C) Encaminhamento de passageiro ou tripulante suspeito da doença para assistência médica, seja no solo ou a bordo.
D) Isolamento do passageiro em um raio de 2 metros dos demais passageiros e dependendo da situação, isolá-lo em classe executiva ou primeira classe no caso de ausência de assistência médica.
E) Designação de assistência exclusiva de um único tripulante para o passageiro doente. Utilizar como preferência o tripulante que já teve contato com o doente.
F) Designação de lavatório exclusivo para o passageiro e tripulante da letra E.
G) Limitação do trânsito de passageiros nas proximidades do passageiro suspeito da

doença e da proibição de circulação do passageiro afim de combater a circulação da doença.

H) Em caso de tosse, deverá ser providenciado lenços descartáveis e orientar ao passageiro que cubra boca e nariz (os lenços deverão ser descartados em sacos para vômitos). Intensificação de cuidados de higiene pessoal, como lavar as mãos com água e sabão e utilização frequente com álcool gel.
I) Oferecer máscara N95, quando disponível. Ao se tornar úmida, deverá ser realizada a troca por uma nova e o descarte da outra máscara deverá ser apropriado. Após a troca da máscara, o tripulante que a tocar deverá higienizar rigorosamente as mãos evitando o tipo de contaminação mão face.
J) No caso de o passageiro doente não tolerar a máscara, dever-se-á oferecer máscaras aos demais passageiros
K) O uso dos EPI pode ser encontrado no *UPK* (*Universal Protection kit*. Trad. livre: kit de precaução universal) e a tripulação deve estar apta a utilizá-la de maneira correta, além da possível instrução aos demais presentes.
L) O uso de álcool gel é recomendável para higienização das mãos sempre que houver aparecimento de secreções sólidas visíveis. Na ausência de álcool gel deverá ser lavado as mãos com água e sabão.
M) Perguntar sobre o estado de saúde dos acompanhantes do doente frequentemente com o intuito de detectar se estão com algum sintoma.
N) A manipulação da bagagem de mão do passageiro deverá ocorrer conforme orientações da autoridade de saúde pública. (IATA *In:* Iemini, 2015).

São através de ações mitigadoras como as previamente descritas que se encontra em SGSO a chamada "deriva prática", ou seja, ações voltadas a segurança operacional que dividem o "espaço" dos recursos utilizados para a realização da produção em si, no caso da Aviação Comercial, o andamento de suas operações. A aplicação desse gerenciamento é primordial não só para a garantia da segurança operacional, mas também para a eficiência do processo produtivo. Tendo em vista essa condição, as discussões a respeito de formas de mitigação contra disseminação de doenças no meio aeroportuário, ganham os holofotes principalmente pensando-se em um futuro, do qual é extremamente interessante para todo o setor, de que haja maneiras que não inviabilizem o andamento das operações, de forma que a tendência seja a busca pela aplicação da terceira estratégia, na qual tecnologias ganham destaque por permitir a continuidade da circulação de pessoas no ambiente aeroportuário, porém de uma forma otimizada e com maior segurança.

> Isso será possível, pois como explica Alexey Starostin, CEO da Basel Aero[12], responsável pelos aeroportos russos de Krasnodar, Sochi, Anapa, Gelendzhik e Eysk, "O aeroporto do futuro vai ser *high-tech*[13]." Essa constatação é embasada pelos prejuízos registrados no setor, causado por restrições impostas durante a pandemia. Por esse motivo, prevendo-se a imposição de novas ações de restrição das autoridades que temem a disseminação de novas doenças no futuro, a tendência é de que a tecnologia esteja presente nos aeroportos,

[12] Basel Aero é um grupo de aeroportos em Krasnodar Krai, sudoeste da Rússia
[13] Alta tecnologia / Tecnologia avançada.

> principalmente com foco na mudança da interação humana. Além disso, a fiscalização de temperatura dos usuários, e a utilização de ar-condicionado com novas tecnologias como filtros biológicos e purificadores de ar deverá ser uma nova realidade. (Starostin, 2020).

Encontra-se disponível no Anexo A e no Anexo B , respectivamente a figura 9 representando os objetivos e processos do ONE ID e o *link* para acesso ao vídeo de ilustração de seu funcionamento, disponibilizado pela IATA que juntamente com a ICAO, buscam uma solução para a redução da necessidade do contato humano, uma vez que ainda hoje se faz necessário o uso de passaportes físicos que obrigam a interação com o objeto por parte de um grande número de colaboradores, possibilitando uma possível transmissão de agentes biológicos entre colaboradores e usuários.

Considerações finais

Em virtude do atual cenário, é de suma importância estar ciente da realidade e a probabilidade do risco de contaminação, seja dentro de uma sala fechada, uma praça de alimentação ou até mesmo em uma aeronave. É indiscutível que a segurança hoje, é a preocupação principal das pessoas que frequentam os aeroportos e viajam constantemente. A elaboração do mapeamento de risco, foi a maneira que se pôde ilustrar de forma clara e simplificada, o nível de exposição que as pessoas encontram em determinado ambiente.

Considerando que durante o início da pandemia, desde seu pico até a sua progressão, as atividades aéreas retornaram aos poucos e continuam tendo uma recuperação considerável tanto pelo lado econômico quanto aos processos de sua operação. Tendo em mente que a pandemia causada pela Covid-19, não será a última pandemia a afetar a aviação, dessa forma, os saberes adquiridos ao longo deste período, servirão de conhecimento mais amplo para esses aprendizados, possibilitando melhores execuções de planejamentos de modo eficaz, em caso de futuras pandemias.

Conclui-se que em futuros surtos pandêmicos a operação aeroportuária estará altamente preparada para mitigar os perigos de uma transmissão viral de forma muito mais eficaz. Reduzindo drasticamente os altos prejuízos causados pelas paralisações e impedindo que o vírus se prolifere através do meio de transporte mais rápido do mundo. Isso será possível devido aos avanços tecnológicos que foram conquistados durante a fase de estudos e enfrentamento da Covid-19, além de atualização dos protocolos sanitários inseridos no meio aeroportuário.

Por fim, é necessário que o leitor considere as situações descritas durante a execução do trabalho, podem estar diferentes daquelas que se encontram como realidade no presente

momento, do qual está realizando sua leitura, umas vez que desde o início da pesquisa, até o presente momento de sua publicação, continua o processo de retomada gradativa das atividades, assim como os níveis dos índices de contaminação podem estar reduzidos à medida que a vacinação da população avance, provocando uma redução nos níveis de probabilidade e severidade de contaminação pelo vírus sars-cov2.

Referências

AIRTÈCNICS (Espanha). **What are HEPA filters and how do they work?** 2021. Air Curtains Specialist - Industrial Ventilation. Disponível em: https://www.airtecnics.com/news/what-are-HEPA-filters-and-how-do-they-work. Acesso em: 15 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **ANEXO 19**: Anexo 19 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional. 1 ed. 2013.. Disponível em: https://caacl.org/Files/PortalReady/v000/downloads/anexo-19-traduzido.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

BASSETO, Murilo. **Vinte milhões de pessoas passaram pelo Aeroporto de Guarulhos em 2020.** 21 de janeiro de 2021. Disponível em: https://www.aeroin.net/vinte-milhoes-pessoas-passaram-aeroporto-gru-guarulhos-2020/. Acesso em: 05 out. 2021.

BOUROUIBA, Lydia *et al*. **Two meters or one:** what is the evidence for physical distancing in covid-19? Rigid safe distancing rules are an oversimplification based on outdated science and experiences of past viruses, argue Nicholas R Jones and colleagues. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1136/bmj.m3223. Acesso em: 29 set. 2021.

FURTADO, Amandio Luís Barbosa. **Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO): Perigos**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2021. 23, color. Anexo

FURTADO, Amandio Luís Barbosa. **Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO): Riscos**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2021. 30, color. Anexo

FURTADO, Amandio Luís Barbosa. **Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO)**: **Conceitos básicos**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2021. 43, color. Anexo

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **Briefing paper.** Cabin air quality – Risk of communicable diseases transmission. 2018.

IATA Corporate Communications. Disponível em: https://www.iata.org/contentassets/f1163430bba94512a583eb6d6b24aa56/cabin-air- quality.pdf. Acesso em 15 out. 2021.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **One ID.** Passenger Experience. 2020. Disponível em: https://www.iata.org/en/programs/passenger/one-id/#tab-5. Acesso em 09 nov. 2021.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). Economic & Social beneficts o air transport. IATA Corporate Communications, 2017. Disponível em:http://www.iata.org/pressroom/facts_figuresfact_sheets/Pages/index.aspx. Acesso em: 25 jul. 2017.

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **Matriz de Riscos (Matriz de Probabilidade e Impacto)**. 2019. Disponível em: https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-de-riscos-matriz-de- probabilidade-e-impacto/. Acesso em: 29 set. 2021.

STAROSTIN, Alexey. How have Russian airports dealt with the consequences of COVID- 19? **International Airport Review,** jul. 2020. Disponível em; https://www.internationalairportreview.com/article/121122/basel-aero-russian-airport- covid19/. Acesso em: 07 out. 2021.

VAN DOREMALEN, Neeltje *et al*. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. 2020. **The New England Journal of Medicine.** Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmc2004973. Acesso em: 16 out. 2021.

VARDOULAKIS, Sotiris *et al*. **Transmission of COVID-19 and other infectious diseases in public washrooms**: A systematic review. 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721050075?via%3Dihub. Acesso em: 07 out. 2021.

DOI: https://doi.org/10.63656/kwe7v812. ISSN - 3085-7678 (online)

ANEXO A – FIGURAS

Figura 1- Tabela demonstrativa de probabilidade de contaminação

Probabilidade de Contaminação		
Definição Qualitativa	Local	Valor
Frequente	*Sala de Embarque e Desembarque, Imigração e Praças de Alimentação*	5
Ocasional	*Embarque ou Desembarque remoto (ônibus)*	4
Remoto	*Check-in e Saguão do Aeroporto*	3
Improvável	*Sanitários*	2
Muito improvável	*Aeronave*	1

Fonte: Adaptado de Furtado (2021)

Figura 2 - Tabela de definição de severidade das possíveis contaminações de acordo com o tipo de pessoa

Severidade das possíveis contaminações		
Definições na aviação	Significado	Valor
Catastrófico	➢ Idosos com morbidades. ➢ Pessoas com problemas respiratórios.	A
Crítico	➢ Indivíduos que tem contato com pessoas do chamado "Grupo de risco" .	B
Significativo	➢ Cidadãos com idade entre 40 e 60 anos.	C
Pequeno	➢ Sujeitos com faixa etária de idade entre 20 e 35 anos que não dispuserem de problemas de saúde.	D
Insignificante	➢ Jovens e crianças sem comprometindo respiratório.	E

Fone: Adaptado de Furtado (2021)

Figura 3 - Tabela de índice de tolerabilidade ao risco

Probabilidade do Risco	Severidade do Risco				
	Catastrófico A	Crítico B	Significativo C	Pequeno D	Insignificante E
Frequente 5	5A	5B	5C	5D	5E
Ocasional 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remoto 3	3A	3B	3C	3D	3E
Improvável 2	2A	2B	2C	2D	2E
Muito improvável 1	1A	1B	1C	1D	1E

Fonte: Adaptado de Furtado (2021)

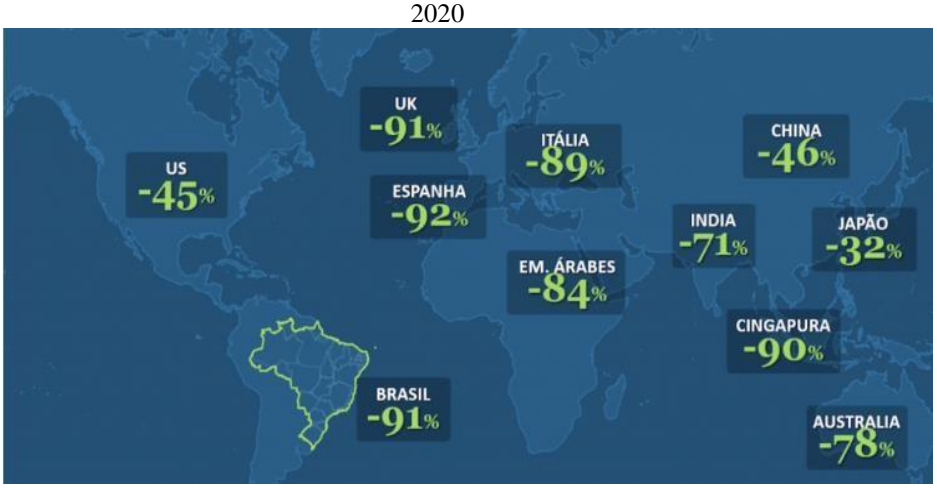
DOI: https://doi.org/10.63656/kwe7v812. ISSN - 3085-7678 (online)

Figura 4 - Definição do índice de tolerabilidade ao risco



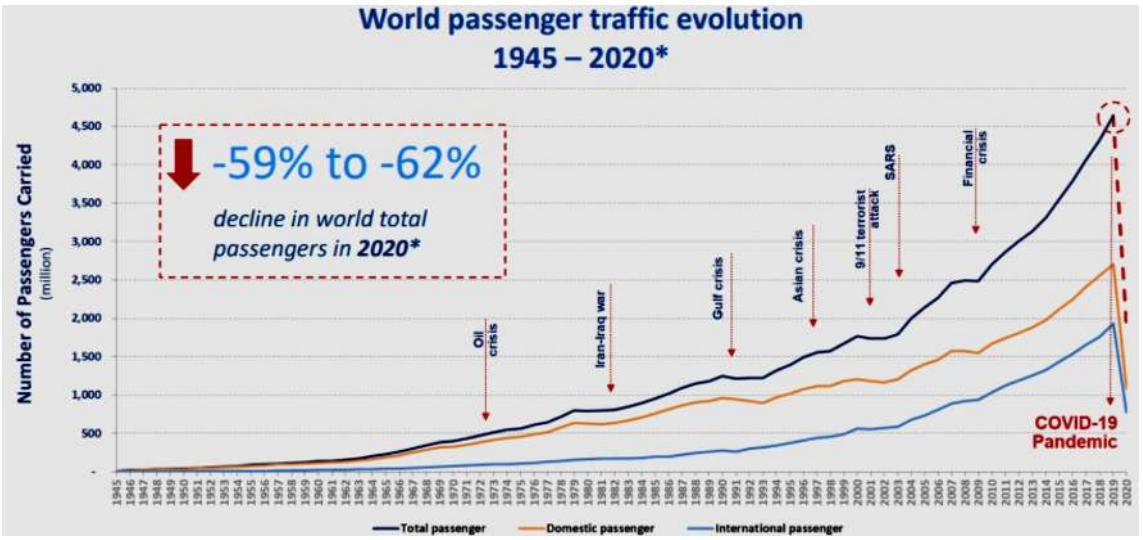
Fonte: Adaptado de Furtado (2021)

Figura 5 - Comparativo do impacto nos países ao redor do mundo em abril de 2020



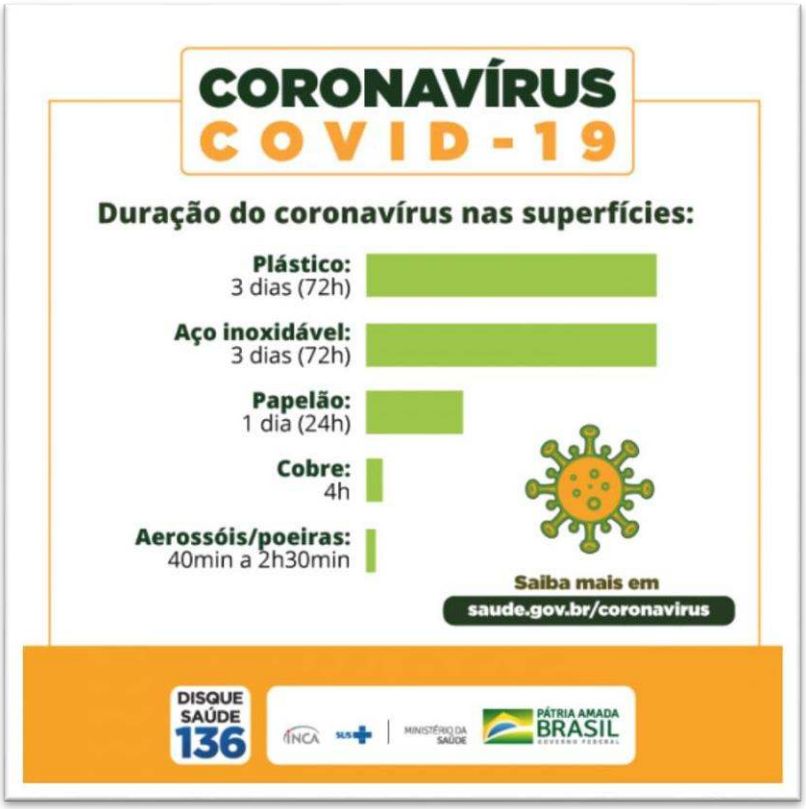
Fonte: Schedules analyzer (2020)

Figura 6 - Gráfico informativo do número de passageiros no setor de aviação



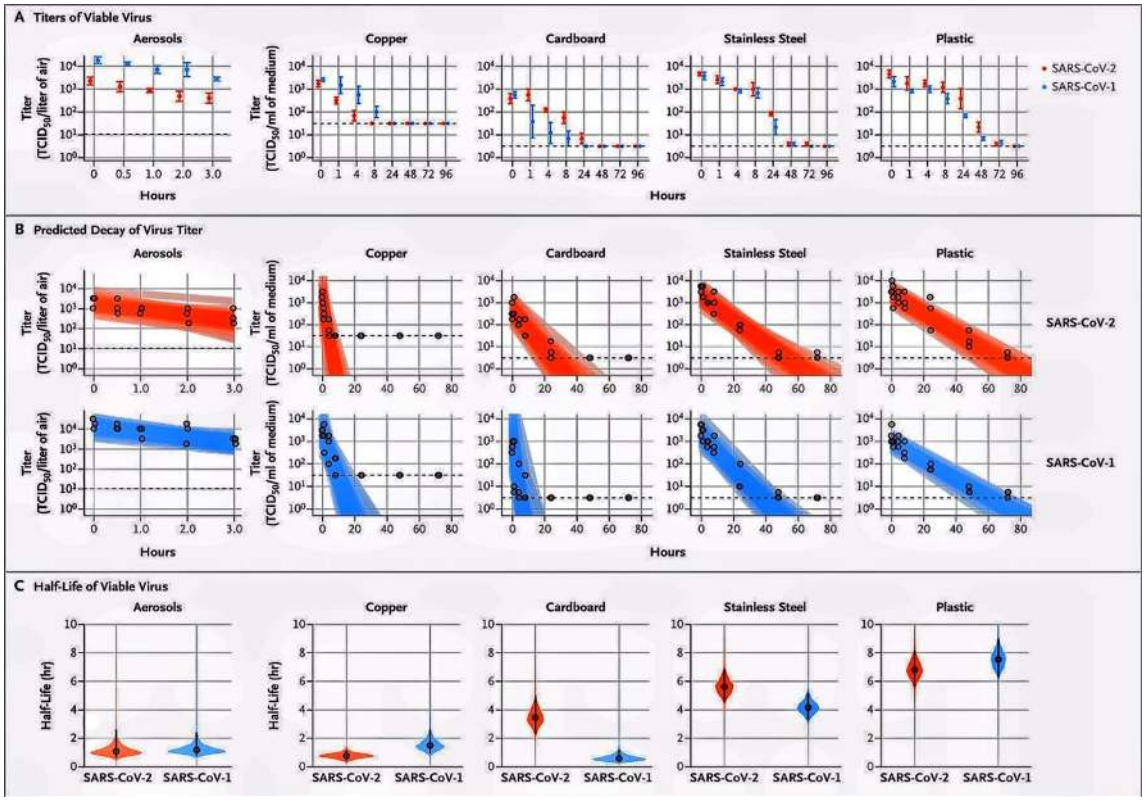
Fonte: ICAO (2020)

Figura 7: Cartilha informativa do ministério da saúde



Fonte: INCA (2020)

Figura 8: Estabilidade do SARS-CoV-2 nas superfícies



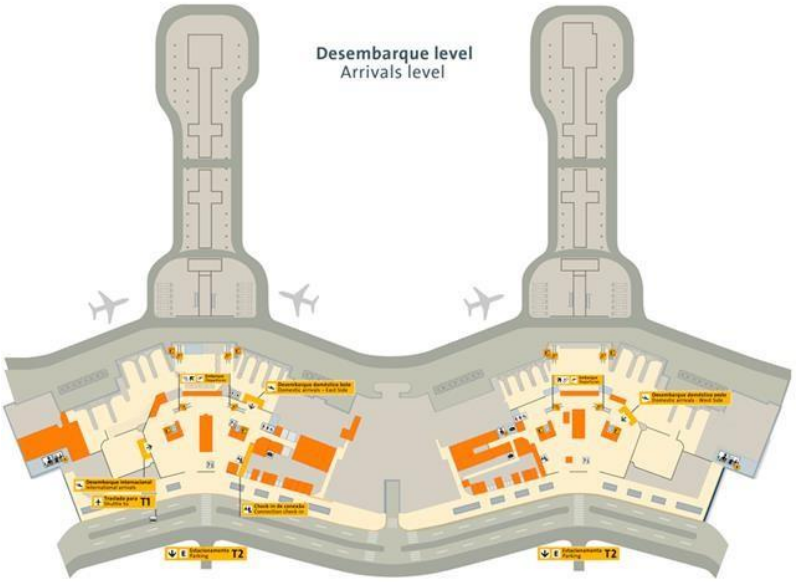
Fonte: Van Doremalen (2020)

Figura 9: Objetivos e processos do ONE ID



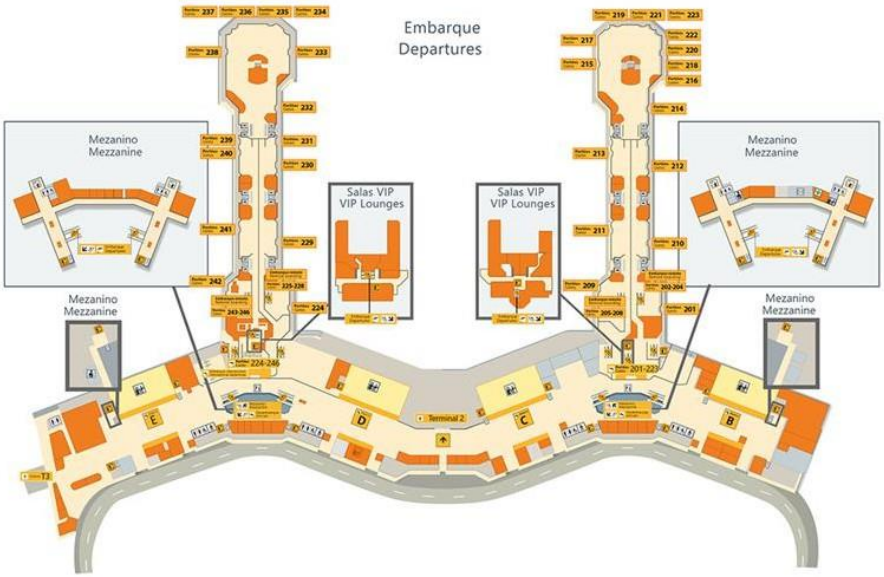
Fonte: IATA (2020)

Figura 10 - Planta baixa do nível inferior do Terminal 2 do Aeroporto



Internacional de Guarulhos
FONE: GRU (2021)

Figura 11: Planta baixa Piso superior do Terminal 2 do Aeroporto
Internacional de Guarulhos



Fonte: GRU (2021)

ANEXO B – *ONE ID*

Links de acesso para os vídeos de ilustração do funcionamento do ONE ID:

IATAtv. One ID.1min50seg. Disponível em:
https://youtu.be/_BHsKbwHzks. Acesso em: 15 nov. 2025.

IATAtv. 5 things to know about OneID. 0min56seg. Disponível em:
htps://youtu.be/z1C6da4hTCk. Acesso em: 15 nov. 2025.

APÊNDICE A – FOTOS TIRADAS NO DIA DA VISITA AO AEROPORTO

Fonte: Do autor

As imagens selecionadas a seguir, caracterizam as percepções que os integrantes do grupo tiveram no dia das visitas. Foram avaliados, níveis de aglomeração e movimentação de pessoas de acordo com cada ambiente, tempo de permanência, seguimento de normas sanitárias e, por fim, a coleta de opinião a respeito da utilização do aeroporto em tempo de pandemia.

Imagem 1: Indivíduo sem máscara

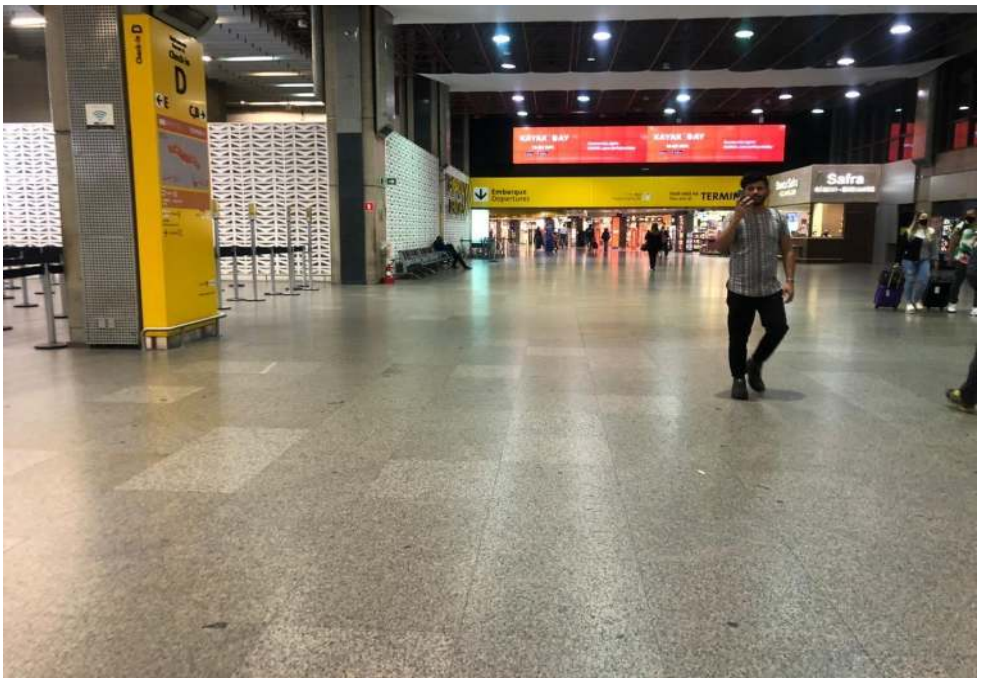


Imagem 2: Instruções quanto a utilização de diferentes tipos de máscara

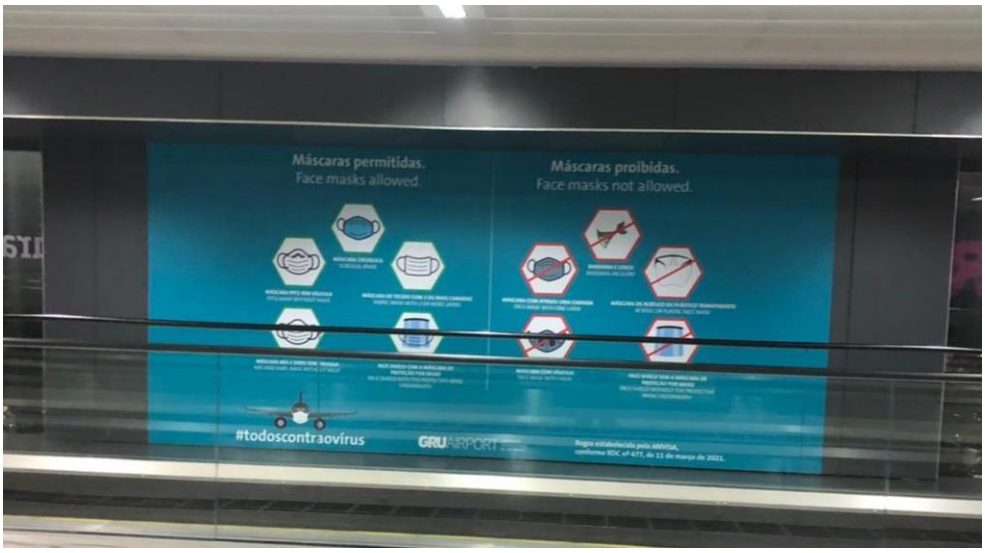


Imagem 3: Movimentação de pessoas na área de *check-in*



Imagem 4: Aglomeração de pessoas em áreas de alimentação



Imagem 5: Registro da utilização de espaço de alimentação

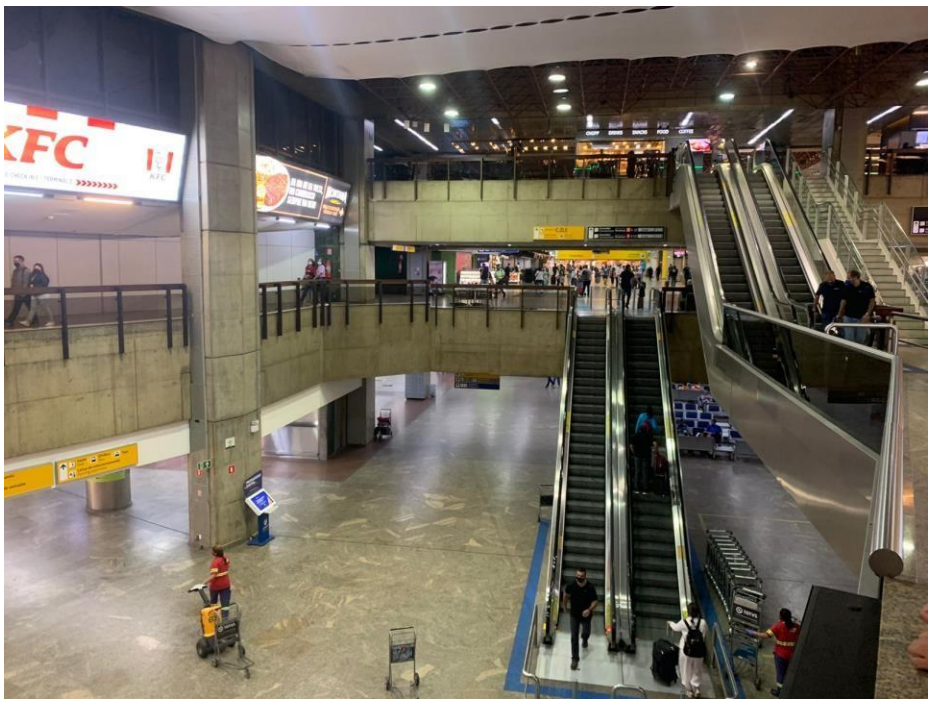
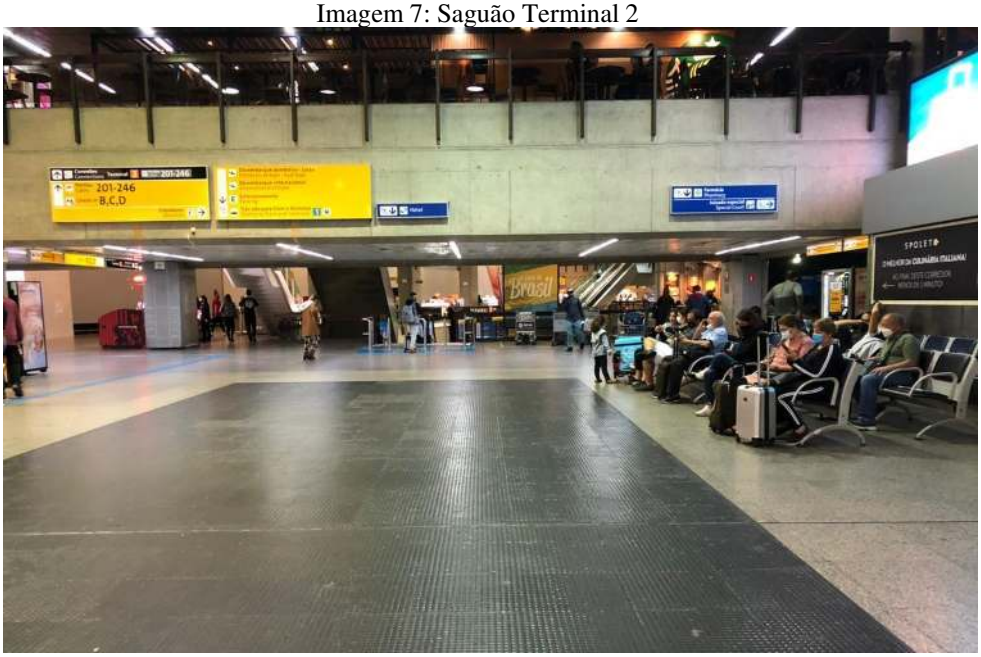


Imagem 6: Divisão dos mezaninos, local ondem predominam área de alimentação



Imagem 7: Saguão Terminal 2



APÊNDICE B – TABELA DE MATRIZ E MAPEAMNETO DE RISCO

Tabela de matriz de risco por contaminação por covid-19

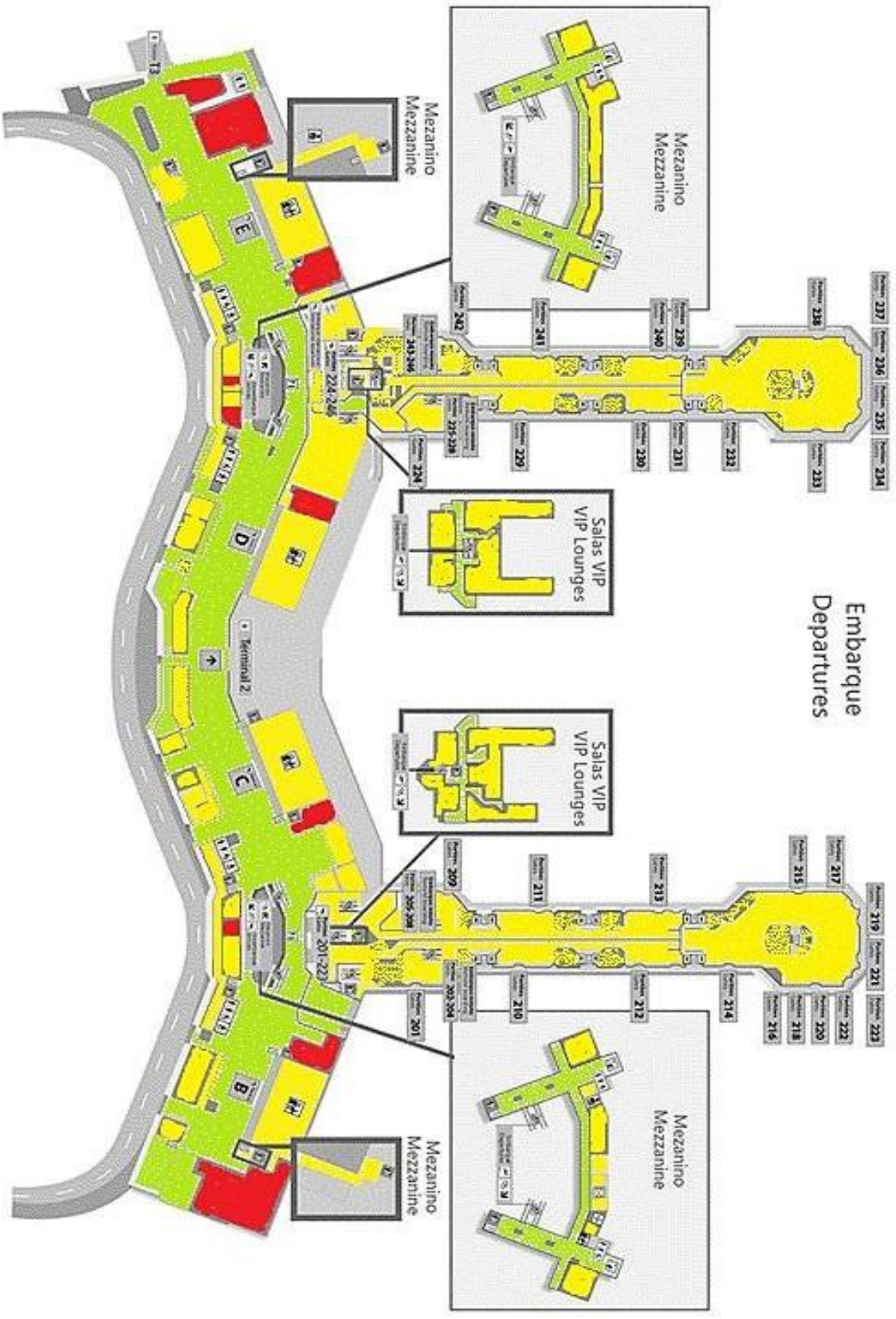
	PERÍODOS DE BAIXA MOVIMENTAÇÃO				PERÍODOS COM ALTA MOVIMENTAÇÃO			
	ÁREAS EXTERNAS E BEM VENTILADAS (ESTACIONAMENTO)	ÁREAS INTERNAS BEM VENTILADAS (SAGUÃO DO AEROPORTO, CHECK-IN)	ÁREAS COM POUCA VENTILAÇÃO (RESTAURANTES, ONIBUS, SANITÁROS)		ÁREAS EXTERNAS E BEM VENTILADAS (ESTACIONAMENTO)	ÁREAS INTERNAS BEM VENTILADAS (SAGUÃO DO AEROPORTO, CHECK-IN)	ÁREAS COM POUCA VENTILAÇÃO (RESTAURANTES, ONIBUS, SANITÁROS)
USANDO MÁSCARAS, PERMANÊNCIA CURTA NO AMBIENTE (DE 10 À 15 MINUTOS)								
EM SILÊNCIO								
FALANDO								
GRITANDO OU CANTANDO								
USANDO MÁSCARAS, PERMANÊNCIA PROLONGADA NO AMBIENTE (ALÉM DE 15 MINUTOS)								
EM SILÊNCIO								
FALANDO		*				*		
GRITANDO OU CANTANDO								
SEM USO DE MÁSCARAS, PERMANÊNCIA CURTA NO AMBIENTE (DE 10 À 15 MINUTOS)								
EM SILÊNCIO								
FALANDO								
GRITANDO OU CANTANDO								
SEM USO DE MÁSCARAS, PERMANÊNCIA PROLONGADA NO AMBIENTE (ALÉM DE 15 MINUTOS)								
EM SILÊNCIO								
FALANDO								
GRITANDO OU CANTANDO								

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026. p. 1-16.
DOI: https://doi.org/10.63656/kwe7v812. ISSN - 3085-7678 (online)

Mapa de Risco - quanto a classificação de probabilidade do risco e de Severidade

Probabilidade do Risco	Severidade do Risco
	**Risco Grande**
	5.A , 5.B. 5.C, 4.A, 4.B, 3.A
	**Risco Médio**
	5.D, 5.E, 4.C, 4.D, 4.E, 3.B, 3.C, 3.D, 2.A, 2.B, 2.C
	**Risco Baixo**
	3.E, 2.D, 2.E, 1.A, 1.B, 1.C, 1.D, 1.E

Mapa de Risco – Terminal 2 (embarque)



APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO

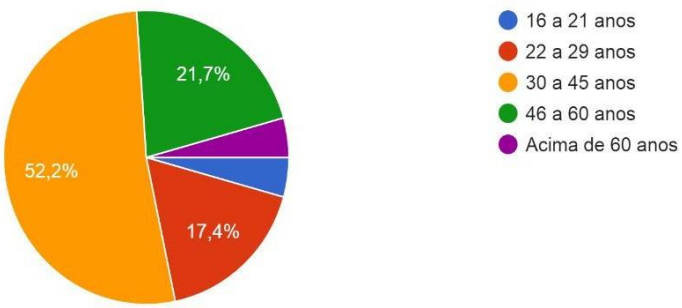
Pesquisa para Trabalho de Conclusão de Curso em Aviação Civil
Estamos coletando informações a respeito do retorno regular das operações aeroportuárias à medida que as restrições quanto a COVID-19 estão sendo flexibilizadas, tornando possível a normalização das operações. Nosso objetivo com este formulário é captar o maior número de opiniões a respeito do impacto na segurança operacional que a COVID pode causar, desde alterações de protocolos, até novas medidas para mitigar o contagio da doença no ambiente público em questão que é o Aeroporto. Os dados coletados através desse formulário serão utilizados para servir de base para um mapeamento com enfoque de gestão de risco da contaminação por COVID no ambiente aeroportuário. A intenção deste trabalho é tornar elucidativo os riscos, assim como os cuidados a serem tomados no ambiente público de acordo com a posição que a pessoa se encontra.

OBS: Ressaltamos que essa pesquisa (realizada pelo Google *Forms*), de longe possuí algum interesse político ou embasamento enviesado.
PERGUNTAS E RESPOSTAS: Tivemos um total de 23 pessoas entrevistadas.

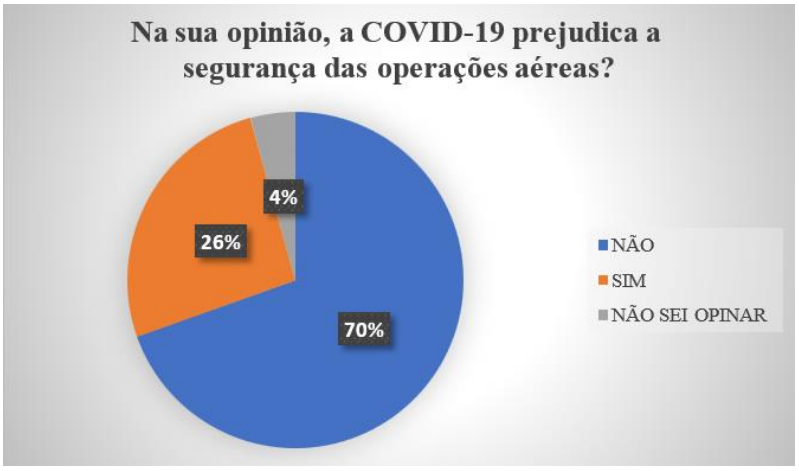
PERGUNTA N°1 - Qual a sua ocupação?
23 respostas:



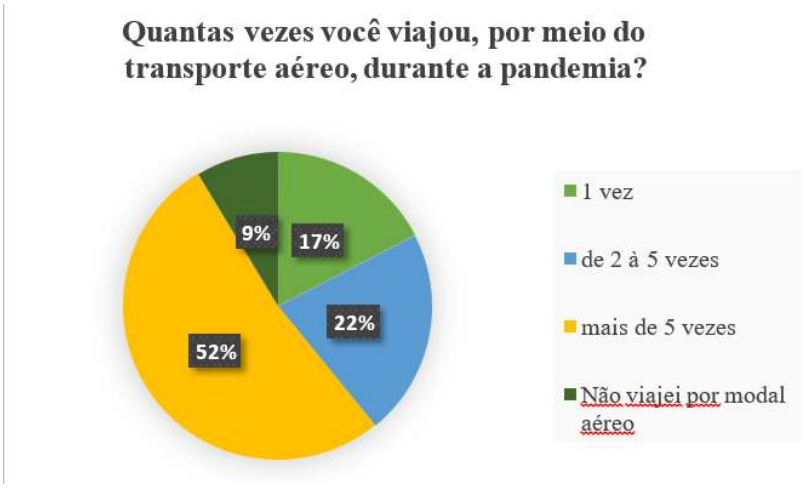
PERGUNTA N°2
Qual é a idade em que se encontra ?
23 respostas



PERGUNTA N°3
23 respostas:

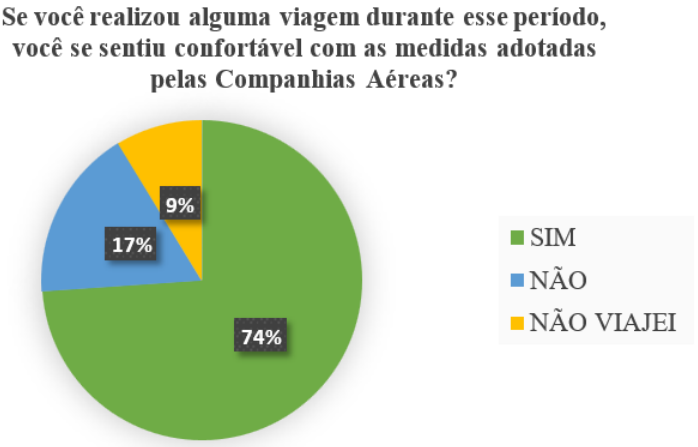


PERGUNTA N°4
23 respostas

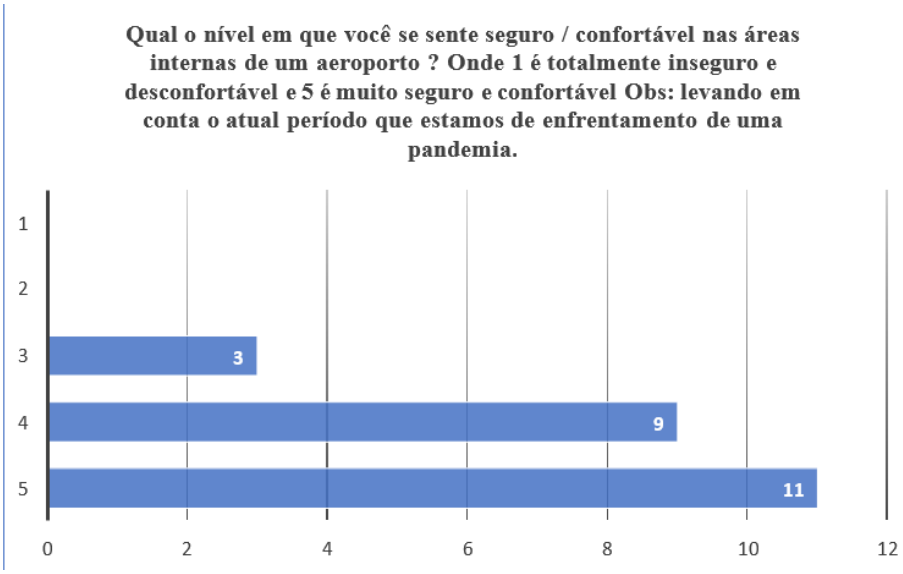


:

PERGUNTA 5
23 respostas



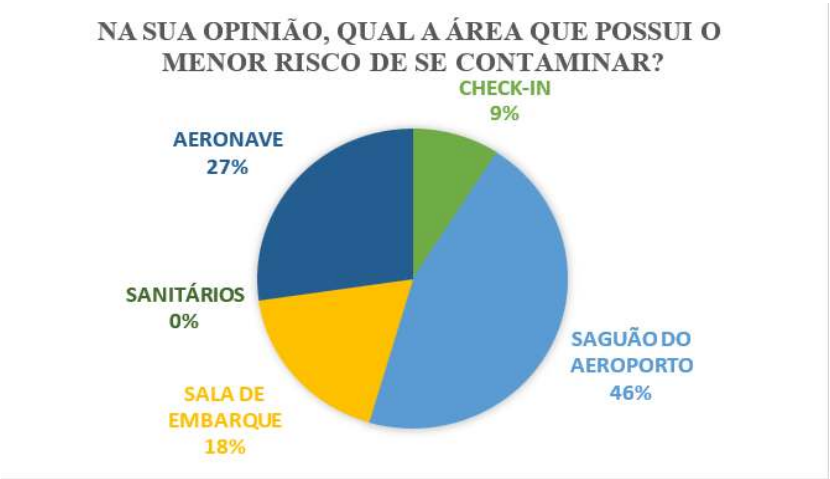
PERGUNTA N°6
23 respostas:



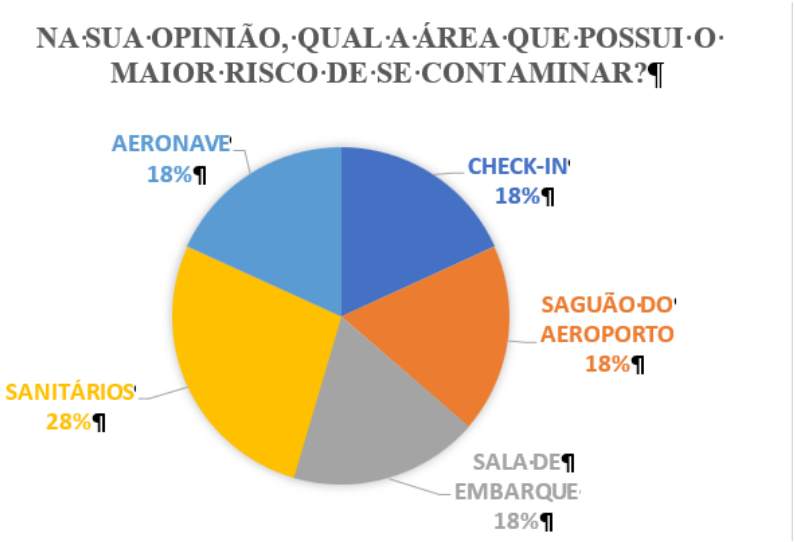
PERGUNTA N°7
23 respostas:



PERGUNTA N°8
11 respostas:



PERGUNTA N°9
7 respostas:



EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026, p. 17-33.
*DOI: https://doi.org/10.63656/k7eyz766. ISSN **3085-7678 (online)***

COMUNICAÇÃO AERONÁUTICA: o uso do Alfabeto Fonético, problemas de fraseologia e acidentes relacionados a falhas de comunicação

AERONAUTICAL COMMUNICATION: the use of the Phonetic Alphabet, phraseology problems, and accidents related to communication failures

Delvanir Lopes[14]

Resumo: A comunicação aeronáutica é um dos pilares da segurança operacional. O uso do alfabeto fonético internacional e da fraseologia padronizada busca reduzir ambiguidades e falhas de entendimento entre pilotos e controladores. Entretanto, diversos acidentes históricos demonstram que falhas de comunicação continuam sendo fatores contribuintes em incidentes graves. Este artigo analisa a origem e função do alfabeto fonético, discute problemas recorrentes de fraseologia e apresenta estudos de caso de acidentes, como Tenerife (1977) e Avianca 52 (1990), relacionando-os às falhas comunicacionais. Conclui-se que a comunicação clara e padronizada é tão vital quanto a manutenção técnica das aeronaves, e recomenda-se maior investimento em treinamento linguístico e tecnologias de apoio.
Palavras-chave: aviação; comunicação; alfabeto fonético; fraseologia aeronáutica; acidentes aéreos.

Abstract: Aeronautical communication is one of the pillars of operational safety. The use of the International Phonetic Alphabet and standardized phraseology seeks to reduce ambiguities and misunderstandings between pilots and controllers. However, several historical accidents demonstrate that communication failures continue to be contributing factors in serious incidents. This article analyzes the origin and function of the phonetic alphabet, discusses recurring phraseology problems, and presents case studies of accidents, such as Tenerife (1977) and Avianca 52 (1990), relating to communication failures. It concludes that clear and standardized communication is as vital as the technical maintenance of aircraft and recommends greater investment in language training and support technologies.
Keywords: aviation; communication; phonetic alphabet; aeronautical phraseology; air accidents.

Introdução

A aviação civil moderna depende de sistemas altamente complexos, mas nenhum deles funciona sem comunicação eficaz. Pilotos, controladores de tráfego aéreo e equipes de solo precisam transmitir informações críticas em tempo real. Segundo a Organização Europeia para a Segurança da Navegação Aérea (*European Organisation for the Safety of Air Navigation* - EUROCONTROL - 2019), a inconsistência na fraseologia é um dos principais fatores humanos em incidentes de tráfego aéreo.

A fraseologia é o ramo da linguística que estuda as combinações fixas de palavras de uma língua, como expressões idiomáticas (“chover no molhado”), provérbios (Deus ajuda quem cedo madruga”) e locuções (“de repente”). Ela analisa expressões cujo sentido não pode ser deduzido pelo som literal dos significados de cada palavra, mas sim pelo uso coletivo e cultural. Também são chamadas de fraseologismos, conjuntos de palavras que funcionam como uma única unidade de sentido. Elas possuem diferentes graus de fixidez (não podem ser alteradas

[14] Professor doutor pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil – EJ. Contato: delvanir.lopes@ej.edu.br

sem perder a lógica).

Dominar a fraseologia de um idioma é o que separa um falante nativo ou avançado de um iniciante, pois são estruturas que soam naturais. O termo também é utilizado em áreas específicas com um sentido mais próximo de "conjunto de regras de comunicação". Há, por exemplo, a fraseologia na música, que se refere à organização rítmica e estrutural de uma melodia, ou seja, a forma como os motivos e as frases musicais são divididos e articulados.

Neste artigo será enfatizada a Fraseologia Aeronáutica, um conjunto de expressões, códigos e palavras padronizadas e obrigatórias usadas na comunicação por rádio entre pilotos e controladores de tráfego aéreo para garantir a segurança dos voos. A fraseologia aeronáutica e o alfabeto fonético da Organização da Aviação Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) foram criados para garantir clareza e reduzir ambiguidades. No entanto, falhas persistem e podem resultar em acidentes.

Utilizar-se-á o método de abordagem indutivo para auxiliar nas análises, ou seja, partir-se-á de eventos particulares para, a partir deles, chegar a uma conclusão mais generalista, lembrando que os "[argumentos] indutivos conduzem apenas a conclusões prováveis ou, no dizer de Cervo e Bervian (1978, p. 25) 'pode-se afirmar que as premissas de um argumento indutivo correto sustentam ou atribuem certa verossimilhança à sua conclusão.'" (Lakatos, 2003, p. 86). Some-se a esse método, as pesquisas bibliográficas e os estudos de caso. A primeira é entendida como "um apanhado sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema" (Lakatos, 2003, p. 158) e a segunda, como um método de procedimento conhecido também como monográfico, que indica que a "investigação deve examinar o tema escolhido, observando todos os fatores que o influenciaram e analisando-o em todos os seus aspectos" (Lakatos, 2003, p. 108).

Este artigo busca compreender como tais falhas ocorrem e quais lições podem ser extraídas. Para isso, percorrerá um caminho que vai desde a compreensão da fraseologia aeronáutica até a análise de acidentes aéreos causados por falhas na comunicação. Portanto, a sua relevância reside no impacto direto que a comunicação clara tem sobre a segurança da aviação civil. Além disso, torna-se necessário conectar a ciência linguística (o estudo dos fraseologismos e da fluidez da linguagem) à prática técnica da aviação, promovendo a cultura de segurança na aviação, bem como o aprimoramento nos processos de formação e reciclagem dos profissionais da área.

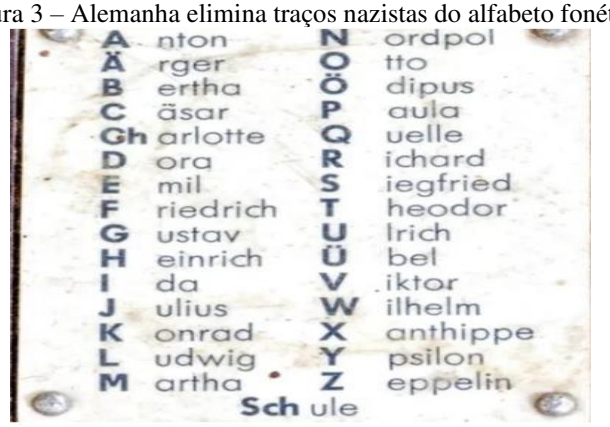
1 O Alfabeto Fonético Internacional

A utilização de alfabetos fonéticos teve início há muito tempo. Antes do desenvolvimento deles, a comunicação militar dependia de soletração, letra por letra, das palavras, o que era prejudicado, sobretudo em ambientes ruidosos. Em 1901, Richard H. Geiger (1933-2017 - operador de telégrafo da marinha americana) pensou em substituir as letras por palavras, ajudando na compreensão, mesmo em ambientes barulhentos.

Vários alfabetos fonéticos foram criados em diferentes partes do mundo, específicos de um contexto social ou país e, por isso, não compreendidos entre eles. O alfabeto do Exército Britânico, por exemplo, era formado, a princípio, por sete palavras: *Ack, Beer, Emma, Pip, Esses, Toc e Vic*. Em 1918, expandiram-no para 26 palavras. As forças americanas também utilizavam seu próprio alfabeto. Em 1916, o Livro de Sinais (*Signal Book*) do Exército dos Estados Unidos estabeleceu a doutrina padrão para as comunicações militares. Nessa edição, o alfabeto fonético tinha as seguintes palavras: *Able, Boy, Cast, Dock, Easy, Fox, George, Have, Item, Jig, King, Love, Mike, Negat, Option, Prep, Queen, Roger, Sail, Tare, Unit, Victor, William, X-ray, Yoke, Zed.* (US Phonetic Alphabet, [202?]). Esse primeiro alfabeto sofreu uma série de transformações até culminar no atual Alfabeto Fonético da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan), em 1956.

Havia alfabetos de soletração em outros idiomas também. A Alemanha foi uma das pioneiras (*Telefonalphabet*). Em 1890 as letras eram associadas a números. Depois, em 1905, os números foram mudados para nomes próprios, como *Albert, Berta, Cäsar, David, Emil. Fredrich, Gustav, Heinrich, Ida* etc. Antes do nazismo, o alfabeto fonético utilizava nomes judaicos (Albert; David; Nathan; Zacharias; Jacob) (figura 3).

Figura 3 – Alemanha elimina traços nazistas do alfabeto fonético



Fonte: US Phonetic Alphabet, (202?)

O regime de Adolf Hitler (1889-1945) trocou esses nomes por outros, como *Anton, Dora, Nordpol, Zeppelin, Ypres* (no lugar de Ypsilon):

> Na ideologia nazista, Nordpol representa a raça ariana dominante, enquanto Ypres é o nome da cidade belga onde as tropas alemãs empregaram o gás mostarda letal durante a Primeira Guerra Mundial. Após a Segunda Guerra Mundial, o uso de Ypres foi substituído pelo nome alemão da letra Y, Ypsilon, mas o termo Nordpol continua em uso no alfabeto alemão até hoje.[15] (Landsberg, 2020, tradução nossa)

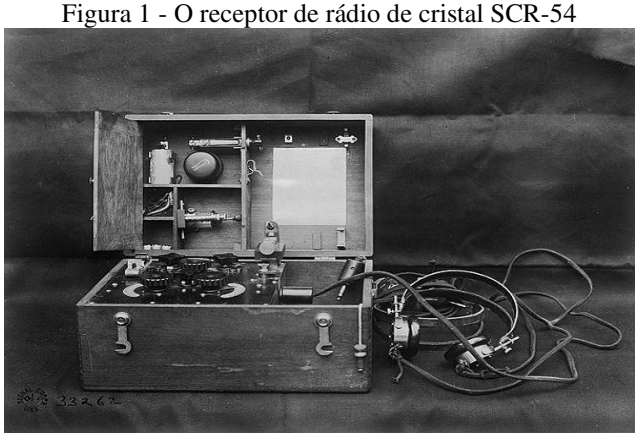
Tal alfabeto fonético continuou a ser utilizado por décadas na Alemanha mesmo após a Segunda Guerra Mundial (1936-1945) sem que as pessoas se dessem conta da origem dos vocábulos. Inciativas recentes atualizaram – 2022 – e substituíram os prenomes e passou-se a usar nomes de cidades (*Aachen, (ä)Umlaut Aachen, Berlin, Chemnitz, Düsseldorf, Essen, Frankfurt, Goslar, Hamburg, Ingelheim, Jena, Köln, Leipzig, München, Nürnberg, Offenbach, (ö) Umlaut Offenbach, Potsdam, Quickborn, Rostock, Salzwedel, (**ß**) Esszett, Tübingen, Unna, (ü) Umlaut Unna, Völklingen, Wuppertal, Xanten, Ypsilon, Zwickau* (Deutsches Institut Für Normung, 2022). Lembrando que o uso desse alfabeto é recomendado para a economia, empresas e administração pública, embora a utilização do alfabeto internacional da Otan continue sendo permitida.

Os franceses, historicamente, optaram por uma lista composta quase inteiramente por nomes de pessoas muito tradicionais na cultura local: ***A**ntoine, **B**runo, **C**harles, **D**enis, **E**mile, **F**rançois, **G**érard, **H**enri* etc. Já os espanhóis têm um alfabeto consolidado com nomes de cidades e países (da América e Europa): ***A**lmería, **B**arcelona, **C**áceres, **D**olores, **E**spaña, **F**rancia, **G**ranada, **H**istória, **I**talia* etc. No Brasil, antes de a aviação e as forças de segurança adotarem integralmente o alfabeto fonético padrão internacional, o comércio e serviços telefônicos usavam termos populares para ditar placas de carros ou nomes de clientes pelo telefone, tais como: ***A**mor, **B**anana, **C**oração, **D**ado, **E**scola, **F**aca, **G**ato, **H**elena, **I**greja* etc.

A Primeira Guerra Mundial (1914-1918) mostrou a necessidade de um alfabeto fonético que fosse padronizado, pois os comandantes dependiam da comunicação pelo rádio para coordenar suas ações e tropas (Figura 1).

[15] *In Nazi ideology, North Pole stands for the Aryan master race, while Ypres is the name of the Belgian city where German troops introduced lethal mustard gas during the First World War. After World War II, the use of Ypres was replaced by the German name of the letter Y, Ypsilon, but the term Nordpol is still in use in the German alphabet today.* (Landsberg, 2020)

Figura 1 - O receptor de rádio de cristal SCR-54



Fonte: Strong (2023)

A União Internacional de Telecomunicações (UIT), agência da Organização das Nações Unidas (ONU), especializada em tecnologias de informação e comunicação, em 1927, padronizou o primeiro alfabeto fonético, usando nomes de cidades: *Amsterdam, Baltimore, Casablanca, Dinamarca, Edison, Flórida, Galípoli, Havana, Itália, Jerusalém, Quilograma, Liverpool, Madagascar, Nova York, Oslo, Paris, Quebec, Roma, Santiago, Trípoli, Uppsala, Valência, Washington, Xantipa, Yokohama e Zurique.* A intenção era padronizar e regular as ondas de rádio e telecomunicações internacionais. Mas nem todos os países utilizaram o alfabeto proposto, o que prejudicava a comunicação, ficando isso evidente durante a Segunda Guerra Mundial. Países aliados utilizavam alfabetos fonéticos diferentes dos americanos e ingleses (que usavam o alfabeto fonético chamado *Able Baker*).[16] Esse alfabeto era conjunto entre exército e marinha americanos.

Able Baker não era bem aceito por ter apenas palavras em inglês. Por isso, a Associação Internacional de Transporte Aéreo (*International Air Transport Association* - IATA), em 1951, propôs um alfabeto fonético incluindo palavras em francês e espanhol. O novo alfabeto ficou assim: *Alfa, Bravo, Coca, Delta, Echo, Foxtrot, Gold, Hotel, India, Juliett, Kilo, Lima, Metro, Nectar, Oscar, Papa, Quebec, Romeo, Sierra, Tango, Union, Victor, Whiskey, eXtra, Yankee, Zulu.*

Porém, americanos, ingleses, e mesmo a Otan, continuavam a utilizar o *Able Baker*.

[16][16] ***Alfabeto Able Baker –*** *Able, Baker, Charlie, Dog, Easy, Fox, George, How, Item, Jig, King, Love, Mike, Nan, Oboe, Peter, Queen, Roger, Sugar, Tare, Uncle, Victor, William, X-ray, Yoke, Zebra.* Esse alfabeto tornou-se parte da cultura da época. Em 1959, um experimento do exército levou dois macacos, chamados Able e Miss Baker, ao espaço e que deram nome ao alfabeto. Também, o alfabeto aparece em produções cinematográficas da época, como *O resgate do soldado Ryan* (1998), dirigido por Steven Spielberg.

Assim, uma nova tentativa de unificação dos alfabetos foi feita pela Organização Internacional de Aviação Civil (*Internacional Civil Aviation Organization* - ICAO) em 1956, com a troca de apenas algumas palavras, as que representavam as letras C, M, N, U e X (*Charlie, Mike, November, Uniform, X-ray*).

Depois de muitos debates, em 21 de fevereiro de 1956, países membros da Otan foram comunicados sobre o novo alfabeto fonético que deveria ser adotado. Anos depois a UIT adotou o alfabeto em comunicações de rádios militares, civis e amadores. Este é o alfabeto fonético atual (Figura 2):

Figura 2 – Alfabeto fonético atual

Letra	Código ICAO	Pronúncia
A	Alfa	AL-FA
B	Bravo	BRA-VO
C	Charlie	TCHAR-LI
D	Delta	DEL-TA
E	Echo	E-CO
F	Foxtrot	FOCS-TROT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HO-TEL
I	India	IN-DI-A
J	Juliet	DJU-LI-ET
K	Kilo	QUI-LO
L	Lima	LI-MA
M	Mike	MAIK
N	November	NO-VEM-BER
O	Oscar	OS-CAR
P	Papa	PA-PA
Q	Quebec	QUE-BEC
R	Romeo	RO-MI-O
S	Sierra	SI-ER-RA
T	Tango	TAN-GO
U	Uniform	IU-NI-FORM
V	Victor	VIC-TOR
W	Whiskey	UIS-QUI
X	X-ray	ECS-REI
Y	Yankee	IAN-QUI
Z	Zulu	ZU-LU

Fonte : FRASEOLOGIA aeronáutica (2026?)

Esta versão do alfabeto fonético, adotado para a comunicação internacional na aviação, é importante para que não haja mal-entendidos, o que pode trazer consequências catastróficas. O

alfabeto fonético da Otan é o que a aviação mundial utiliza para se comunicar com a Torre de Controle e identificar a aeronave. Por exemplo, se o prefixo do avião for PP-YHA, o comandante dirá: *Papa-Papa-Yahkee- Hotel-Alpha.* Para a descrição de siglas, coordenadas e instruções, também se faz uso do alfabeto fonético.

Há ainda a pronúncia padrão dos números na radiotelefonia (Figura 3). São transmitidos dígito a dígito, a menos que sejam altitudes de centenas/ milhares de pés. A pronúncia deve ser clara e firme.

Figura 3 - Pronúncia de números na radiotelefonia

Número	Pronúncia (PT)	Pronúncia (EN)
0	ZERO	ZI-RO
1	UNO	UAN
2	DOIS	TU
3	TRÊS	TRI
4	QUATRO	FO-ER
5	CINCO	FAIF
6	SEIS	SICS
7	SETE	SE-VEN
8	OITO	EIT
9	NOVE	NAI-NER

Fonte : FRASEOLOGIA aeronáutica (2026?)

Algumas exceções à regra: altitudes de centenas/ milhares de pés (800 ft – *eight hundred*; 5.000 ft – *five thousand*). O ponto ou vírgula decimal deve ser explicitamente pronunciado (122,1 – u-no dois dois vírgula u-no/ wun too too day-see-mal[17] wun).

2.2 Fraseologia Aeronáutica

A fraseologia aeronáutica padrão foi definida pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO). Trata-se de um conjunto de expressões padronizadas usadas na comunicação entre pilotos e controladores de tráfego aéreo. No Brasil usa-se o Manual de Fraseologia de Tráfego Aéreo, conhecido como código MCA 100-16 e organizado pelo Departamento de controle do Espaço Aéreo (DECEA), que é a autoridade máxima do Comando da Aeronáutica (COMAER), órgão responsável pela gestão e controle do tráfego aéreo brasileiro. Esse Manual procura padronizar as comunicações radiotelefônicas entre os pilotos,

[17] Pronúncia em português - Vírgula ; pronúncia em inglês – day-see-mal (decimal)

controladores de tráfego aéreo e as equipes de solo, garantindo que sejam claras, objetivas e seguras. Na página do DECEA (Brasil, 2025), lê-se:

> Art.1º Este Manual tem por finalidade: I. estabelecer os padrões de fraseologia de tráfego aéreo, em complemento ao disposto nas regulamentações do DECEA relacionadas direta ou indiretamente ao tema; II- Incorporar a Emenda nº 11 ao Documento 4444 (Procedures for Air Navigation - Air Traffic Management) da OACI; III- estabelecer procedimentos a serem seguidos nas comunicações orais entre os órgãos ATS e entre os setores de um mesmo órgão ATS (Anexo II), a fim de assegurar a uniformidade na transmissão das mensagens de tráfego aéreo e entre os órgãos ATS nas coordenações; e IV- detalhar a fraseologia aeronáutica a ser utilizada nas comunicações do Serviço de Controle de Aeródromo ou do Serviço de Informação de Voo de Aeródromo com os condutores de veículos e outros prestadores de serviços para operar na área de manobras (Anexo III). Entrada em vigor na data de 8 de maio de 2025. Publicado no BCA nº 84 de 8 de maio de 2025. Revoga: CIRTRAF 100-21 publicada no Boletim interno do DECEA nº 240, de 1º de dezembro de 2007, MCA 100-16/2020, publicado no BCA nº 007 de 12 de janeiro de 2020, CIRCEA 100-86/2020, publicada no BCA nº 210 de 19 de novembro de 2020.

A fraseologia aeronáutica é um conjunto de expressões padronizadas que visam eliminar ambiguidades. Dominá-la é obrigatório para todos os pilotos, desde alunos a comandantes de linha aérea. A fraseologia é definida pelo Anexo 10 da ICAO (regulamentada no Brasil pela ICA 100-12 e ICA 100-37 do DECEA) e busca a clareza, bem como a brevidade da mensagem entre emissor e receptor, não importando o idioma nativo ou sotaque.

A padronização impede, ou busca impedir, que erros na interpretação levem a uma catástrofe. Por isso, a fraseologia faz parte do exame teórico da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) desde o Piloto Privado (PP) até o Piloto de Linha Aérea (PLA), bem como é avaliada no cheque prático de voo. “Pilotos que não dominam a fraseologia padrão não recebem habilitação para operar” (FRASEOLOGIA aeronáutica (2026?).

Há uma fraseologia em português, segundo o DECEA, e utilizada em voos domésticos no Brasil. Em voos internacionais é usada a fraseologia em inglês, conforme a ICAO. Daí a exigência de proficiência no nível 4 em inglês para pilotos que trabalham em linhas internacionais. No Brasil, a regulamentação se dá pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o exame é realizado no Santos Dumont - Avaliação de Inglês (*Santos Dumont . English Assessment* - SDEA). A fraseologia em inglês é obrigatória em voos internacionais, porém a comunicação entre pilotos e controladores de voo pode ser feita no idioma local.

Erros de fraseologia e falhas de comunicação entre pilotos e controladores de tráfego aéreo são fatores críticos que contribuem ou causam graves acidentes na aviação. Alguns deles

serão analisados neste ensaio.

3 Acidente em Tenerife

O maior acidente da aviação comercial envolveu dois Boeing 747 da KLM e Pan Am, duas das maiores aeronaves da época. A colisão ocorreu em 27 de março de 1977, após uma decolagem não autorizada, em parte devido à fraseologia ambígua usada pelo comandante da KLM e pela torre. Além disso, houve falta de confirmação e as transmissões de rádio sobrepostas, portanto foi um encadeamento de erros na comunicação.

A tragédia teve o maior número de mortos em um acidente aéreo – 583 - e 61 sobreviventes e provocou mudanças na aviação para que não se repita. O voo do Boing 747 (chamado de Clipper Victor) da companhia Pan Am – 1736 – partiu de Los Angeles, fez escala no aeroporto JK (Nova Iorque) e seguiu para o aeroporto de Gran Canária (Ilhas Canárias), próximo a Las Palmas. O outro avião, o voo de um outro 747, 4805 da KLM, partiu do aeroporto de Schipol (Amsterdã) em direção às Ilhas Canárias. Em Gran Canaria, o aeroporto havia sido fechado por causa da explosão de uma bomba por um movimento separatista. Como o aeroporto permanece fechado até que esteja completamente seguro, os voos foram desviados para o aeroporto Los Rodeos, na ilha de Tenerife.

Los Rodeos era um pequeno aeroporto, não preparado para um volume grande de aeronaves. O comandante Jacob Veldhunzen Van Zanten |(1927-1977), da KLM, resolveu abastecer o avião com 55 mil litros de combustível para chegar em Gran Canária, bloqueando a passagem para a aeronave da Pan Am, que seguiria para o mesmo aeroporto, que já havia sido reaberto.

Enquanto o KLM taxiava em uma ponta da pista, o Pan Am recebeu a instrução para taxiar na pista principal também, sair pelo acesso C3 e esperar a decolagem do KLM. Porém, a Pan Am se dirigiu ao acesso C4.

> **O comandante Van Zanten decide iniciar o procedimento de decolagem,**mas seu copiloto expressa dúvidas sobre a autorização e pede confirmação da torre para a decolagem. **A conversa se desenrola fora da fraseologia padrão da aviação, e com diversas interferências no rádio,** já que a torre estava se comunicando simultaneamente com o Pan Am. Mesmo com copiloto e engenheiro de voo incertos da autorização, Van Zanten coloca as manetes do motor em posição de decolagem. (Médici 2024, negritos dos autores)

Também havia muita névoa no momento, com visibilidade de menos de 100 metros. Como a torre de controle não via os aviões, quando as tripulações se viram, a colisão já era inevitável. Ao se chocarem, os tanques explodiram (o 747 havia reabastecido e o Pan Am estava atravessado na pista). Segundo as autoridades espanholas que investigaram o caso, a culpa teria sido da tripulação da KLM, que iniciou a decolagem sem autorização da torre de controle., o que foi contestado por autoridades holandesas. "O acidente de Tenerife (Figura 4) não deu apenas uma lição. Ele deu várias pequenas lições que foram sendo implementadas gradativamente", afirmou Gianfranco Beting (Médici, 2024), um estudioso do caso. A maior delas foi com relação à comunicação e postura dos operadores.

Figura 4 - Destroços do Boeing 747 da KLM - acidente em Tenerife (Espanha)



Fonte: Ives (1977)

Ocorreu uma série de erros considerados fatais para que o acidente ocorresse. O primeiro deles foi o uso de fraseologia ambígua.[18] Assim que o voo da KLM terminou de se alinhar, o comandante acelerou os motores e disse pelo rádio*:* "Estamos agora em decolagem" (*We are now at take-off.)* A expressão foi interpretada como autorização, mas não era. O controlador, confuso com a frase incomum e presumindo que a KLM estivesse aguardando, respondeu: "Ok. Aguarde para decolagem, eu chamarei você*." (Stand by for take-off, I will call you.)*

Simultaneamente, a tripulação da Pan Am comunicou pelo rádio: "Não... uh, nós ainda estamos taxiando pela pista, o Clipper 1736." (*No... uh, we are still taxiing down the runway, the Clipper 1736.)*. Isso desencadeou um fenômeno de rádio chamado heterodino. Como a torre

[18] Os diálogos foram extraídos de TENERIFE airport disaster. In: **WIKIPEDIA**: the free encyclopedia. [San Francisco, CA: Wikimedia Foundation], 2026. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Tenerife_airport_disaster. Acesso em: 10 jun. 2026.

e a Pan Am transmitiram na mesma frequência exatamente no mesmo segundo, os sinais se cancelaram. Na cabine de comando da KLM, em vez de ouvirem a torre instruindo-os a aguardar e a Pan Am avisando que ainda estavam na pista, a tripulação ouviu um breve guincho agudo.

A falha final foi na hierarquia da cabine de comando. O engenheiro de voo da KLM, ouvindo o rádio crepitando, perguntou ao comandante: *"*Então ele não está liberado, a Pan American?" (*Is he not clear then, that Pan American?).* O comandante descartou a preocupação com um confiante "Oh, sim." *(Oh, yes).* Segundos depois, o jato da KLM acelerou em direção à neblina e colidiu com o avião da Pan Am.

> 17:05:44 Comandante do voo KLM 4805: "O KLM 4805 está pronto para decolagem e aguardamos autorização do controle de tráfego aéreo." 17:05:53 Controlador (Torre): "KLM 4805, autorizado para o Farol Papa. Suba para manter o nível de voo 90, vire à direita após a decolagem e prossiga com o rumo 40 até interceptar o radial 325 do VOR de Las Palmas." 17:06:09 Comandante do voo KLM 4805: "Ah, entendido, senhor. Autorizado para o Farol Papa, nível de voo 90 (...) Estamos prontos para decolagem." 17:06:18 Controlador: "OK. Aguardem a decolagem. Eu os chamarei."[19] (Cushing, 1994, p. 50)

O acidente aeronáutico de Tenerife evidenciou falhas críticas de comunicação e fatores humanos como determinantes para a colisão em solo. O evento impulsionou uma reestruturação global nos protocolos de segurança operacional, pois a exigência de proficiência linguística em inglês para tripulações e controladores foi instituída. Outra consequência foi a padronização rígida da fraseologia aeronáutica. Expressões ambíguas como *ok* ou *Roger* (confirmação da mensagem recebida) tornaram-se restritas, tornando o uso do termo "decolagem" (*take-off*) unicamente para a concessão da autorização de pista, e indicando a palavra "partida" (*departure*) nas etapas antecedentes. Além disso, a prática do cotejamento (repetição das mensagens para confirmação de entendimento) passou a ser regra, bem como a implementação obrigatória do CRM, ferramenta que diminuiu a distância de autoridade na cabine e possibilitou à tripulação técnica a intervir ativamente em prol da segurança do voo.

[19] *17:05:44 KLM 4805 Captain: "The KLM four eight zero five is now ready for takeoff, and we are waiting for our ATC clearance." 17:05:53 Controller (Tower): "KLM four eight zero five, you are cleared to the Papa Beacon, climb to maintain flight level niner zero, turn right after takeoff, proceed with heading four zero until intercepting the three two five radial from Las Palmas VOR." 17:06:09 KLM 4805 Captain: "Ah, roger sir, we are cleared to Papa Beacon, flight level niner zero (...) We are now at takeoff." 17:06:18 Controller: "OK. Stand by for takeoff. I call you."*

3.2 Acidente no voo Avianca 52

Outro caso ocorreu com o voo 52 da companhia Avianca, com um Boing 707, que caiu em Nova Iorque (Estados Unidos), partindo de Bogotá (Colômbia), em 1990. Ele deveria pousar no aeroporto John F. Kennedy (JFK). O tempo estava neblinado, impedindo chegadas e partidas de aeronaves, por isso seria preciso que o voo ficasse em espera por mais de uma hora. Após 77 minutos, o primeiro-oficial alertou o controlador que o avião tinha apenas mais cinco minutos de espera disponíveis. O copiloto alertou o Controle de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Control* - ATC) americano que o avião estava "ficando sem combustível" (*running out of fuel).* O comandante comunicou ao controlador de voo "necessidade de prioridade" (*need for priority)* ao invés de "uma emergência" (*an emergency)* ou "sem combustível" (*fuel starvation)*. Como usaram termos coloquiais, o controlador não percebeu que a aeronave estava numa emergência e não autorizou o seu pouso imediatamente. Quando foi liberado para pouso imediato, devido a uma cortante de vento, não conseguiu. Contudo, não havia mais combustível para outra aproximação.

A tripulação comunicou "emergência de combustível" (*fuel emergency)*, mas não usou a fraseologia correta *Mayday*[20] ou "combustível mínimo" (*Minimum Fuel)*. O Controle de Tráfego Aéreo, com isso, não compreendeu a gravidade da situação e, por isso, instruiu o voo 52 a subir e preparar o avião para outra aproximação. A 15 milhas do aeroporto os quatro motores da aeronave pararam e ele caiu em um bairro residencial (Figura 5). Morreram 8 tripulantes (1 sobreviveu) e 65 passageiros (84 sobreviveram).

Figura 5 – Acidente do voo Avianca 52

[20] A expressão *Mayday* foi criada em 1923 por Frederick Stanley Mockford (1897-1962), um oficial de rádio do Aeroporto de Croydon, em Londres. Ela é utilizada como um sinal de socorro em comunicações de emergência e deve ser repetida três vezes seguidas para evitar confusões. A palavra tem origem no francês *venez m'aider*, que significa "venha me ajudar".



Fonte: Glazer (2023)

O voo Avianca 52 caiu em 25 de janeiro de 1990 em *Long Island* (Nova Iorque), devido a pane seca. A não declaração de emergência de forma clara é apontada como sendo uma das causas principais do acidente. A barreira linguística, bem como a falta de comunicação da emergência (*Mayday*) fez com que os controladores não dessem prioridade absoluta para o pouso da aeronave.

3.3 Colisão em Charkhi Dadri

O acidente ocorreu em 12 de novembro de 1996, envolvendo um Boeing 747 da Saudi Arabian e um cargueiro Ilyushin Il-76, ocasionado por barreira linguística e a falta de uso da fraseologia aeronáutica correta em inglês. A colisão deixou 349 pessoas mortas.

No Aeroporto Internacional Indira Gandhi, em Deli, um dos mais movimentados da Índia, o controlador aéreo indiano V. K. Dutta, por volta das 18h30, hora local, passava instruções a cinco aeronaves que seguiam por um estreito corredor aéreo, incluindo um Boeing 747 que havia acabado de decolar rumo à Arábia Saudita e um Ilyushin Il-76 (fabricação russa) que vinha do Cazaquistão.

Quando Dutta avisou a tripulação do Ilyushin, da Kazakhstan Airlines, que o Boeing passaria próximo a eles, os pontos que representavam as aeronaves sumiram de sua tela de radar. Ele só pôde ouvir uma voz aflita recitar um juramento islâmico: “Dou meu testemunho de que não há outro deus senão Deus” (*Ashhadu Alla Ilaha Illallah*). Pouco depois, foi avisado pela tripulação de outro avião que houve uma grande explosão no céu e houve a queda de duas aeronaves. (Figura 6)

Figura 6 - Destroços do Boeing 747 da Saudi Arabian Airlines



Fonte: Nickelsberg (2025)

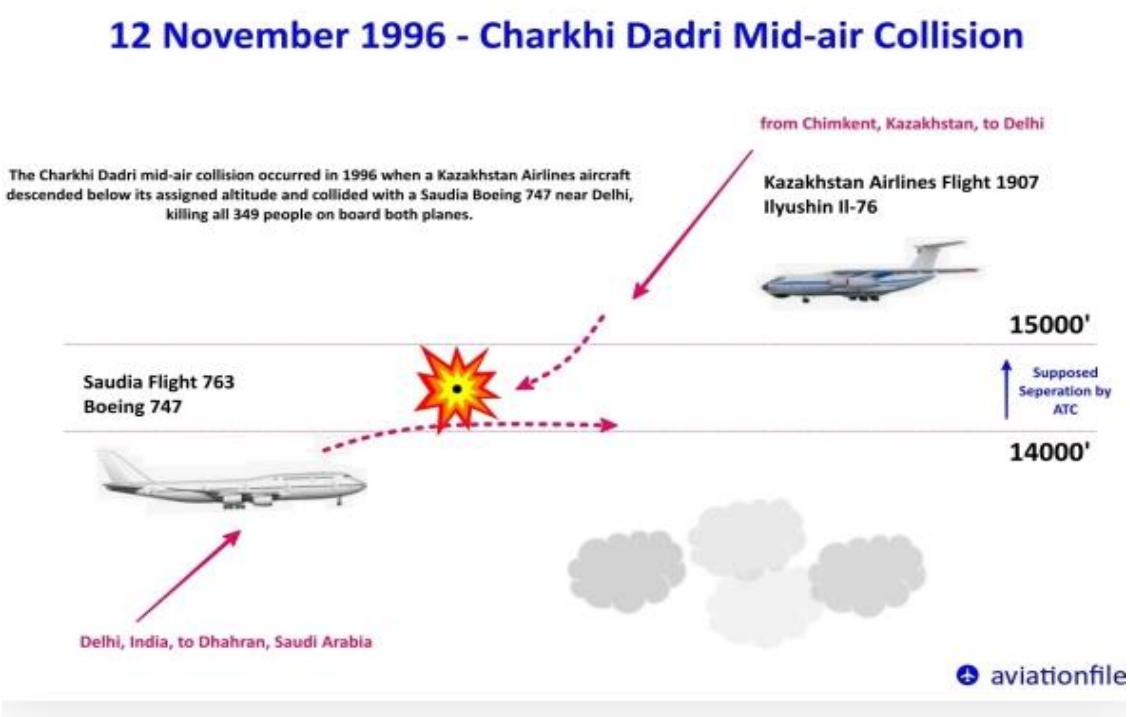
O acidente ficou conhecido como a colisão aérea de Charkhi Dadri (cidade indiana sobre a qual as aeronaves colidiram). As aeronaves caíram a cerca de 7 km de distância uma da outra, em uma zona rural. Ninguém em solo morreu. Essa cidade estava abaixo de um corredor aéreo estreito chamado G-452 por onde podiam voar as aeronaves civis, decolarem e pousarem no Aeroporto Internacional Indira Gandhi.

Tratava-se de uma situação perigosa, já que os aviões poderiam voar em direções opostas dentro do corredor, cabendo à torre a organização segura do tráfego aéreo. Naquele dia, o Boeing 747-100B da Saudia decolou em direção à Jidá, com uma parada em Dhahran, ambas na Arábia Saudita. A tripulação de voo foi instruída a subir até 10 mil pés (3.050 metros) de altitude e esperar novas instruções. Depois V.K. Dutta pediu que subissem a 14 mil pés (4.267 metros). O Boeing solicitou para subir mais mil pés (304,8 metros), o que foi negado por Dutta. Depois, ele autorizou o avião do Cazaquistão para descer à altitude de 15 mil pés (Figura 7).

> O avião da Kazakhstan Airlines reportou à torre que tinha chegado a 15 mil pés, mas ainda estava a 16.348 pés (5.000 m) e continuava descendo. Dutta então respondeu que "havia identificado tráfego na direção oposta, recíproco, com o Saudia Boeing 747 a 10 milhas (de distância) e provável cruzamento nas próximas cinco milhas". (349 mortes na Índia, 2025)

Este é um esquema do evento ocorrido em Charkhi Dadri.

Figura 7 – Acidente de Charkhi Dadri



Fonte: Durgut (2022)

A análise das caixas-pretas, realizada pelos investigadores, revelou que a tripulação do Boeing 747 da Saudia agiu corretamente, enquanto o Ministério da Aviação Civil da Índia apontou uma série de erros no evento: a tripulação do Ilyushin não se comunicou adequadamente; estavam alheios à comunicação do operador de rádio com a torre e permitiram que a aeronave continuasse descendo até 14.000 pés, colocando-se em rota de colisão com o Boeing 747.

Como é norma em voos internacionais, toda a comunicação entre tripulação e torre foi realizada em inglês. Esse acidente revela a importância que o domínio que a língua inglesa tem para a aviação e comunicação efetiva. Por isso, deve-se atingir o nível de proficiência linguística determinados pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). Não foi esse apenas o causador do acidente, mas houve problemas técnicos, procedimentos de comunicação e outros que poderiam ter evitado o evento. Conforme apontado por órgãos internacionais como a EUROCONTROL, as falhas e inconsistências na fraseologia aeronáutica não são meros detalhes linguísticos, mas sim fatores humanos críticos que geram incidentes e acidentes reais.

Considerações finais

Os casos verificados neste ensaio demonstram que falhas de comunicação podem ser tão letais quanto falhas mecânicas. O alfabeto fonético reduz ambiguidades, mas depende de uso

correto. A fraseologia padronizada é eficaz, mas exige treinamento contínuo. A mistura de idiomas continua sendo um desafio em países multilíngues.

Outros problemas comuns incluem o uso de termos não padronizados nas comunicações, os sotaques e pronúncia inadequada e ainda a fadiga e sobrecarga cognitiva dos operadores. A comunicação aeronáutica é vital para a segurança. O uso correto do alfabeto fonético e da fraseologia padronizada poderia ter prevenido acidentes como o de Tenerife, Avianca 52 e Charki Dadri. Assim, recomendam-se várias alternativas para resolver ou, ao menos, mitigar os problemas relativos ao tema como: treinamento contínuo em inglês aeronáutico, exercícios práticos em simuladores e investimento em tecnologias de apoio.

Com os acidentes elencados neste ensaio, ficam alguns aprendizados. Entre eles, podem ser citados: se houver uma emergência, não se deve subestimar a gravidade da situação; se houver uma barreira de idioma ou um controlador não parecer entender a urgência do assunto, é melhor reiterar; não se deve obedecer a controladores que emitam instruções que colocarão a aeronave em risco. Além disso, é importante ser proativo ao avisar o ATC sobre situações como combustível baixo iminente. Sempre que possível, avisar o controlador com antecedência suficiente para que ele possa trabalhar na resolução da situação antes que ela se torne crítica.

Fica evidente que, apesar da evolução tecnológica, a comunicação continua sendo um fator crítico. Assim, reforçar a padronização e o treinamento são medidas indispensáveis para reduzir os riscos. A maioria dos incidentes na aviação não tem uma única causa. E, ao analisar acidentes, não se deve considerá-los sob uma única perspectiva. Nesse sentido, o "Modelo do Queijo Suíço", desenvolvido pelo Prof. James Reason (1938–2025), é um método eficaz para examinar tais eventos.

Referências

349 MORTES na Índia: o erro que causou batida no ar mais mortal da história. **BOL**, 5 jun. 2025. Disponível em: https://www.bol.uol.com.br/noticias/2025/06/05/desastre-de-charkhi-dadri-erro-causou-a-colisao-no-ar-mais-mortal-do-mundo.htm. Acesso em: 18 jul. 2026.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **MCA 100-16:** Fraseologia de Tráfego Aéreo. Rio de Janeiro: DECEA, 2025. Disponível em: https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-100-16. Acesso em: 30 jun. 2026.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica:** para uso dos estudantes universitários. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978, p. 25.

CUSHING, Steven. **Fatal words**: Comunication clashes and aircraft crashes. Chicago: Universidade de Chicago Press, 1994, p. 50.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. Von Aachen bis Zwickau: DIN 5009 mit neuer

Buchstabiertafel auf Basis von Städtenamen veröffentlicht. Berlin: DIN, 13 mai. 2022. Disponível em: https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/von-aachen-bis-zwickau-867074. Acesso em: 22 ago. 2026.

DURGUT, M. 12 November 1996 – Charkhi Dadri Mid-air Collision. **Aviationfile**, 8 May 2022. Disponível em: https://www.aviationfile.com/12-november-1996-charkhi-dadri-mid-air-collision. Acesso em: 14 jul. 2026.

EUROCONTROL. Human Factors in Air Traffic Management. Brussels: Eurocontrol, 2019.

FRASEOLOGIA aeronáutica: exemplos de fonia. **AeroCopilot**, [2026?]. Disponível em: https://www.aerocopilot.ia.br/blog/fraseologia-aeronautica-guia-completo. Acesso em: 5 out. 2026.

GLAZER, Neil. 8 desastres aéreos evitáveis (evite cometer esses erros fatais). **PilotMall.com**, 17 ago. 2023. Disponível em: https://www.pilotmall.com/pt/blogs/news/8-preventable-airplane-disasters-avoid-making-these-fatal-mistakes. Acesso em: 29 out. 2026.

IVES, Derek. **Rodas e demais destroços do Boeing 747 da KLM após acidente em Tenerife (Espanha)**. 1977. 1 fotografia. *In*: MÉDICI, Daniel *et al*. O desastre de Tenerife. G1, 13 abr. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/mundo/o-desastre-de-tenerife/. Acesso em: 2 ago. 2026.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas 2003.

LANDSBERG, Torsten. Nazi-era phonetic alphabet to be revised. **DW**, 4 Dec. 2020. Disponível em: https://www.dw.com/en/nazi-era-phonetic-alphabet-to-be-revised-with-jewish-names/a-55821788. Acesso em: 10 set. 2026.

MÉDICI, Daniel. O desastre de Charkhi Dadri: como uma série de erros fez dois aviões baterem em voo, na colisão no ar mais mortal de todos os tempos. **G1**, 1 jun. 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/mundo/noticia/2025/06/01/o-desastre-de-charkhi-dadri-como-uma-serie-de-erros-fez-dois-avioes-baterem-em-voo-na-colisao-no-ar-mais-mortal-de-todos-os-tempos.ghtml. Acesso em: 25 jun. 2026.

MÉDICI, Daniel et al. O desastre de Tenerife. **G1**, 13 abr. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/mundo/o-desastre-de-tenerife/. Acesso em: 2 ago. 2026.

NICKELSBERG, Robert. Peça com insígnia da companhia aérea retirada dos destroços do jato de passageiros Boeing 747 da Saudi Arabian Airlines. 1 fotografia. In: 349 mortes na Índia: o erro que causou batida no ar mais mortal da história. **BOL**, 5 jun. 2025. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2025/06/05/desastre-de-charkhi-dadri-erro-causou-a-colisao-no-ar-mais-mortal-do-mundo.htm. Acesso em: 13 set. 2026.

US Phonetic Alphabet. In: FIREARMCENTRAL Wiki. [S. l.]: **Fandom**, [202-?]. Disponível em: https://firearmcentral.fandom.com/wiki/US_Phonetic_Alphabet. Acesso em: 12 ago. 2026. Disponível em: https://www.bbc.com/news/world-europe-55186459

STRONG, Abby. From Alpha to Zulu: The Evolution of the Phonetic Alphabet. **Charlie Mike**, 4 May 2023. Disponível em: https://charliemike.org/2023/05/04/from-alpha-to-zulu-the-evolution-of-the-phonetic-alphabet/. Acesso em: 18 set. 2026. [1]

TENERIFE airport disaster. In: **WIKIPEDIA**: the free encyclopedia. [San Francisco, CA: Wikimedia Foundation], 2026. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Tenerife_airport_disaster. Acesso em: 10 jun. 2026.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026, p. 34-53
*DOI: https://doi.org/10.63656/m26zry74:. ISSN **3085-7678 (online)***

LIDERANÇA HUMANA E COMPORTAMENTO SEGURO NA AVIAÇÃO CIVIL: uma análise teórica sobre confiança e comunicação entre pilotos comerciais

HUMAN LEADERSHIP AND SAFE BEHAVIOR IN CIVIL AVIATION: a theoretical analysis of trust and communication among commercial pilots

Welington J. Rocha-dos-Santos[21]

Resumo – A liderança exercida por comandantes de aeronaves constitui elemento central para a manutenção da segurança operacional na aviação civil, uma vez que decisões, comunicação e conduta desses profissionais influenciam diretamente o comportamento da tripulação em situações rotineiras e críticas. Estudos anteriores sobre segurança de voo tendem a enfatizar aspectos técnicos e procedimentais, relegando a um segundo plano a dimensão humana da liderança, especialmente no que se refere à confiança e à vulnerabilidade do líder como fatores capazes de fortalecer, e não fragilizar, o comportamento seguro entre pilotos comerciais. Diante dessa lacuna, o presente artigo tem como objetivo analisar, sob uma perspectiva teórica, a relação entre a liderança humana – pautada em confiança, comunicação aberta e reconhecimento das próprias limitações – e a adoção de comportamentos seguros em contextos operacionais da aviação civil. Para tanto, adotou-se uma abordagem de análise teórica, fundamentada em revisão crítica da literatura especializada em liderança organizacional, psicologia da segurança e fatores humanos na aviação, articulando conceitos consolidados a proposições explicativas sobre a dinâmica entre pilotos comerciais. Os resultados indicam que a vulnerabilidade do líder, quando expressa de forma autêntica, favorece a construção de vínculos de confiança na tripulação, estimulando a comunicação assertiva e a disposição para reportar erros e desvios operacionais. Conclui-se que modelos de liderança centrados na autenticidade e na confiança constituem contribuição relevante para a compreensão teórica da segurança operacional, oferecendo subsídios para programas de treinamento e formação de comandantes voltados ao fortalecimento da cultura de segurança na aviação civil.
Palavras-chave – liderança; comportamento seguro; aviação civil.

Abstract – Leadership exercised by aircraft commanders constitutes a central element for maintaining operational safety in civil aviation, since the decisions, communication, and conduct of these professionals directly influence crew behavior in both routine and critical situations. Previous studies on flight safety tend to emphasize technical and procedural aspects, relegating to a secondary position the human dimension of leadership, particularly with regard to trust and the leader's vulnerability as factors capable of strengthening, rather than weakening, safe behavior among commercial pilots. Given this gap, the present article aims to analyze, from a theoretical perspective, the relationship between human leadership – grounded in trust, open communication, and acknowledgment of one's own limitations – and the adoption of safe behaviors in operational contexts of civil aviation. To this end, a theoretical analysis approach was adopted, based on a critical review of specialized literature on organizational leadership, safety psychology, and human factors in aviation, articulating consolidated concepts with explanatory propositions on the dynamics among commercial pilots. The results indicate that the leader's vulnerability, when expressed authentically, favors the building of trust bonds within the crew, fostering assertive communication and willingness to report operational errors and deviations. It is concluded that leadership models centered on authenticity and trust constitute a relevant contribution to the theoretical understanding of operational safety, providing support for training and development programs for commanders aimed at strengthening the safety culture in civil aviation.
Keywords – leadership; safe behavior; civil aviation.

[21] Professor Doutor da EJ Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, em Itápolis, SP, Brasil.
Contato: welington.santos@ej.edu.br

Introdução

A aviação civil constitui, por excelência, um dos sistemas sociotécnicos de maior complexidade e exigência em confiabilidade operacional, no qual o comportamento humano permanece como variável determinante para a ocorrência ou prevenção de acidentes. Historicamente, a cultura de segurança do setor foi edificada sob o paradigma do comandante como figura de autoridade inquestionável, detentor de competência técnica infalível e responsável exclusivo pela tomada de decisão em cabine. Esse modelo, associado ao arquétipo do "líder herói", pressupõe que a admissão de erro ou de limitação pessoal representa fragilidade incompatível com o exercício do comando. Todavia, transformações recentes no campo dos estudos organizacionais têm evidenciado que tal postura tende a se tornar disfuncional em ambientes de alta complexidade e imprevisibilidade, na medida em que inibe a comunicação aberta de desvios e fragiliza mecanismos essenciais de reporte, tal como argumenta Gentil (2021, p. 169, tradução nossa), para quem "a liderança mais eficaz atualmente […] não se trata de conhecimento técnico e de ter todas as respostas […] trata-se de ser humano, de demonstrar vulnerabilidade".

Essa disfuncionalidade do modelo heroico não é apenas uma inferência teórica derivada da literatura de gestão corporativa: ela encontra sustentação histórica direta na literatura de fatores humanos em aviação. Hawkins (2017) demonstra, ao analisar o desastre de Tenerife – o maior acidente da história da aviação, com 583 vítimas, resultante inteiramente de falhas de fatores humanos –, que a cadeia causal do acidente esteve centrada em falhas de comunicação em cabine e na ausência de assertividade de tripulantes frente a um comandante cuja autoridade não era questionada. Esse episódio tornou-se o marco histórico que evidenciou, para a indústria, a necessidade de rever modelos verticais e infalíveis de comando. Do mesmo modo, o reconhecimento institucional de que a punição inibe o reporte de erros – premissa subjacente à criação, em 1976, do Aviation Safety Reporting System (ASRS) pela *Federal Aviation Administration*/ *National Aeronautics and Space Administration* (FAA/NASA), e posteriormente de programas equivalentes como o *Confidential Human Factors Incident Reporting Programme* (CHIRP) britânico – corrobora, sob base empírico-histórica, a hipótese central deste artigo de que ambientes psicologicamente seguros, decorrentes de uma liderança não punitiva, favorecem a disposição da tripulação para relatar desvios operacionais (Hawkins,

2017).

Delimita-se, assim, o tema deste estudo: a transição paradigmática da liderança na aviação civil, do modelo do líder herói para o modelo do líder humano e incompleto, e seus efeitos sobre o comportamento de segurança de pilotos. O problema de pesquisa que orienta a presente investigação pode ser formulado nos seguintes termos: de que maneira a adoção de uma postura de liderança fundamentada na vulnerabilidade, na autenticidade e na inteligência emocional, em substituição ao paradigma da infalibilidade técnica, influencia o comportamento seguro de pilotos e a consolidação de uma cultura de segurança operacional mais robusta?

A relevância do presente estudo justifica-se, em primeiro lugar, pela centralidade do fator humano nos eventos de segurança aeronáutica, amplamente reconhecida pela literatura especializada em fatores humanos na aviação, e, em segundo lugar, pela emergência de um cenário pós-pandêmico marcado por crescente imprevisibilidade operacional, escassez de mão de obra qualificada e intensificação da pressão sobre comandantes e tripulações. Nesse contexto, compreender como modelos de liderança mais horizontais, distribuídos e emocionalmente competentes podem contribuir para a mitigação de erros humanos apresenta interesse direto para gestores de segurança operacional, instrutores de voo, formuladores de programas de treinamento de tripulações e pesquisadores da área de fatores humanos, públicos que encontrarão neste estudo subsídios teóricos para a revisão de práticas de gestão de cabine e de cultura organizacional de segurança.

No que concerne à justificativa e à identificação da lacuna teórica que fundamenta esta pesquisa, observa-se que a literatura clássica sobre liderança oferece contribuições relevantes, mas dispersas, sobre os atributos do líder contemporâneo. Ancona *et al*. (2007) descrevem o conceito de “líder incompleto”, fundamentando-se na desconstrução do mito do líder heroico, aquele indivíduo impecável e detentor de todas as respostas (Ancona *et al*., 2007); Collins (2001) propõe a liderança de Nível 5, caracterizada pela combinação de humildade pessoal e vontade profissional; George *et al*. (2007) e Goleman (1998, 2013) discutem, respectivamente, autenticidade e inteligência emocional como pilares da liderança eficaz; e Bennis e Thomas (2002) demonstram, por meio da teoria dos “cadinhos”, que experiências transformadoras constituem fonte de habilidades distintivas de liderança.

Não obstante a riqueza desse arcabouço teórico, tais contribuições foram desenvolvidas majoritariamente no âmbito da gestão corporativa geral, sem articulação sistemática com o contexto específico da aviação civil e de sua cultura de segurança.

Essa lacuna é apenas parcialmente preenchida pela literatura especializada em psicologia da aviação. Martinussen e Hunter (2017) dedicam atenção específica à relação entre cultura organizacional, cultura de segurança e liderança, identificando três tipos de liderança e discutindo diretamente a associação entre estilos de liderança e comportamento seguro ("*Leadership and Safety*"). Todavia, essa discussão permanece descritiva e pouco articulada com os construtos de vulnerabilidade, autenticidade e liderança distribuída consolidados na literatura de administração, tampouco dialoga com modelos mais recentes e empiricamente robustos como o de Wu *et al*. (2023).

A pesquisa de Wu *et al*. (2023) representa avanço significativo nesse sentido, ao propor e testar empiricamente um modelo de liderança transformacional específica para a segurança (*Safety-Specific Transformational Leadership* – SSTL), demonstrando sua influência sobre o comportamento seguro de pilotos por meio da mediação da "Paixão Harmoniosa pela Segurança" (*Harmonious Safety Passion* – HSP) e da moderação da identificação organizacional. Entretanto, esse estudo, embora empiricamente robusto, não articula seus achados de maneira explícita com o debate mais amplo sobre a superação do paradigma do líder herói, tampouco dialoga sistematicamente com os conceitos de vulnerabilidade, autenticidade e liderança distribuída consolidados na literatura clássica de administração, nem com o histórico institucional de fatores humanos documentado por Hawkins (2017) e Martinussen e Hunter (2017). Identifica-se, portanto, uma lacuna consistente na ausência de um esforço de integração teórica entre, de um lado, o *corpus* consolidado sobre liderança humana, autêntica e distribuída e, de outro, as evidências específicas – tanto teóricas quanto histórico-institucionais – sobre liderança, fatores humanos e segurança de voo na aviação civil.

Diante dessa lacuna, o presente artigo justifica-se pela necessidade de sistematizar e articular esses campos de conhecimento, oferecendo uma leitura integrativa capaz de qualificar teoricamente os mecanismos pelos quais a transição do líder herói para o líder humano e incompleto opera sobre o comportamento de

segurança na aviação. Assim, este estudo pretende contribuir tanto para o avanço teórico da literatura sobre liderança aplicada a contextos de alta confiabilidade quanto para a orientação prática de programas de formação e capacitação de comandantes, reforçando a hipótese central de que a vulnerabilidade, quando articulada à competência técnica e emocional, constitui fator de fortalecimento, e não de fragilização, da segurança operacional.

1 Da liderança heroica à liderança humana: fundamentos teóricos

A liderança contemporânea, sobretudo em contextos de alta confiabilidade operacional como a aviação civil, vem sendo reconfigurada por um movimento de ruptura com o paradigma tradicional do líder infalível. Gentil (2021) argumenta que o modelo do "líder herói", caracterizado pela crença de que o comandante deve deter todas as respostas e jamais demonstrar fragilidade, tornou-se disfuncional diante da complexidade e da imprevisibilidade que marcam o ambiente pós-pandêmico: "líderes heroicos não são mais o que as empresas precisam. […] Líderes heroicos aparentemente destemidos enfrentam um obstáculo considerável: o próprio medo deles" (Gentil, 2021, p. 169-171, tradução nossa). A autora propõe, em substituição, a "liderança humana", fundamentada na vulnerabilidade e na conexão emocional autêntica com os liderados, o que constitui o núcleo conceitual sobre o qual se assenta a presente investigação: a transição do paradigma heroico para um modelo de liderança humana e distribuída, aplicado ao comportamento de segurança de pilotos.

Essa transição encontra respaldo teórico anterior no conceito de "líder incompleto" formulado por Ancona *et al*. (2007), que já denunciava o esgotamento gerado pela expectativa de perfeição executiva: "É hora de acabar com o mito do líder completo: a pessoa impecável no topo que tem tudo resolvido" (Ancona *et al*., 2007, p. 3, tradução nossa). Segundo os autores, a liderança eficaz deve ser compreendida como um conjunto distribuído de capacidades – *sensemaking*, relacionamento, visão e invenção –, reconhecendo que "a liderança existe ao longo de toda a hierarquia organizacional – onde quer que se encontrem conhecimento especializado, visão, novas ideias e comprometimento" (Ancona *et al*., 2007, p. 7, tradução nossa). Transposto ao contexto aeronáutico, esse pressuposto sustenta teoricamente o *Crew Resource Management* (CRM), na medida em que exige do comandante o

reconhecimento de suas próprias limitações e a mobilização da *expertise* coletiva da tripulação como recurso de segurança, e não como ameaça à sua autoridade.

A compreensão de como líderes desenvolvem a capacidade de admitir fragilidades e transformá-las em fonte de autoridade legítima é iluminada pelo conceito de "cadinhos de liderança" (*crucibles*), proposto por Bennis e Thomas (2002). Os autores identificaram que experiências transformadoras, frequentemente traumáticas, constituem a origem das habilidades distintivas dos grandes líderes: "ficamos surpresos ao descobrir que todos eles […] foram capazes de apontar experiências intensas, muitas vezes traumáticas, sempre não planejadas, que os transformaram e se tornaram as fontes de suas habilidades distintivas de liderança" (Bennis; Thomas, 2002, p. 51, tradução nossa). Complementarmente, os autores destacam que "um dos indicadores e preditores mais confiáveis da verdadeira liderança é a capacidade do indivíduo de encontrar significado em eventos negativos e de aprender até mesmo com as circunstâncias mais difíceis" (Bennis; Thomas, 2002, p. 51, tradução nossa). No universo da aviação, tal constructo permite compreender como incidentes, falhas e quase acidentes podem ser ressignificados pelos pilotos como experiências formativas de resiliência e de aprimoramento da cultura de segurança, em vez de serem ocultados por temor de exposição da própria vulnerabilidade.

A articulação entre humildade pessoal e determinação profissional, central à proposta de liderança humana, encontra fundamento clássico na tipologia da "liderança de Nível 5" formulada por Collins (2001). O autor demonstrou que, contrariamente à crença difundida de que transformações organizacionais bem-sucedidas dependem de personalidades carismáticas e egocêntricas, "em mais de dois terços das empresas de comparação, notamos a presença de um ego gigantesco" que, paradoxalmente, comprometia a sustentabilidade dos resultados (Collins, 2001, p. 68-94, tradução nossa). O líder de Nível 5 é descrito como aquele que apresenta "extrema humildade pessoal combinada com intensa vontade profissional" (Collins, 2001, p. 72, tradução nossa). Para a segurança operacional na aviação, esse construto é decisivo: o comandante eficaz deve manter padrões inegociáveis de conformidade com procedimentos de segurança – vontade profissional inabalável – ao mesmo tempo em que reconhece publicamente falhas e evita atribuir erros exclusivamente a fatores externos, postura que favorece o reporte espontâneo de desvios pela tripulação.

Essa dimensão prática da liderança é complementada pela perspectiva de Drucker (2004), que deslocou o debate sobre eficácia da liderança do domínio do talento inato para o campo da disciplina comportamental: “Preocupado por não ser um líder nato? […] Não precisa: liderança não tem a ver com personalidade ou talento” (Drucker, 2004, p. 124, tradução nossa). O autor identificou oito práticas replicáveis por qualquer líder eficaz, entre as quais se destacam a assunção de responsabilidade pelas decisões e o uso da primeira pessoa do plural em vez do singular: “Eles assumiram a responsabilidade pelas decisões. […] Eles pensavam e diziam ‘nós’ em vez de ‘eu’” (Drucker, 2004, p. 131, tradução nossa). Tais práticas dialogam diretamente com a cultura de segurança na aviação, na qual a responsabilização compartilhada e a linguagem coletiva no *cockpit* constituem indicadores comportamentais de uma liderança orientada à mitigação de riscos.

A legitimidade da liderança humana depende, ainda, da coerência entre discurso e conduta, conforme apontam George *et al*. (2007) em sua teoria da liderança autêntica. Os autores partem da constatação de que “as pessoas desenvolveram uma profunda desconfiança em relação aos líderes” (George *et al*., 2007, p. 178, tradução nossa), problema que se agrava quando o líder tenta reproduzir estilos alheios: “Ninguém pode ser autêntico tentando imitar outra pessoa” (George *et al*., 2007, p. 179, tradução nossa). A liderança autêntica, segundo os autores, emerge da história de vida do indivíduo e se manifesta quando este “demonstra paixão por seu propósito, pratica seus valores de forma consistente e lidera tanto com o coração quanto com a mente” (George *et al*., 2007, p. 178, tradução nossa). Na aviação, a autenticidade do comandante – o alinhamento entre seus valores pessoais de segurança e sua conduta profissional cotidiana – constitui condição de confiança para que a tripulação se sinta segura ao comunicar erros e preocupações, elemento estruturante da SSTL.

A distinção conceitual entre gestão e liderança, formulada por Kotter (1990), oferece sustentação adicional à diferenciação entre controle técnico e inspiração transformadora no ambiente aeronáutico. O autor constata que “a maioria das corporações americanas hoje é superadministrada e subliderada” (Kotter, 1990, p. 313, tradução nossa), estabelecendo que “gestão consiste em lidar com a complexidade […] liderança, por outro lado, consiste em lidar com a mudança” (Kotter, 1990, p. 319, tradução nossa), de modo que “gestores promovem estabilidade, enquanto líderes pressionam por mudança” (Kotter, 1990, p. 316, tradução nossa).

Essa dicotomia é particularmente relevante para compreender por que o gerenciamento de segurança baseado exclusivamente em vigilância, auditoria de dados de voo (*Quick Access Recorder* – QAR) e mecanismos punitivos revela-se insuficiente: a mudança cultural exigida pela liderança humana demanda uma dimensão inspiradora que transcende o controle técnico-normativo.

Essa mudança cultural, por sua vez, frequentemente configura-se como um desafio adaptativo, na acepção proposta por Heifetz e Laurie (1997). Os autores alertam que "muitos esforços […] fracassam porque os gestores não conseguem compreender as exigências do trabalho adaptativo", cometendo "o erro clássico de tratar desafios adaptativos como problemas técnicos que podem ser resolvidos por executivos seniores de mentalidade rígida" (Heifetz; Laurie, 1997, p. 303, tradução nossa). Como alternativa, defendem que "as soluções para desafios adaptativos não residem na cúpula executiva, mas na inteligência coletiva dos funcionários de todos os níveis, que precisam se utilizar mutuamente como recursos" (Heifetz; Laurie, 1997, p. 264, tradução nossa). Aplicado à aviação, esse pressuposto sugere que a superação do erro humano recorrente em acidentes aéreos não se resolve por meio de soluções técnicas impostas verticalmente, mas exige que o comandante devolva à tripulação a responsabilidade compartilhada pela identificação e resolução dos riscos operacionais, protegendo, inclusive, "vozes de liderança que vêm de baixo" (Heifetz; Laurie, 1997, p. 264, tradução nossa).

A capacidade do líder de direcionar sua atenção de forma equilibrada é examinada por Goleman (2013), que identifica na atenção a base neurológica das competências emocionais, organizacionais e estratégicas da liderança. O autor sustenta que, em uma era de sobrecarga informacional – "uma abundância de informação cria uma pobreza de atenção", segundo Herbert Simon, citado por Goleman (2013, p. 256, tradução nossa) –, o líder eficaz deve cultivar uma tríade de foco: em si mesmo, nos outros e no mundo mais amplo, pois "a falha em focar internamente deixa você sem direção, a falha em focar nos outros o torna alheio, e a falha em focar externamente pode fazer com que seja pego de surpresa" (Goleman, 2013, p. 244, tradução nossa). Esse modelo triádico é diretamente transponível à consciência situacional exigida de pilotos: a autorregulação emocional sob estresse, a leitura empática dos estados internos da tripulação e a vigilância permanente às

ameaças externas ao voo constituem, respectivamente, expressões operacionais das três dimensões da atenção descritas pelo autor.

A dimensão emocional da liderança, sugerida por Goleman (2013), é aprofundada em trabalho anterior do mesmo autor, no qual a inteligência emocional é apresentada como condição indispensável, e não meramente complementar, à eficácia da liderança: “A inteligência emocional é a condição *sine qua non* da liderança. Sem ela, uma pessoa pode ter o melhor treinamento do mundo, uma mente incisiva e analítica […] mas ainda assim não será um grande líder” (Goleman, 1998, p. 420, tradução nossa). O autor demonstra que pessoas tecnicamente brilhantes frequentemente fracassam quando promovidas a posições de comando, por lhes faltar competências emocionais, e conclui que a inteligência emocional se relaciona de modo direto e mensurável ao “desempenho eficaz, especialmente em líderes” (Goleman, 1998, p. 422-423, tradução nossa). No contexto da aviação, tal competência revela-se determinante para que o comandante gerencie o próprio estresse em situações críticas e, simultaneamente, module positivamente o comportamento seguro da tripulação, sustentando a plausibilidade teórica da relação entre liderança transformadora e passivos emocionais como a HSP.

A conciliação entre proximidade humana e exigência de padrões rigorosos é tematizada por Goffee e Jones (2000) por meio do conceito de “empatia firme” (*tough empathy*). Os autores observam que, em tempos de maior empoderamento dos subordinados, “você não pode fazer nada nos negócios sem seguidores, e seguidores nestes tempos ‘empoderados’ são difíceis de encontrar” (Goffee; Jones, 2000, p. 375, tradução nossa), e identificam que líderes inspiradores “gerenciam funcionários com algo que chamamos de empatia firme. Líderes inspiradores demonstram empatia apaixonada – e realista – pelas pessoas, e se importam intensamente com o trabalho que os funcionários realizam” (Goffee; Jones, 2000, p. 376, tradução nossa). Essa qualidade permite ao comandante de aeronave equilibrar o cuidado genuíno com o bem-estar psicológico do piloto e a cobrança inflexível de conformidade com protocolos de segurança, evidenciando que vulnerabilidade e rigor normativo não são atributos antagônicos, mas complementares, na liderança humana aplicada à aviação.

Complementarmente, a robustez metodológica exigida na análise de dados de segurança operacional é sustentada pela advertência de Luca (2021) quanto à necessidade de distinguir correlação de causalidade nas decisões corporativas:

"muitos líderes empresariais, funcionários eleitos e veículos de mídia ainda fazem afirmações causais baseadas em correlações enganosas. Essas afirmações são, com muita frequência, não examinadas, amplificadas e erroneamente utilizadas para orientar decisões" (Luca, 2021, p. 370, tradução nossa). O autor recomenda a valorização de experimentos controlados como caminho para decisões mais confiáveis, pois "devemos aprender a analisar dados e avaliar afirmações causais – uma habilidade cada vez mais importante para líderes empresariais e governamentais" (Luca, 2021, p. 369, tradução nossa), ressaltando ainda que "é fácil focar nos dados que estão diante de você, mesmo quando os dados mais importantes estão ausentes. Isso pode levar a erros e desastres evitáveis" (Luca, 2021, p. 370, tradução nossa). Transposto ao Safety Management System das companhias aéreas, esse alerta reforça a exigência de rigor estatístico na interpretação de indicadores de segurança, evitando que intervenções gerenciais se baseiem em associações espúrias entre variáveis.

A integração desses referenciais teóricos converge, por fim, para o modelo empírico proposto por Wu *et al*. (2023), que investigam os mecanismos psicológicos subjacentes à SSTL no comportamento de pilotos de companhias aéreas chinesas. Os autores definem a SSTL como um construto que "incorpora elementos básicos da liderança transformacional (por exemplo, influência idealizada, motivação inspiradora, estimulação intelectual e consideração individualizada) […] mas enfatiza os resultados relacionados à segurança ocupacional" (Wu *et al*., 2023, p. 482, tradução nossa). O estudo demonstra que essa forma de liderança exerce efeito direto sobre o comportamento seguro dos pilotos e efeito indireto mediado pela HSP, definida como "a autointernalização autônoma, por parte dos subordinados, de comportamentos, iniciativas e práticas relacionados à segurança, que se harmonizam bem com suas identidades pessoais" (Wu *et al*., 2023, p. 487, tradução nossa). Adicionalmente, a Identificação Organizacional atua como moderadora dessa relação, entendida como "o sentimento de unidade com as metas, objetivos e valores da organização" (Wu *et al*., 2023, p. 481, tradução nossa).

Esse conjunto de mecanismos psicológicos dialoga diretamente com a perspectiva de Martinussen e Hunter (2017), para quem a cultura de segurança não é um atributo estático da organização, mas um processo em desenvolvimento contínuo, fortemente influenciado pelo estilo de liderança exercido em níveis operacionais. Os

autores identificam que determinados tipos de liderança favorecem mais consistentemente a internalização de comportamentos seguros do que outros, corroborando, de uma perspectiva da psicologia da aviação, o mecanismo de HSP descrito por Wu *et al*. (2023): a segurança comportamental do piloto não deriva apenas de normas impostas externamente, mas da qualidade da relação de liderança vivenciada cotidianamente em cabine.

A convergência entre o modelo de Wu *et al*. (2023), o *corpus* teórico da liderança humana e distribuída e a literatura de fatores humanos e psicologia da aviação sustenta a hipótese central desta investigação: a transição do paradigma do líder herói para o líder humano e incompleto – fundamentada na vulnerabilidade (Gentil, 2021), na distribuição de competências (Ancona *et al*., 2007), na autenticidade (George *et al*., 2007), na inteligência emocional (Goleman, 1998, 2013), na empatia firme (Goffee; Jones, 2000) e amparada pelo histórico institucional de fatores humanos documentado por Hawkins (2017) e pela literatura de cultura de segurança de Martinussen e Hunter (2017) – constitui a base comportamental necessária para que os elementos constitutivos da SSTL (influência idealizada, motivação inspiradora, estimulação intelectual e consideração individualizada) sejam efetivamente internalizados pelos pilotos como HSP, potencializando, assim, a eficácia da liderança transformadora sobre o comportamento seguro na aviação comercial.

2 Metodologia

A presente pesquisa adota o método indutivo como fundamento lógico de sua construção, partindo da análise detalhada de dados específicos até a formulação de inferências teóricas de caráter mais abrangente. Esse processo investigativo estrutura-se na coleta e organização minuciosa de informações acerca do objeto de estudo, as quais, uma vez sistematicamente analisadas, dão origem a temas centrais posteriormente agrupados em padrões interpretativos. Tais padrões são então confrontados com a literatura existente, permitindo que a teoria aplicada seja enriquecida e testada à luz das evidências levantadas (Creswell, 2010, p. 92). Dessa forma, privilegia-se a extração de significados e inferências a partir do exame criterioso dos dados, assegurando que o conhecimento gerado esteja ancorado em observações concretas e alinhado ao referencial teórico pertinente.

Quanto à sua classificação, o presente estudo enquadra-se na categoria das pesquisas descritivas, uma vez que se propõe a expor as características do objeto investigado – a transição do paradigma do líder herói para o líder humano na aviação civil e seus efeitos sobre o comportamento de segurança de pilotos –, buscando ainda estabelecer possíveis correlações entre as variáveis examinadas que possam contribuir para a definição de sua natureza. Vergara (2005) ressalta que a pesquisa descritiva não tem como propósito central a explicação causal dos fenômenos, mas sua abordagem detalhada pode servir de base para futuras interpretações e análises explicativas. Assim, ao descrever minuciosamente os elementos que compõem o fenômeno estudado, o presente trabalho busca fornecer um panorama abrangente que auxilie no aprofundamento do conhecimento sobre o tema em questão.

No que se refere à sua natureza, esta investigação insere-se no campo da pesquisa aplicada, conforme a categorização proposta por Thiollent (1986), caracterizando-se pelo direcionamento do estudo à solução de um problema concreto – a compreensão dos mecanismos pelos quais a liderança humana e vulnerável influencia o comportamento seguro de pilotos –, com vistas à proposição de inovações passíveis de aplicação imediata em programas de treinamento e gestão de recursos de cabine. Segundo Roesch (1999), a pesquisa aplicada distingue-se pela articulação entre um problema prático e o embasamento teórico específico de uma disciplina, favorecendo a construção de soluções alternativas e contribuindo para a resolução de desafios reais enfrentados no contexto estudado.

Complementarmente, a abordagem qualitativa norteia a condução desta pesquisa, na medida em que se dedica à análise aprofundada da unidade de estudo, considerando suas especificidades e complexidades. Creswell (2010, p. 208-210) destaca que a pesquisa qualitativa privilegia a intencionalidade da amostragem, permitindo que os fenômenos sejam examinados em sua totalidade e em seu contexto particular. Essa perspectiva se justifica, sobretudo, pela necessidade de captar e interpretar as características intrínsecas ao objeto investigado, as quais, muitas vezes, não se encontram claramente delimitadas nem no plano conceitual, nem em sua manifestação empírica (Roesch, 1999). Dessa forma, a escolha pela abordagem qualitativa sustenta-se na premissa de que a compreensão aprofundada do fenômeno estudado demanda um olhar atento às suas singularidades e à maneira como ele se configura dentro do contexto analisado.

Para a escolha do objeto de estudo desta pesquisa, houve sua delimitação a partir da constatação de uma lacuna teórica específica: a ausência de articulação sistemática entre o *corpus* consolidado sobre liderança humana, autêntica e distribuída, de um lado, e as evidências empíricas sobre liderança e segurança de voo na aviação civil, de outro. A seleção do modelo de SSTL, tal como testado por Wu *et al*. (2023), justifica-se por sua robustez empírica e por sua adequação temática ao problema de pesquisa proposto, constituindo-se em referência central em torno da qual se organizam os demais constructos teóricos examinados. A intencionalidade dessa escolha, portanto, decorre diretamente da necessidade de dialogar com um modelo empiricamente validado que permitisse a articulação criteriosa entre os conceitos clássicos de liderança e o contexto específico da aviação civil.

O procedimento de coleta de dados empregado compreende o levantamento de fontes secundárias, abrangendo ampla revisão bibliográfica sobre o tema em estudo, conforme indicado por Mattar (2000). Tal abordagem visa minimizar o risco de redundância na pesquisa, garantindo que o estudo se construa sobre bases já consolidadas e que os esforços sejam direcionados à ampliação do conhecimento existente. O levantamento bibliográfico envolve a análise de artigos científicos publicados em periódicos especializados (Mattar, 2000), selecionados com base em sua relevância temática e em sua contribuição teórica para a compreensão da liderança aplicada a contextos de alta confiabilidade operacional. Dessa maneira, busca-se garantir a fundamentação teórica do estudo por meio de um amplo espectro de referências, que possibilitem uma visão abrangente e crítica sobre o tema.

Por fim, a estratégia analítica adotada na interpretação das evidências segue o princípio das proposições teóricas, conforme sugerido por Yin (2001). Nesse sentido, a revisão da literatura desempenha papel fundamental na assimilação do referencial teórico, permitindo que os dados coletados sejam interpretados à luz dos conceitos e modelos previamente estabelecidos. Essa abordagem possibilita não apenas a sistematização das informações obtidas, mas também a elaboração de um arcabouço conceitual sólido, capaz de subsidiar as discussões e interpretações apresentadas ao longo do estudo, assegurando a hierarquização dos resultados conforme sua proximidade explicativa em relação ao objetivo proposto.

3 Resultados e Discussão

A análise sistematizada do *corpus* bibliográfico, conduzida sob a estratégia das proposições teóricas sugerida por Yin (2001), permitiu a identificação de três núcleos de resultados hierarquicamente organizados conforme seu poder explicativo em relação ao objetivo proposto: analisar o impacto da transição do paradigma do "líder herói" para o "líder humano" no comportamento de segurança de pilotos. A ordenação dos achados obedeceu ao critério de proximidade entre os constructos examinados e o mecanismo empírico central identificado por Wu *et al*. (2023), de modo a evitar a apresentação de resultados vagos ou desconectados do fenômeno investigado.

Primeiramente, o achado de maior robustez explicativa refere-se à constatação, evidenciada por Wu *et al*. (2023, p. 481, tradução nossa), de que a SSTL exerce impacto positivo direto sobre o comportamento de segurança dos pilotos, por meio de seus quatro elementos constitutivos: influência idealizada, motivação inspiradora, estimulação intelectual e consideração individualizada. Esse resultado dialoga de maneira consistente com a ruptura do paradigma heroico descrita por Gentil (2021), segundo a qual a era do líder herói solitário e autossuficiente deu lugar à era do líder humano, que navega pela incerteza através da conexão, da escuta ativa e da coragem de ser imperfeito (Gentil, 2021). A convergência entre os dois achados sugere que a consideração individualizada – dimensão da SSTL voltada à atenção personalizada às necessidades do subordinado – somente se torna eficaz quando o comandante abandona a postura de infalibilidade técnica, criando um ambiente psicologicamente seguro para que a tripulação relate desvios operacionais sem temor de repreensão. Esse é, portanto, o resultado de maior hierarquia interpretativa: a liderança humana não substitui a competência técnica, mas remove a barreira defensiva que impede sua conversão em comportamento seguro efetivo.

Depois, há o mecanismo de mediação identificado por Wu *et al*. (2023), segundo o qual a SSTL não atua apenas de forma direta, mas também indireta, ao despertar nos pilotos a HSP, ou seja, a internalização autônoma de comportamentos, iniciativas e práticas relacionadas à segurança na identidade dos subordinados (Wu *et al*., 2023). Esse achado adquire maior densidade interpretativa quando confrontado com a teoria da liderança autêntica de George *et al*. (2007), a qual se fundamenta na premissa de que a liderança eficaz não emana da imitação de estilos alheios ou de traços de personalidade universais, mas sim da história de vida e da capacidade do indivíduo de dar significado às suas experiências (George *et al*., 2007, p. 178, tradução

nossa). A discussão que emerge dessa comparação indica que a internalização identitária da segurança pelo piloto – núcleo do conceito de HSP – depende da percepção de coerência entre discurso e conduta do comandante, o que reforça a centralidade da autenticidade como pré-condição psicológica para a mediação observada. Adicionalmente, os achados de Goleman (1998, 2013) sobre inteligência emocional e a tríade do foco corroboram esse resultado: a capacidade do comandante de regular emoções e de direcionar atenção equilibrada a si mesmo, à tripulação e ao ambiente externo constitui o substrato comportamental que viabiliza a transmissão da paixão pela segurança, uma vez que, sem essa competência, "ele ainda assim não será um grande líder" (Goleman, 1998, p. 420, tradução nossa).

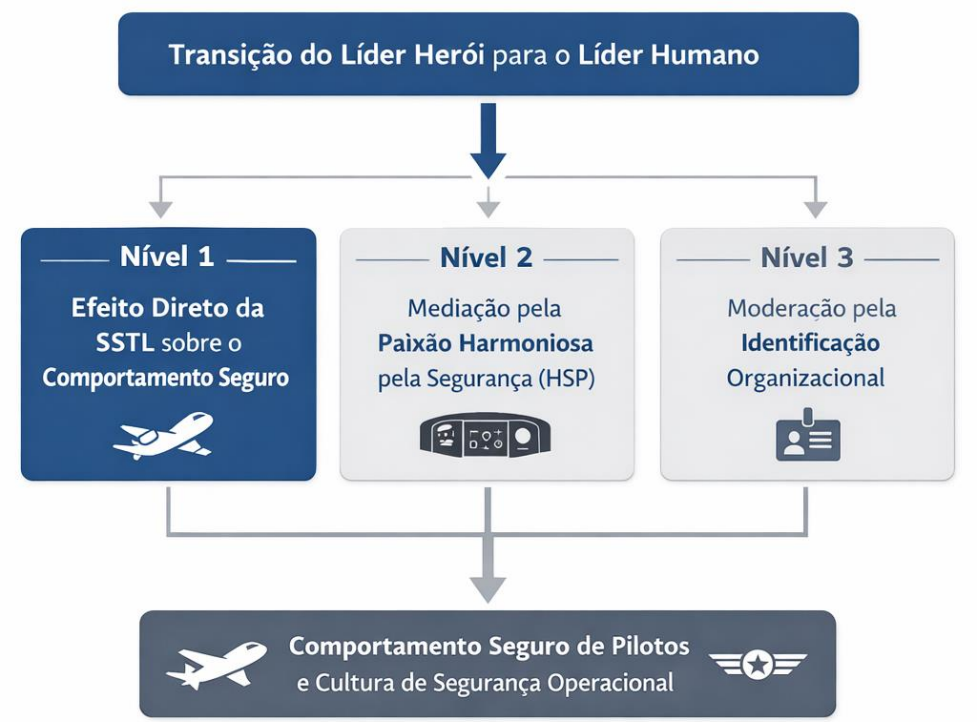
Essa mesma internalização identitária da segurança encontra respaldo complementar na discussão institucional de Hawkins (2017) sobre sistemas confidenciais de reporte. A criação do ASRS, em 1976, partiu do reconhecimento oficial de que é irrealista esperar obter informações significativas e adequadas para a análise do comportamento humano e das falhas de desempenho humano, ao mesmo tempo em que se mantém a ameaça de ação punitiva contra a pessoa que faz o relato (Hawkins, 2017). Essa mudança de postura institucional – de um modelo punitivo para um modelo de confiança – reproduz, em nível organizacional, exatamente o mecanismo psicológico de mediação descrito por Wu *et al*. (2023): apenas em ambientes onde a vulnerabilidade e o erro podem ser expressos sem temor de repreensão a segurança se converte de norma externa em valor internalizado (HSP). O caso do acidente de Tenerife, analisado por Hawkins (2017) como decorrente primariamente de falhas de comunicação e de assertividade da tripulação frente à autoridade do comandante, ilustra de forma histórica e negativa a ausência desse mecanismo: a inexistência de uma liderança humana e acessível impediu que desvios fossem comunicados a tempo. Dessa forma, este segundo bloco de resultados demonstra que o mecanismo mediador da HSP não opera isoladamente, mas depende de um repertório emocional, identitário e institucional previamente descrito tanto pela literatura clássica de liderança quanto pela literatura de fatores humanos em aviação, o que confere maior sofisticação explicativa ao modelo original de Wu *et al*. (2023) quando lido à luz do referencial teórico aqui reunido.

Em seguida, tem-se o papel moderador da Identificação Organizacional, descrita por Wu *et al*. (2023, p. 481, tradução nossa) como o grau de sobreposição

entre a identidade individual do colaborador e a identidade da organização, manifestando-se como um sentimento de “unidade” com os objetivos e valores da empresa, que intensifica o efeito da SSTL sobre o comportamento seguro quando elevada. Esse achado, embora relevante, apresenta menor força explicativa direta em relação à análise do impacto da transição do paradigma do “líder herói” para o “líder humano no comportamento de segurança de pilotos, na medida em que se refere a uma condição de contorno organizacional, e não a um atributo comportamental do líder propriamente dito. Ainda assim, sua discussão à luz de Ancona *et al*. (2007) e de Heifetz e Laurie (1997) revela-se produtiva: a liderança distribuída, que reconhece a necessidade de abandonar a fachada de autossuficiência e buscar o equilíbrio através da inteligência coletiva da organização (Ancona *et al*., 2007), e o trabalho adaptativo, que devolve a responsabilidade pela resolução de desafios à “inteligência coletiva dos funcionários de todos os níveis” (Heifetz; Laurie, 1997, p. 264, tradução nossa), fornecem explicação complementar para o fortalecimento do vínculo entre piloto e organização. Isso porque a identificação organizacional tende a se intensificar quando o piloto percebe que sua *expertise* é efetivamente incorporada aos processos decisórios de segurança, e não meramente subordinada a diretrizes hierárquicas verticais.

Sendo assim, a leitura conjunta dos três níveis de resultados permite inferir que a transição do líder herói para o líder humano opera como condição antecedente e transversal aos três mecanismos da SSTL identificados por Wu *et al*. (2023), e não como um construto paralelo e isolado, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo hierárquico da transição do líder herói para o líder humano e seus efeitos sobre a SSTL



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Wu *et al*. (2023), Ancona *et al*. (2007), Gentil (2021), George *et al*. (2007), Goleman (1998, 2013), Hawkins (2017), Heifetz e Laurie (1997) e Martinussen e Hunter (2017).

Em ordem de relevância, verifica-se que: (i) o efeito direto da SSTL sobre o comportamento seguro é o resultado de maior evidência e centralidade teórica, sendo diretamente reforçado pelo abandono da fachada de infalibilidade descrita por Gentil (2021); (ii) o mecanismo mediador da HSP constitui o segundo achado em ordem de relevância, pois depende criticamente da autenticidade (George *et al*., 2007) e da competência emocional (Goleman, 1998, 2013) do comandante para se efetivar; e (iii) a moderação pela identificação organizacional representa o resultado de menor incidência direta sobre o comportamento individual do piloto, mas que se beneficia teoricamente da liderança distribuída (Ancona *et al*., 2007) e do trabalho adaptativo (Heifetz; Laurie, 1997) como explicações complementares de natureza contextual.

Cabe ainda destacar, como resultado transversal aos três níveis, a constatação de que a mudança de paradigma de liderança não dispensa o rigor técnico-normativo da gestão de segurança, tal como alertado por Kotter (1990) ao diferenciar liderança de gestão, nem tampouco elimina a necessidade de rigor analítico na interpretação de indicadores operacionais, conforme adverte Luca (2021) sobre os riscos de decisões pautadas em correlações espúrias. A convergência entre esses achados sugere que

a eficácia da SSTL na aviação civil resulta da articulação equilibrada entre exigência normativa inegociável e abertura humana à vulnerabilidade – precisamente a "empatia firme" descrita por Goffee e Jones (2000, p. 376, tradução nossa).

Considerações finais

A análise integrativa entre a literatura clássica sobre liderança humana, autêntica e distribuída e as evidências empíricas de Wu *et al*. (2023) permitiu demonstrar que a transição do paradigma do líder herói para o líder humano e incompleto exerce influência direta e significativa sobre o comportamento seguro de pilotos, mediada pela internalização autônoma de valores de segurança e moderada pela identificação organizacional.

A pesquisa serviu, portanto, para preencher a lacuna teórica identificada quanto à ausência de articulação sistemática entre esses dois campos de conhecimento, oferecendo subsídios conceituais para compreender os mecanismos psicológicos e organizacionais subjacentes à eficácia da liderança na aviação civil.

Como principal implicação, evidencia-se que a vulnerabilidade e a autenticidade do comandante, longe de comprometerem a autoridade técnica, constituem-se em fatores potencializadores da confiança, da comunicação aberta e do reporte de desvios, elementos essenciais às operações de alta confiabilidade.

Como contribuição, este artigo oferece embasamento teórico para a reformulação de programas de treinamento de tripulações e de gestão de recursos de cabine, recomendando-se, para pesquisas futuras, a realização de estudos empíricos longitudinais que testem, no contexto brasileiro, a relação aqui proposta entre vulnerabilidade da liderança e comportamento seguro.

Referências

ANCONA, Deborah; MALONE, Thomas W.; ORLIKOWSKI, Wanda J.; SENGE, Peter M. In Praise of the Incomplete Leader. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 85, n. 2, p. 92-100, 2007. Disponível em: https://hbr.org/2007/02/in-praise-of-the-incomplete-leader. Acesso em: 12 jul. 2026.

BENNIS, Warren G.; THOMAS, Robert J. Crucibles of Leadership. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 80, n. 9, p. 39-45, 2002. Disponível em: https://hbr.org/2002/09/crucibles-of-leadership. Acesso em: 12 jul. 2026.

COLLINS, Jim. Level 5 Leadership: The Triumph of Humility and Fierce Resolve. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 79, n. 1, p. 66-76, 2001. Disponível em:

https://hbr.org/2005/07/level-5-leadership-the-triumph-of-humility-and-fierce-resolve. Acesso em: 12 jul. 2026.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DRUCKER, Peter F. What Makes an Effective Executive. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 82, n. 6, p. 58-63, 2004. Disponível em: https://hbr.org/2004/06/what-makes-an-effective-executive. Acesso em: 12 jul. 2026.

GENTIL, Hortense le. Leaders, Stop Trying to Be Heroes. **Harvard Business Review**, [s. l.], 25 out. 2021. Disponível em: https://hbr.org/2021/10/leaders-stop-trying-to-be-heroes. Acesso em: 6 jul. 2026.

GEORGE, Bill; SIMS, Peter; MCLEAN, Andrew N.; MAYER, Diana. Discovering Your Authentic Leadership. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 85, n. 2, p. 129-138, 2007. Disponível em: https://hbr.org/2007/02/discovering-your-authentic-leadership. Acesso em: 12 jul. 2026.

GOFFEE, Robert; JONES, Gareth. Why Should Anyone Be Led by You? **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 78, n. 5, p. 62-70, 2000. Disponível em: https://hbr.org/2000/09/why-should-anyone-be-led-by-you. Acesso em: 12 jul. 2026.

GOLEMAN, Daniel. The Focused Leader. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 91, n. 12, p. 50-60, 2013. Disponível em: https://hbr.org/2013/12/the-focused-leader. Acesso em: 12 jul. 2026.

GOLEMAN, Daniel. What Makes a Leader? **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 76, n. 6, p. 93-102, 1998. Disponível em: https://hbr.org/2004/01/what-makes-a-leader. Acesso em: 12 jul. 2026.

HAWKINS, Frank H. **Human Factors in Flight**. 2. ed. Edited by Harry W. Orlady. Abingdon: Routledge, 2017.

HEIFETZ, Ronald A.; LAURIE, Donald L. The Work of Leadership. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 75, n. 1, p. 124-134, 1997. Disponível em: https://hbr.org/2001/12/the-work-of-leadership. Acesso em: 12 jul. 2026.

KOTTER, John P. What Leaders Really Do. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 68, n. 3, p. 103-111, 1990. Disponível em: https://hbr.org/2001/12/what-leaders-really-do. Acesso em: 12 jul. 2026.

LUCA, Michael. Leaders: Stop Confusing Correlation with Causation. **Harvard Business Review**, [s. l.], 5 nov. 2021. Disponível em: https://hbr.org/2021/11/leaders-stop-confusing-correlation-with-causation. Acesso em: 6 jul. 2026.

MARTINUSSEN, Monica; HUNTER, David R. **Aviation Psychology and Human Factors**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**: metodologia, planejamento, execução e análise. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**.

São Paulo: Atlas, 1999.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.
VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

WU, Yaoliang *et al*. The influence of safety-specific transformational leadership on safety behavior among Chinese airline pilots: The role of harmonious safety passion and organizational identification. **Safety Science**, [s. l.], v. 166, n. 106254, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753523001960. Acesso em: 12 jul. 2026.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026, p. 54-70.
*DOI: https://doi.org/10.63656/5z18jw08. ISSN **3085-7678 (online)***

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AVIAÇÃO: realidade e previsões

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AVIATION: reality and forecasts

Henrique Augusto Calça[22]

Resumo – A inteligência artificial (IA) já está presente na aviação civil, sobretudo na manutenção de aeronaves, em sistemas de apoio aos pilotos e em pesquisas voltadas ao controle de tráfego aéreo. Este artigo examina em que ponto se encontra esse uso e quais desdobramentos são plausíveis nos próximos anos, distinguindo o que já opera de fato daquilo que ainda está no campo das previsões. A pesquisa é qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em levantamento bibliográfico e documental em publicações da Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação (EASA), da Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (FAA) e da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), de fabricantes e de centros de pesquisa. Os resultados indicam ganhos concretos na manutenção preditiva e na segurança operacional. No Brasil, a ANAC aprovou em 2025 uma condição especial para a certificação de um sistema de alerta da Embraer que emprega redes neurais. As aplicações certificadas, porém, continuam restritas a funções de apoio ao ser humano; a autonomia plena ainda depende de avanços em certificação, confiança dos usuários, segurança de dados e aceitação pública. Conclui-se que a adoção da IA na aviação tende a ser gradual e condicionada à demonstração de que os níveis atuais de segurança serão mantidos ou superados.
Palavras-chave – Inteligência artificial; aviação civil; aprendizado de máquina; segurança de voo; automação.

Abstract – Artificial intelligence (AI) is already present in civil aviation, especially in aircraft maintenance, pilot support systems and air traffic control research. This article examines the current state of this use and the developments that are plausible in the coming years, distinguishing what is already in operation from what remains a forecast. The research is qualitative, exploratory and descriptive, based on a bibliographic and documentary review of publications by the European Union Aviation Safety Agency (EASA), the United States Federal Aviation Administration (FAA) and the Brazilian National Civil Aviation Agency (ANAC), as well as manufacturers and research centers. The results point to concrete gains in predictive maintenance and operational safety. In Brazil, ANAC approved in 2025 a special condition for the certification of an Embraer alerting system that uses neural networks. Certified applications, however, remain limited to human support functions; full autonomy still depends on progress in certification, user trust, data security and public acceptance. The study concludes that the adoption of AI in aviation is likely to be gradual and conditioned on demonstrating that current safety levels will be maintained or improved.
Keywords – Artificial intelligence; civil aviation; machine learning; flight safety; automation.

Introdução

A automação não é novidade na aviação. Piloto automático, computador de gerenciamento de voo e sistema anticolisão entraram nas cabines sob desconfiança e, com o tempo, passaram a fazer parte da rotina das tripulações. A Inteligência Artificial (IA) é o capítulo mais recente dessa trajetória, mas difere do que veio antes em um aspecto essencial.

[22] Graduado em Administração (FACITA – Itápolis/SP); especialista em Marketing Digital (Faculdade Metropolitana, Ribeirão Preto/SP); docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil – EJ, Itápolis/SP. Contato: henriquecalca@icloud.com.

Os sistemas automáticos tradicionais obedecem a regras escritas por engenheiros; quando algo sai errado, é possível abrir o código e localizar a instrução responsável. Na IA baseada em aprendizado de máquina, o sistema é treinado com exemplos e passa a reconhecer padrões que ninguém programou de forma explícita. Isso permite automatizar tarefas antes fora de alcance, como identificar uma pista de pouso a partir de imagens de câmera, mas torna muito mais difícil demonstrar que o sistema se comportará corretamente em todas as situações. Na aviação, essa demonstração é obrigatória.

Por muito tempo, o assunto ficou restrito a laboratórios e a apresentações em feiras do setor. O quadro atual é outro. Já existem sistemas com IA certificados e em operação, companhias aéreas usam análise de dados para antecipar falhas e as principais autoridades de aviação, como a Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação (EASA) e a Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (*Federal Aviation Administration* – FAA), publicaram documentos específicos sobre o tema (EASA, 2023; FAA, 2024). No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) lançou sua política de IA em 2025 e, no fim daquele ano, aprovou uma condição especial para certificar um sistema da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer) que utiliza redes neurais (ANAC, 2025a, 2025b).

Apesar disso, o debate público ainda oscila entre extremos. Há quem anuncie aviões comerciais sem piloto para daqui a poucos anos e há quem considere qualquer uso de IA incompatível com a segurança de voo. Nenhuma das duas posições descreve bem o que vem acontecendo no setor.

A pergunta que orienta este artigo é: em que estágio, considerando a classificação de níveis da EASA, se encontra o uso da IA na aviação civil, e quais desdobramentos são plausíveis no curto, médio e longo prazo? O objetivo é descrever as principais aplicações em uso, apresentar como as autoridades, inclusive a brasileira, vêm tratando o assunto e discutir as tendências mais prováveis, distinguindo o que já opera de fato do que ainda é previsão.

O tema tem interesse direto para quem trabalha no setor, já que pilotos, mecânicos e controladores vão lidar cada vez mais com esse tipo de tecnologia. Há também a questão da formação: a Boeing (2025) estima que serão necessários 660 mil novos pilotos e 710 mil novos técnicos de manutenção no mundo até 2044, e dificilmente se formará esse contingente sem o apoio de ferramentas digitais mais

sofisticadas.

Do ponto de vista metodológico, trata-se de pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, realizada por meio de levantamento bibliográfico e documental. Foram consultados livros e artigos sobre IA e fatores humanos, documentos oficiais da EASA, da FAA e da ANAC, atos normativos brasileiros, comunicados de fabricantes como Airbus, Embraer e Garmin e relatórios do setor. Fatos muito recentes, que ainda não chegaram à literatura acadêmica, foram buscados em veículos especializados em aviação. A análise vai de 2020 a 2026, período em que surgem os primeiros documentos regulatórios e as primeiras certificações envolvendo IA.

Além desta introdução, o texto está dividido em quatro partes: a seção 1 apresenta os conceitos principais; a seção 2, as aplicações atuais; a seção 3, as previsões e os desafios; e a seção 4, as considerações finais.

1 Referencial teórico

1.1 O que é inteligência artificial

A expressão inteligência artificial ficou associada a um encontro de pesquisadores realizado em 1956 no Dartmouth College, nos Estados Unidos. O grupo queria investigar se uma máquina poderia simular aspectos da inteligência humana, como aprender e resolver problemas (Russell; Norvig, 2022). Desde então, a área alternou períodos de grande entusiasmo e outros de quase abandono, e a própria definição de IA mudou ao longo do tempo.

Russell e Norvig (2022) tratam a IA a partir da noção de agente: algo que percebe o ambiente e age para alcançar um objetivo da melhor maneira possível. A definição é ampla o bastante para abranger tanto um programa de xadrez quanto um sistema que auxilia o piloto na decisão de arremeter.

A EASA adota uma definição de caráter mais prático. Para a agência, IA é uma tecnologia que, a partir de objetivos definidos por pessoas, produz resultados como previsões, recomendações ou decisões (EASA, 2023). Esse conceito abrange diferentes técnicas, e a que mais tem recebido atenção é o aprendizado de máquina.

No aprendizado de máquina, o engenheiro não escreve cada regra. Ele fornece ao sistema um grande volume de exemplos, e o sistema ajusta seus parâmetros até reproduzir o comportamento esperado. As redes neurais, modelos inspirados de maneira bastante simplificada no funcionamento do cérebro, são a ferramenta mais

usada para isso e estão por trás de avanços como o reconhecimento de imagens e de voz (Russell; Norvig, 2022).

Para a aviação, uma distinção tem peso especial. A FAA diferencia os sistemas que continuam aprendendo depois de entrar em serviço daqueles cujo aprendizado se encerra antes disso (FAA, 2024). No segundo caso, o modelo é "congelado" e só muda quando uma nova versão é aprovada. Como passa a se comportar sempre da mesma forma, pode ser testado como qualquer outro equipamento, o que simplifica bastante a certificação. Já um sistema que continuasse aprendendo em operação seria muito mais difícil de controlar, e ainda não há método aceito para certificá-lo.

1.2 Automação e o fator humano

A IA chega a uma cabine que já acumulou muita experiência, algumas vezes adquirida em acidentes, sobre o que acontece quando parte do trabalho do piloto é transferida para a máquina.

Uma das referências clássicas sobre o assunto é o artigo de Bainbridge (1983) sobre as ironias da automação. A autora resume o problema da seguinte forma: "quanto mais avançado for um sistema de controle, mais crucial pode ser a contribuição do operador humano" (Bainbridge, 1983, p. 775, tradução nossa).[23] A automação tende a ficar com as tarefas fáceis e repetitivas e a deixar para o ser humano as situações difíceis e imprevistas. Acontece que, depois de horas apenas observando o sistema trabalhar, o operador está menos preparado para agir justamente quando precisa.

Quem voou em aeronaves automatizadas conhece bem essa situação, e o autor deste trabalho, que foi tripulante na Passaredo (atual Voepass), não é exceção. Em cruzeiro, com o piloto automático acoplado, o voo transcorre com tranquilidade. A dificuldade surge quando algo sai do normal e o piloto tem poucos segundos para entender o que o sistema estava fazendo e por quê.

Endsley (1995) contribuiu para explicar esse fenômeno com o conceito de consciência situacional, que envolve três níveis: perceber os elementos do ambiente, compreender o que eles significam e projetar o que deve acontecer em seguida. Com uma automação mal projetada, o piloto pode perder essa consciência sem se dar conta, e é nesse ponto que o risco aumenta.

[23] "the more advanced a control system is, so the more crucial may be the contribution of the human operator" (Bainbridge, 1983, p. 775).

No caso da IA, a dificuldade é maior. Um sistema de aprendizado de máquina pode chegar à resposta certa sem que seja simples explicar o caminho percorrido. Se o piloto não compreende a lógica da recomendação, tende a confiar demais ou de menos no sistema, e as duas situações são problemáticas. Por esse motivo, a capacidade de explicar as decisões, chamada de explicabilidade, tornou-se um dos pontos centrais dos documentos regulatórios (EASA, 2024).

1.3 Como as autoridades estão tratando o tema

As autoridades de aviação têm sido cautelosas, sem se opor à tecnologia. A EASA publicou seu primeiro roteiro sobre IA em 2020 e uma versão revisada em 2023, na qual defende uma abordagem centrada no ser humano: a tecnologia deve apoiar as pessoas, e não substituí-las sem controle (EASA, 2023).

A contribuição mais conhecida da agência europeia é a classificação das aplicações de IA em níveis, conforme o grau de autoridade atribuído ao sistema e o papel que permanece com as pessoas. O Quadro 1 resume essa classificação.

Quadro 1 – Níveis de aplicação da IA na aviação segundo a EASA

Nível	Denominação	Papel da IA	Papel do ser humano
1A	Aumento da capacidade humana	Apoia a aquisição e o processamento de informações	Mantém todas as decisões e ações
1B	Assistência cognitiva ao ser humano	Apoia a tomada de decisão com análises e sugestões	Decide e executa a ação
2A	Cooperação entre ser humano e IA	Executa tarefas e decisões automáticas predefinidas	Supervisiona e pode intervir a qualquer momento
2B	Colaboração entre ser humano e IA	Compartilha objetivos e toma iniciativa na execução de tarefas	Supervisiona e pode intervir
3A	Automação avançada com salvaguarda humana	Decide e age de forma autônoma	Supervisiona e intervém quando necessário
3B	Automação avançada sem salvaguarda humana	Decide e age com autonomia plena	Sem supervisão em tempo real

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em EASA (2023, 2024).

Em 2024, a EASA publicou orientações para os níveis 1 e 2, abordando temas como a qualidade dos dados de treinamento, a explicabilidade e as questões éticas (EASA, 2024). O nível 3, em que o sistema atua com total autonomia, permanece como horizonte futuro.

Nos Estados Unidos, a FAA divulgou seu roteiro sobre IA em 2024. O documento admite que o setor ainda não dispõe de um método consolidado para garantir a segurança desses sistemas e propõe um avanço gradual, começando pelas aplicações de menor risco e aproveitando ao máximo as normas existentes. Entre os princípios adotados está o de não tratar a IA como se fosse uma pessoa, mas como um algoritmo, sujeito às mesmas exigências de qualquer outro equipamento aeronáutico (FAA, 2024).

Os documentos das duas agências convergem. Nenhuma delas propõe mudança brusca; ambas preveem ampliar a autonomia dos sistemas à medida que eles demonstrem, na prática, que são seguros.

1.4 As principais formas de aprendizado de máquina

Para acompanhar as aplicações descritas adiante, convém apresentar brevemente as três formas mais comuns de aprendizado de máquina (Russell; Norvig, 2022).

A primeira é o aprendizado supervisionado, em que o sistema recebe exemplos acompanhados da resposta correta, como milhares de registros de voo nos quais se sabe se houve ou não saída de pista. O modelo aprende a relação entre os dados e o resultado e passa a fazer previsões para casos novos. É a abordagem típica dos sistemas de alerta baseados em redes neurais, como o Sistema de Consciência e Alerta de Saída de Pista (*Runway Overrun Awareness and Alerting System* – ROAAS), da Embraer, apresentado na seção 2.2.

A segunda é o aprendizado não supervisionado. Os dados chegam sem resposta prévia, e o sistema procura por conta própria agrupamentos e padrões. Na manutenção, essa abordagem ajuda a detectar comportamentos anômalos em componentes mesmo quando não se sabe exatamente o que procurar.

A terceira é o aprendizado por reforço, no qual o sistema aprende por tentativa e erro, recebendo recompensas pelos acertos e penalidades pelos erros. A técnica é muito usada em jogos e simulações e aparece em pesquisas sobre controle de tráfego aéreo, nas quais um programa pode treinar milhares de vezes em um espaço aéreo virtual sem expor ninguém a risco.

Cada abordagem tem vantagens e limitações, mas todas dependem de dados de boa qualidade. Um sistema treinado com dados incompletos ou pouco

representativos aprende de forma equivocada, e na aviação esse tipo de erro pode ter consequências graves.

2 Onde a IA já está sendo usada

2.1 Manutenção

A manutenção é hoje a área em que a IA apresenta resultados mais claros. Uma aeronave moderna registra milhares de parâmetros a cada voo, como temperaturas, pressões e vibrações. Programas de aprendizado de máquina analisam esses dados em busca de sinais que costumam anteceder uma pane, o que permite substituir a peça antes da falha e evitar que o avião fique indisponível no solo ou que um voo seja cancelado.

O exemplo mais conhecido é a plataforma Skywise, da Airbus. Segundo o fabricante, cerca de 11.600 aeronaves estavam conectadas à plataforma no fim de 2024, e o serviço de monitoramento preditivo da frota era utilizado por aproximadamente 40 clientes, que somavam cerca de 1.500 aviões. A companhia britânica easyJet estimou ter evitado 44 cancelamentos de voo apenas em julho de 2024 graças à ferramenta (Airbus, 2024).

Por serem números divulgados pela própria Airbus, pedem alguma cautela, mas ilustram bem o tipo de ganho envolvido. A IA não substitui o mecânico; o que muda é o momento da intervenção. Em vez de esperar a falha ou trocar peças apenas pelo tempo de uso, a manutenção passa a levar em conta o estado real de cada componente.

Esses sistemas, além disso, operam fora da cabine. Eles geram alertas e recomendações que depois são avaliados por profissionais habilitados, o que os coloca no nível 1 da classificação da EASA. As exigências de certificação são menores, e isso ajuda a explicar por que se difundiram mais depressa do que as aplicações embarcadas.

2.2 Na cabine

Na cabine, a IA tem aparecido principalmente em duas frentes: sistemas de alerta, que ajudam o piloto a perceber riscos, e sistemas que “enxergam” por meio de câmeras. Há ainda um caso de autonomia já certificada que, embora não empregue IA, ajuda a entender a direção em que essa tecnologia caminha.

No Brasil, o exemplo de maior interesse é o ROAAS, da Embraer, sistema que alerta os pilotos quando há risco de a aeronave não conseguir parar dentro dos limites da pista durante o pouso. A ANAC descreveu o sistema nos seguintes termos:

> O ROAAS da Embraer foi projetado para emitir um alerta, em tempo real, que avisa aos pilotos sobre os limites da pista. [...] O sistema utiliza IA - nível 1, limitado ao fornecimento de avisos ao piloto, sem intervenção automática no comando da aeronave. Para garantir a viabilidade de processamento de dados pelos sistemas, a Embraer adotou redes neurais do tipo *Multi-Layer Perceptron* (MLP) em versão 'congeladas' - um sistema que permite cálculos rápidos e precisos, com baixo consumo de memória e de processamento, gerando as informações para que o ROAAS emita os alertas em tempo real (ANAC, 2025c).

A passagem revela uma escolha cuidadosa. A rede neural é congelada após o treinamento, como discutido na seção 1.1, e o sistema limita-se a alertar o piloto, sem atuar nos comandos; a decisão final continua sendo humana. Como as saídas de pista estão entre as ocorrências mais frequentes na aviação comercial, trata-se de uma aplicação relevante e, ao mesmo tempo, mais viável de certificar.

Na frente da visão computacional, a Airbus concluiu em 2020 o projeto de Taxiamento, Decolagem e Pouso Autônomos (*Autonomous Taxi, Take-Off and Landing* – ATTOL), no qual um A350-1000 realizou taxiamento, decolagem e pouso de forma autônoma, guiado por câmeras e por *software* de reconhecimento de imagens. Foram mais de 500 voos de teste, dos quais cerca de 450 serviram para coletar imagens e aperfeiçoar os algoritmos (Airbus, 2020). O número dá uma dimensão da quantidade de dados que esse tipo de sistema exige. Eram voos experimentais, e a própria Airbus não apresenta o projeto como um passo para retirar os pilotos da cabine.

O caso de autonomia certificada mencionado acima é o Garmin Autoland, e convém esclarecer desde já que ele não é um sistema de IA. Trata-se de automação convencional: algoritmos baseados em regras que combinam dados da aeronave, de meteorologia, de terreno e das pistas disponíveis com o piloto automático e o controle automático de potência. A FAA certificou o sistema em 2020, inicialmente no Piper M600. Em uma emergência, ele pode ser acionado por um botão, inclusive por um passageiro, ou entrar em funcionamento automaticamente se detectar que o piloto não está respondendo. A partir daí, escolhe o aeroporto mais adequado, desvia de terreno e de mau tempo, comunica o controle de tráfego aéreo e pousa a aeronave sem ninguém nos comandos (Garmin, 2020).

Durante cinco anos, o *autoland* foi usado apenas em testes e demonstrações. Isso mudou em 20 de dezembro de 2025, quando um Beechcraft King Air 200 que havia decolado de Aspen, no Colorado (EUA), sofreu perda de pressurização a cerca de 23 mil pés. Os dois pilotos colocaram as máscaras de oxigênio e optaram por deixar que o sistema conduzisse a aeronave até o pouso no aeroporto Rocky Mountain Metropolitan, escolhido automaticamente. Ninguém ficou ferido (Moore, 2025).

Um aspecto desse episódio merece destaque: os pilotos não estavam incapacitados. Eles decidiram transferir a tarefa ao sistema em um momento de alta carga de trabalho. Mesmo sem envolver IA, o caso mostrou na prática o tipo de divisão de tarefas entre pessoas e máquina que a EASA (2024) prevê para o nível 2 dos sistemas inteligentes.

O Autoland aparece neste artigo por funcionar como precedente. Ele é hoje o exemplo real mais avançado de uma máquina que assume, de forma certificada, decisões antes exclusivas do piloto, como a escolha do local de pouso. E foi certificado justamente por ser previsível, já que cada decisão segue regras conhecidas e pode ser testada. É essa previsibilidade que os sistemas de aprendizado de máquina ainda precisam demonstrar para chegar ao mesmo patamar, como se discute na seção 3.

2.3 Controle de tráfego aéreo

O controle de tráfego aéreo é um campo promissor para a IA, pois envolve decisões rápidas, muitas variáveis simultâneas e a necessidade permanente de prever a posição de cada aeronave nos minutos seguintes. Ainda assim, as aplicações estão sobretudo em fase de pesquisa.

Um dos projetos mais avançados é o Bluebird, no Reino Unido, parceria entre os Serviços Nacionais de Tráfego Aéreo (*National Air Traffic Services* – NATS), empresa responsável pelo controle de tráfego aéreo britânico, a Universidade de Exeter e o Instituto Alan Turing. O projeto construiu uma réplica digital do espaço aéreo do país, o chamado gêmeo digital, e desenvolve agentes de IA capazes de controlar o tráfego em um setor simulado. Em 2023, foram realizados ensaios em que controladores e instrutores da NATS acompanharam e avaliaram o desempenho desses agentes (Alan Turing Institute, [20--]).

A condução do projeto reflete a cultura de segurança da aviação: antes de qualquer uso real, o sistema passa por uma longa etapa de comparação com o

trabalho de profissionais. Ao que tudo indica, no controle de tráfego a IA chegará primeiro como auxiliar do controlador.

2.4 O Brasil nesse cenário

O Brasil ocupa posição de destaque no tema, em boa parte por abrigar um dos maiores fabricantes de aeronaves do mundo. Em março de 2025, a ANAC publicou sua Estratégia e Política de Inteligência Artificial, que estabelece princípios, estrutura de governança e metas para o uso de IA na própria agência. Na apresentação do documento, o então diretor-presidente Roberto José Silveira Honorato afirmou que "o trabalho foi pensado para estabelecer como a Agência pode desenvolver a inteligência artificial para melhorar seus serviços e para dar maior amplitude à nossa força de trabalho" (ANAC, 2025a).

O passo mais significativo veio no fim do ano. Em dezembro de 2025, a ANAC aprovou a Resolução nº 784, que estabelece uma condição especial para certificar o uso de IA no ROAAS da Embraer, aplicável aos modelos EMB-550 e ERJ 190-300/-400 (ANAC, 2025b). Condição especial é um conjunto de requisitos adicionais que a autoridade define quando uma tecnologia nova não está coberta pelas normas vigentes. Entre as exigências estão a descrição do conceito de operação do sistema, a classificação do nível de IA e avaliações de segurança operacional e de segurança da informação. Segundo a ANAC, a medida coloca o Brasil entre os países que lideram a discussão sobre a certificação de sistemas aeronáuticos com IA (ANAC, 2025c).

O caminho brasileiro se assemelha ao de outros países: em vez de uma lei abrangente que resolva tudo de uma vez, as regras são construídas caso a caso, à medida que surgem projetos concretos.

2.5 Outras aplicações e o que ainda é promessa

Fora dessas áreas, a IA está presente em diversas atividades ligadas à aviação, muitas delas fora da vista do passageiro. Companhias aéreas usam ferramentas de análise de dados para planejar rotas, prever demanda, definir tarifas e montar escalas de tripulação. Aeroportos testam sistemas para estimar filas, organizar o fluxo de passageiros e acompanhar a movimentação de aeronaves no pátio. Na meteorologia, modelos de previsão cada vez mais sofisticados apoiam o planejamento dos voos.

Essas aplicações não atuam diretamente no controle da aeronave e, por isso, costumam ser adotadas mais rapidamente e com menos exigências de certificação do que os sistemas embarcados. É provavelmente por elas que a maior parte dos profissionais da aviação terá o primeiro contato com a IA.

É preciso, porém, distinguir o que já funciona do que ainda é promessa. Muitas notícias sobre IA na aviação tratam projetos em teste como se já estivessem em operação, e comunicados de empresas nem sempre deixam clara essa diferença. Para quem acompanha o tema, uma pergunta simples ajuda a filtrar boa parte do exagero: o sistema já foi certificado por alguma autoridade, está em fase de testes ou ainda é apenas um conceito?

3 Previsões e desafios

A partir do material levantado, as tendências podem ser organizadas em três horizontes. Não se trata de previsões exatas, mas de estimativas apoiadas nos documentos das autoridades, nos projetos em andamento e nas dificuldades já identificadas. O Quadro 2, ao final da seção 3.3, sintetiza essa discussão.

3.1 Até 2030

No curto prazo, o cenário mais provável é a expansão das aplicações de nível 1, que auxiliam o ser humano sem retirar dele a decisão. Esse é o caminho previsto pela EASA e pela FAA, que pretendem consolidar primeiro as regras para os usos de menor risco (EASA, 2023; FAA, 2024). Devem surgir mais sistemas de alerta semelhantes ao ROAAS, e a manutenção preditiva tende a chegar também a operadores menores.

O treinamento também deve passar por mudanças. Ao divulgar sua projeção de demanda por pilotos e técnicos, a Boeing (2025) apontou a IA e as tecnologias de realidade virtual e mista como recursos para aprimorar a formação desses profissionais. Simuladores capazes de analisar o desempenho de cada aluno, identificar suas dificuldades e adaptar o treinamento individualmente são um desdobramento plausível.

Fora do campo da IA, sistemas de pouso automático de emergência como o Autoland devem ser instalados em mais modelos de aeronaves, e a experiência acumulada com eles deve servir de base para os sistemas inteligentes que virão depois. Já os assistentes de texto baseados em IA generativa, que se popularizaram

em outros setores, devem permanecer por ora em tarefas administrativas, como atendimento ao cliente e organização de documentos, distantes das funções diretamente ligadas à segurança de voo.

3.2 De 2030 a 2035

Entre 2030 e 2035, é esperado o surgimento das primeiras aplicações de nível 2, em que o sistema toma algumas decisões por conta própria, sempre sob supervisão humana. Na cabine, isso pode significar assistentes que ajudam a executar listas de verificação, monitoram os sistemas da aeronave e sugerem alternativas em situações anormais, com o piloto acompanhando e podendo intervir a qualquer momento.

No controle de tráfego aéreo, ferramentas hoje restritas a simuladores, como as do projeto Bluebird, podem começar a apoiar controladores na operação real. A decisão continuaria com o controlador, mas com um suporte mais sofisticado do que o atual.

A discussão sobre operações com um único piloto na cabine em determinadas fases, como o cruzeiro de voos longos, também deve ganhar força. Nesse caso, a tecnologia talvez nem seja o principal obstáculo. A dificuldade maior estará em demonstrar a autoridades, sindicatos e passageiros que o nível de segurança seria igual ou superior ao atual.

3.3 Depois de 2035

Mais adiante, podem surgir aplicações de nível 3, com autonomia plena. Os primeiros usos devem ocorrer no transporte de carga, em aeronaves não tripuladas e em novos veículos de mobilidade aérea urbana operando em ambientes controlados. O transporte de passageiros em aeronaves de grande porte deve ficar para uma etapa posterior.

O Autoland, apresentado na seção 2.2, serve como referência para medir a distância que ainda falta. Em emergências, ele já cumpre parte do que se espera de um sistema de nível 3: escolhe o destino, conduz o voo e pousa sem ajuda. Faz isso, porém, com regras fixas, que podem ser verificadas uma a uma. Para que um sistema baseado em aprendizado de máquina obtenha autorização semelhante, será necessário demonstrar que ele é igualmente previsível e confiável, mesmo tendo aprendido seu comportamento a partir de dados. Boa parte do percurso que a IA ainda tem pela frente está nessa demonstração.

Um avião comercial de passageiros sem piloto continua sem data prevista, e as barreiras não são apenas técnicas. Estão em jogo a aceitação do público, a definição de responsabilidades em caso de acidente e a proteção contra ataques cibernéticos. Pelo que se observa hoje, o mais realista é esperar cabines com cada vez mais recursos de assistência, ainda com pilotos a bordo. O Quadro 2 sintetiza as previsões apresentadas nas seções 3.1 a 3.3, por horizonte temporal.

Quadro 2 – Síntese das previsões para a IA na aviação por horizonte temporal

Horizonte	**Tendências mais prováveis**	**Nível predominante**	**Principais condicionantes**
Curto prazo (até 2030)	Alertas embarcados com redes neurais congeladas; manutenção preditiva integrada; IA no treinamento; difusão do pouso automático de emergência (automação convencional); IA generativa em funções administrativas	Nível 1	Consolidação das orientações regulatórias; qualidade dos dados
Médio prazo (2030 a 2035)	Assistentes de cabine baseados em colaboração humano-IA; apoio ao controlador em operação real; debate sobre redução de tripulação no cruzeiro	Nível 2	Explicabilidade; fatores humanos; demonstração de segurança equivalente
Longo prazo (após 2035)	Operações de carga e não tripuladas com automação avançada; mobilidade aérea avançada; cabines progressivamente mais assistidas	Nível 3 (nichos)	Aceitação social; responsabilidade jurídica; cibersegurança; harmonização internacional

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.4 Os principais desafios

Essas previsões dependem da solução de alguns problemas ainda em aberto.

O primeiro é a certificação. As normas atuais foram concebidas para sistemas cujo comportamento pode ser rastreado até uma linha de código. No aprendizado de máquina, o comportamento decorre dos dados usados no treinamento. Por isso a EASA (2024) passou a exigir atenção especial à qualidade desses dados, que precisam representar bem as situações reais, inclusive as raras. A FAA (2024), por sua vez, reconhece que o método para essa garantia ainda está em construção.

O segundo é a confiança. Pilotos, mecânicos e controladores só farão bom uso de uma recomendação da IA se entenderem, ao menos em linhas gerais, de onde ela vem. Um sistema que funcione como “caixa-preta” dificilmente será aceito, ainda que acerte na maior parte das vezes.

Há também o risco de perda de proficiência. A advertência de Bainbridge (1983) continua válida: se a máquina faz quase tudo, o piloto voa menos manualmente e pode perder prática justamente para as situações raras em que precisará assumir o controle. Os programas de treinamento terão de preservar essas habilidades e, ao mesmo tempo, preparar o profissional para supervisionar sistemas inteligentes, competência diferente da pilotagem propriamente dita.

A segurança dos dados é outro ponto sensível, porque um sistema que aprende com dados pode ser induzido ao erro por dados incorretos ou manipulados. Não por acaso, tanto a EASA (2023) quanto a condição especial brasileira incluem a segurança da informação entre as exigências (ANAC, 2025b).

Por fim, há a necessidade de harmonização internacional. Uma aeronave certificada em um país opera no mundo todo, e regras muito divergentes entre autoridades podem atrasar projetos e elevar custos. Nesse aspecto, a semelhança entre as abordagens da EASA, da FAA e da ANAC é um sinal positivo.

3.5 O que muda para os profissionais da aviação

Sempre que se fala em IA, surge a preocupação com a substituição de pessoas. Na aviação, o cenário analisado neste trabalho aponta em outra direção, ao menos nos próximos anos. A escassez de profissionais projetada pela Boeing (2025) indica que o setor precisará de mais gente, e não de menos. O que deve mudar é a natureza do trabalho.

Para os pilotos, a função de supervisão tende a ganhar importância. Pilotar bem continuará sendo essencial, mas será preciso também entender como funcionam os sistemas de apoio, perceber quando estão errando e saber o momento de assumir o controle. Isso reforça a importância do treinamento em fatores humanos e da prática regular de voo manual, justamente para evitar o problema descrito por Bainbridge (1983).

Para mecânicos e técnicos de manutenção, a mudança deve ser ainda mais perceptível. Com a manutenção preditiva, parte da rotina passa a envolver a interpretação de alertas e relatórios gerados por sistemas de análise de dados. O conhecimento técnico da aeronave segue indispensável, pois é o profissional quem confirma se o alerta procede e decide o que fazer, mas a familiaridade com dados e ferramentas digitais tende a se tornar parte do ofício.

Para os controladores de tráfego aéreo, a IA deve chegar como ferramenta de apoio, ajudando a antecipar conflitos e a organizar o fluxo nos períodos de maior movimento. Pelo que indicam os projetos atuais, a responsabilidade continuará com o controlador.

As escolas e os cursos de formação também serão afetados. As instituições de ensino aeronáutico terão de incluir nos currículos conteúdos sobre IA, análise de dados e interação entre pessoas e sistemas automatizados, sem abrir mão da base técnica tradicional. Quem está se formando agora vai passar boa parte da carreira trabalhando ao lado desses sistemas.

Considerações finais

Este artigo buscou identificar em que estágio, segundo a classificação de níveis da EASA, se encontra o uso da inteligência artificial na aviação civil e quais desdobramentos são plausíveis no curto, médio e longo prazo. A IA já faz parte da realidade do setor, mas ainda concentrada em funções de apoio às pessoas: as aplicações certificadas identificadas neste estudo situam-se no nível 1, e os níveis 2 e 3 permanecem em pesquisa ou em orientação regulatória.

Na manutenção, milhares de aeronaves já são monitoradas por sistemas que antecipam falhas. Na cabine, há sistemas de alerta com redes neurais certificados, como o ROAAS da Embraer, e testes avançados com visão computacional. Paralelamente, o Autoland, mesmo sem empregar IA, mostrou em uma emergência real que a aviação já aceita máquinas tomando decisões críticas quando elas são previsíveis e bem testadas. No controle de tráfego aéreo, as pesquisas avançam, mas ainda distantes da operação. O Brasil participa desse movimento de maneira relevante, com a política de IA da ANAC e com a condição especial criada para certificar o sistema da Embraer.

Quanto ao futuro, os indícios apontam para uma evolução gradual: no curto prazo, até 2030, a ampliação dos sistemas de apoio (nível 1); no médio prazo, entre 2030 e 2035, uma colaboração mais estreita entre pessoas e máquinas (nível 2); e, no longo prazo, após 2035, autonomia plena (nível 3) em nichos específicos, como carga e aeronaves não tripuladas. O avião de passageiros sem piloto segue como possibilidade distante.

O ritmo de adoção da IA na aviação dependerá menos da velocidade da tecnologia, que é alta, do que da capacidade de demonstrar que esses sistemas são

pelo menos tão seguros quanto os atuais. A cautela das autoridades, nesse contexto, é parte do que viabiliza a inovação em um setor no qual o erro custa caro. Para quem conhece a cabine por dentro, essa postura faz sentido: uma ferramenta só ganha a confiança da tripulação depois de mostrar que funciona.

Como limitação, o estudo baseou-se em pesquisa bibliográfica e documental, e parte dos dados provém dos próprios fabricantes. Pesquisas futuras poderiam ouvir pilotos, mecânicos e controladores brasileiros sobre como percebem essas tecnologias e o quanto confiariam nelas no dia a dia.

Referências

AIRBUS. **Airbus concludes ATTOL with fully autonomous flight tests**. Toulouse: Airbus, 29 jun. 2020. Disponível em: https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2020-06-airbus-concludes-attol-with-fully-autonomous-flight-tests. Acesso em: 26 ago. 2026.

AIRBUS. **Keeping the fleet flying**. Toulouse: Airbus, 22 out. 2024. Disponível em: https://www.aircraft.airbus.com/en/newsroom/news/2024-10-keeping-the-fleet-flying. Acesso em: 1 set. 2026.

ALAN TURING INSTITUTE. **Project Bluebird**. London: The Alan Turing Institute, [20--]. Disponível em: https://www.turing.ac.uk/science-innovation/defence-and-national-security/project-bluebird. Acesso em: 12 set. 2026.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Anac publica Política de Inteligência Artificial da instituição**. Brasília, DF: ANAC, 20 mar. 2025a. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2025/anac-publica-politica-de-inteligencia-artificial-da-instituicao. Acesso em: 25 ago. 2026.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Resolução nº 784, de 11 de dezembro de 2025. Aprova Condição Especial aplicável ao uso de inteligência artificial e aprendizado de máquina (AI/ML) para instalação do sistema ROAAS em aeronaves Embraer. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 158, 15 dez. 2025b.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Certificação de aeronaves com IA ganha marco regulatório da Anac**. Brasília, DF: ANAC, 29 dez. 2025c. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2025/certificacao-de-aeronaves-com-ia-ganha-marco-regulatorio-da-anac. Acesso em: 26 ago. 2026.

BAINBRIDGE, L. Ironies of automation. **Automatica**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 775-779, 1983. DOI: https://doi.org/10.1016/0005-1098(83)90046-8. Acesso em: 1 set. 2026.

BOEING. **Pilot and technician outlook 2025-2044**. [S. l.]: Boeing, 2025. Disponível em: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/v2/products/pilot-technician-outlook/pdf/2025-pto-download.pdf. Acesso em: 1 set. 2026.

EASA. European Union Aviation Safety Agency. **Artificial intelligence roadmap 2.0**: a human-centric approach to AI in aviation. Cologne: EASA, 2023. Disponível em:

https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-roadmap-20. Acesso em: 20 ago. 2026.

EASA. European Union Aviation Safety Agency. **EASA concept paper**: guidance for level 1 & 2 machine learning applications: issue 02. Cologne: EASA, 2024. Disponível em: https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-concept-paper-issue-2. Acesso em: 20 ago. 2026.

ENDSLEY, M. R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. **Human Factors**, Santa Monica, v. 37, n. 1, p. 32-64, 1995. DOI: https://doi.org/10.1518/001872095779049543. Acesso em: 28 set. 2026.

FAA. Federal Aviation Administration. **Roadmap for artificial intelligence safety assurance**: version I. Washington, DC: FAA, 2024. Disponível em: https://www.faa.gov/media/82891. Acesso em: 25 ago. 2026.

GARMIN. **Garmin Autoland achieves FAA certification for general aviation aircraft**. Olathe: Garmin, 18 maio 2020. Disponível em: https://www.garmin.com/en-US/newsroom/press-release/aviation/2020-garmin-autoland-achieves-faa-certification-for-general-aviation-aircraft/. Acesso em: 4 set. 2026.

MOORE, J. King Air autolands in Colorado. **AOPA**, Frederick, 22 dez. 2025. Disponível em: https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2025/december/22/king-air-autolands-in-colorado. Acesso em: 4 set. 2026.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**: uma abordagem moderna. 4. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026, p. 71-96.
DOI:https://doi.org/10.63656/nh3fhv11. ISSN ***- 3085-7678 (online)***

A DINÂMICA SOCIOTÉCNICA DE UM ACIDENTE AÉREO: a construção progressiva de um evento evitável e o CRM como ferramenta de prevenção

THE SOCIO-TECHNICAL DYNAMICS OF AN AIRCRAFT ACCIDENT: the progressive construction of a preventable event and CRM as a prevention tool

Bruno Vieira Silva[24]

"Depois do medo, vem o Mundo"
Clarice Lispector

RESUMO: O presente artigo tem como finalidade analisar o acidente Varig 254, sob a ótica da Gestão de Recursos de Cabine (*Crew Resource Management* – CRM), com o intuito de abarcar o erro humano presente, a comunicação ineficiente e os fatores contribuintes para a ocorrência do acidente. Para justificar alguns pontos, a análise será complementada pela teoria Ator-Rede (TAR), de John Law (1992), que visualiza o acidente como uma rede ordenada de materiais heterogêneos, e modelos/teorias voltados para a análise de elementos humanos e tipos de erro – os modelos *Shell e Reason*. Em uma rede, cada ator é diferente do que era antes de se associar a outros atores, sendo influenciado por suas relações. O artigo reúne informações e reflexões (bibliográfica) a respeito do papel do CRM em situações de risco e no cotidiano da vida do piloto, e visa estudar fatores humanos ligados à aviação para mitigar os erros humanos que culminam em acidentes graves, comparando o acidente Varig 254 com o acidente American Airlines 232, demonstrando o sucesso da aplicação do CRM para diminuir a gravidade deste acidente. O artigo contribui, assim, ao trazer conhecimentos para que futuros pilotos e aspirantes à aviação aprendam com os erros passados, e procurem manter uma cultura de segurança visando mitigar acidentes.
Palavras-chave: fator humano; modelo Shell; modelo Reason; aviação; CRM.

ABSTRACT/RESUMEN: The purpose of this article is to analyze the Varig 254 accident from the perspective of Crew Resource Management (CRM), with the aim of addressing human error, inefficient communication, and factors contributing to the accident. To justify some points, the analysis will be complemented by John Law's Actor-Network Theory (ANT), which views the accident as an ordered network of heterogeneous materials, and models/theories focused on the analysis of human elements and types of error—the Shell and Reason models. In a network, each actor is different from what they were before associating with other actors, being influenced by their relationships. The article gathers information and reflections (bibliographic) on the role of CRM in risky situations and in the daily life of pilots, and aims to study human factors related to aviation to mitigate human errors that culminate in serious accidents, comparing the Varig 254 accident with the American Airlines 232 accident, demonstrating the success of applying CRM to reduce the severity of this accident. The article thus contributes by providing knowledge so that future pilots and aviation aspirants can learn from past mistakes and seek to maintain a culture of safety in order to mitigate accidents.
Keywords: fator humano; modelo Shell; modelo Reason; aviação; CRM.

Introdução

O transporte aéreo é um dos meios de locomoção mais seguros e eficientes da atualidade, mas uma simples entropia entre as cadeias envolvidas na segurança operacional pode resultar em consequências catastróficas. Nos primórdios da aviação, os pilotos treinavam a si mesmos, pois não havia instrutores de voo, como Alberto Santos Dumont (1873-1932), que inovava com suas invenções e as realizava com métodos e recursos próprios. Ainda que rápido, Santos

[24] Graduado no Curso Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil - EJ, Itápolis/São Paulo. Contato: brunovs10@outlook.com.br

Dumont voou por 60 metros a bordo de seu 14-Bis (1906), dando início à popularização e visibilidade pública da aviação. Posteriormente, o uso do avião foi intensificado após a Segunda Guerra Mundial com intuito de transportar passageiros, cargas e globalizar o mundo. A Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918) e a Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), além de influenciarem fortemente a história da aviação, tiveram grande impacto na formação e no treinamento de pilotos (Acosta, 2021).

A aviação passou por diversas mudanças para que fosse possível alcançar o nível de segurança que existe hoje, e o trabalho na cabine de voo foi diminuindo cada vez mais com o avanço das tecnologias, e consequentemente, o erro humano tornou-se o principal causador de acidentes aéreos. Alguns dos piores acidentes de avião do mundo poderiam ter sido facilmente evitados se não houvesse uma pequena, mas fatal, falha de comunicação entre pilotos e controladores de tráfego aéreo.

As técnicas para se operar uma aeronave incluem a utilização de auxílios tanto externos (mapas, instrumentos de voo e de apoio) quanto internos (experiência, psicológico). Em 1979, a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço - *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) realizou a oficina (*workshop)* Gerenciamento de Recursos na Cabine de Comando *(Resource Management on the Flight Deck*) (NASA - Ames, 1989), e os pesquisadores envolvidos detectaram a maior influência do erro humano como a causa provável dos acidentes, destacando a falha de comunicação interpessoal dos tripulantes (Helmreich, 1998).

Com isso, surgiu a Gestão de Recursos da Tripulação (*Crew Resource Management* - CRM), que se delimita a ser o uso eficaz de todos os componentes e assistências disponíveis aos tripulantes, saber como se portar em situações críticas, manter a consciência situacional para garantir uma operação segura e eficiente, além de liderar sobre situações de pressão e risco. Posteriormente, o CRM passou por constantes evoluções, abrangendo não somente as ações dentro da cabine (*cockpit*), passando a abordar uma aplicação mais ampla desses mesmos conceitos de comunicação, coordenação e gerenciamento de recursos em diversas outras áreas da operação e administração da empresa, para além da cabine de pilotagem, culminando em uma nova designação para a letra "c" de sua sigla: Gerenciamento de Recursos de Corporação (*Corporate Resource Management*), em que *Corporate* (Corporação) significa reunião de pessoas com a mesma profissão e com os mesmos deveres e direitos, ou seja, grupo de pessoas que trabalham em equipes envolvidas com a mesma atividade aérea (BRASIL, 2004, p. 6). Com base nesses resultados e na tentativa de remediar a aparente deficiência nas habilidades da

tripulação, a maioria das companhias aéreas introduziu treinamento adicional em técnicas de gerenciamento de cabine de comando, estabelecendo normas e procedimentos adequados, percebendo a necessidade da manutenção da segurança operacional.

Serão analisados, neste artigo, também os modelos SHELL, Queijo Suíço, e o modelo Gerenciamento de Ameaças e Erros, ou *Threat and Error Management*, como base para entender o entorno do CRM, bem como a Teoria Ator-Rede (TAR), de Bruno Latour (1947-2022) para complementar a análise sociotécnica dos acidentes.

A iniciativa do autor para o desenvolvimento deste artigo partiu de sua afeição por psicologia, e foi uma oportunidade de imersão e aprendizado sobre a psicologia da aviação. Ao investigar temas como fatores humanos, tomada de decisão sob pressão, comunicação eficaz e gerenciamento de recursos de tripulação - *Crew Resource Management* (CRM), buscou construir um conhecimento sólido sobre os mecanismos psicológicos que moldam o desempenho da equipe em um ambiente de alta complexidade e risco. Seu saber prático (*know-how*) não é um obstáculo, mas sim um incentivo para uma exploração aprofundada no tema. Espera-se com esse estudo que o aprofundamento neste campo não apenas enriqueça sua formação acadêmica, mas também contribua para uma visão mais plena e consciente sobre os desafios da aviação moderna, influenciando profissionais, pesquisadores, entusiastas e estudantes, todos com um interesse comum na melhoria contínua da segurança e *performance* de diversos setores da aviação.

Serão usados artigos científicos baseados no tema proposto, artigos de internet e livros, portanto a metodologia será feita por uma pesquisa bibliográfica, descritiva e explicativa, com abordagem exploratória e estudo de casos.

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p.188), a pesquisa exploratória possui a finalidade de "aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, modificar e clarificar conceitos e ajudar no desenvolvimento de hipóteses, para a realização de uma pesquisa precisa, capacitando ao autor a classificar conceitos e modificá-los."

1 O Acidente Aeronáutico

O acidente aeronáutico é toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave no período entre o embarque do passageiro, com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

a) Qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra em decorrência de sua presença na aeronave, em contato direto com qualquer de suas partes, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido, ou submetido à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas consequências. Exceção é feita quando as lesões resultarem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros ou aos tripulantes.

b) A aeronave sofra dano ou falha estrutural que afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo ou, ainda, se exigir a substituição de grandes componentes ou a realização de grandes reparos no componente afetado. Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, carenagens, seus acessórios, hélices, pontas de asas, antenas, pneus, freios, ou pequenos amassos ou perfurações no revestimento da aeronave.

c) A aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontra seja absolutamente inacessível. (DECEA, s.d.).

1.1 Órgãos Investigadores e de prevenção

A investigação de acidentes aéreos é um campo essencial para garantir a segurança operacional e aprimorar os métodos protocolados para prevenção. A globalização do setor aéreo dispõe de uma padronização dos processos investigativos, assegurando que as lições aprendidas sejam aplicadas mundialmente. Os órgãos responsáveis pela investigação, como o Conselho Nacional de Segurança nos Transportes - *National Transportation Safety board* (NTSB - EUA) - e o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA - Brasil), são instituições primordiais para a busca de respostas após a ocorrência de um acidente, contribuindo para que os erros cometidos pelos anteriores sirva de inspiração para a prevenção futura destes erros e de outros semelhantes.

O NTSB (figura 01) é uma agência federal independente responsável por investigar todos os acidentes de aviação civil, bem como incidentes graves nos EUA envolvendo outros meios de transporte, como desastres ferroviários e grandes acidentes com veículos motorizados, embarcações marítimas, oleodutos e até mesmo operadores espaciais comerciais (APNEWS, 2024). É reconhecida por sua abordagem detalhada e independente na investigação de acidentes aeronáuticos, buscando identificar causas e recomendar melhorias na segurança operacional (NTSB, 2020)

Figura 01 – Logo do NTSB



Fonte: Wikimédia (2007)

A investigação de acidente aeronáutico é de grande importância para melhorar o máximo possível a segurança de voo, seja militar ou civil. Por causa disso, existem convenções e resoluções internacionais para padronizar procedimentos de apuração, análise e recomendações, sempre com o objetivo de evitar a recorrência de casos.

Em 1948, os países participantes da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) definiram que, na medida do possível, incluiriam em seus regulamentos nacionais a mesma redação das normas sugeridas pela unidade. Por esse motivo, a norma vigente no Brasil segue os parâmetros do Anexo 13 da Convenção de Chicago, da qual o país é signatário.

O CENIPA (figura 02) é o órgão do Comando da Aeronáutica responsável pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). As investigações são embasadas no Anexo 13 da Convenção Internacional de Aviação Civil da ICAO, 2016, órgão de referência mundial, que normatiza as leis sobre aviação civil internacional. Para o CENIPA "o único objetivo da investigação de acidente será o da prevenção de futuros acidentes" [e] "o propósito dessa atividade não é determinar culpa ou responsabilidade". (CENIPA, s.d.)

Figura 02– Logo do CENIPA



Fonte: Wikimedia (2024)

O CENIPA é o órgão responsável por planejar, administrar, coordenar, executar, controlar, orientar e realizar a promoção de atividades de prevenção, investigação de ocorrências aeronáuticas (acidente, incidente ou incidente grave) no Brasil (CENIPA, 2017). As ações deste órgão são baseadas em princípios que são os pilares da filosofia em que o órgão está inserido. São eles (CENIPA, 2022):

1. Todo acidente aeronáutico pode ser evitado;
2. Todo acidente aeronáutico resulta de vários eventos e nunca de uma causa isolada;
3. Todo acidente aeronáutico tem um precedente;
4. A prevenção de acidentes requer mobilização geral;
5. O propósito da prevenção de acidentes não é restringir a atividade aérea, mas estimular o seu desenvolvimento com segurança;
6. A alta direção é a principal responsável pela prevenção de acidentes aeronáuticos;
7. Na prevenção de acidentes não há segredos nem bandeiras; e
8. Acusações e punições de erros humanos agem contra os interesses da prevenção de acidentes.

A identidade do CENIPA surgiu durante a "Era dos Fatores Humanos", assim chamada pela OACI, um período em que a segurança da aviação passou a focar na interação entre o ser humano e a máquina e não apenas em falhas técnicas. Com a diminuição drástica dos acidentes aéreos, a aviação passou a ser o meio de transporte mais seguro do mundo, e com isso surgiram estudos que buscavam fundamentar-se na interação homem-máquina no meio aeronáutica, focando em prevenção. Com isso, o lema do CENIPA tornou-se "O Homem, o Meio, a Máquina" representando os pilares da investigação moderna dos acidentes aéreos: humano, operacional e material.

O fator humano compreende o homem, com uma ótica biológica sobre o mesmo, a partir de seus aspectos fisiológicos e psicológicos; o fator operacional diz respeito aos aspectos que envolvem o homem no exercício da atividade, incluindo os fenômenos naturais e infraestrutura; e o fator material diz respeito à máquina, à aeronave e ao seu projeto de engenharia.

2 Fatores Humanos e Modelos de Análise na Segurança de Voo

2.1 Fator Humano

A instrução de Aviação Civil (BRASIL, 2005, p.2), diz que o fator humano é "o conjunto de ciências que estudam todos os elementos que contribuem com a relação interativa do homem,

em um dado ambiente, com os diversos sistemas que o cercam e que são determinantes na sua dinâmica, eficiência e eficácia".

Na Administração Federal de Aviação, em inglês *Federal Aviation Administration* (FAA), Fatores Humanos são definidos como um "esforço multidisciplinar para gerar e compilar informações sobre capacidades e limitações humanas e aplicar essas informações a equipamentos, sistemas, instalações, procedimentos, empregos, ambientes, treinamento, pessoal e gestão de pessoal para um desempenho humano seguro, confortável e eficaz" (FAA, 1993).

2.2 Erro humano

O erro é uma falha involuntária que induz a um resultado indesejado (Brasil,2005, p.12). A *performance* humana não é imune a erros, justamente pelo ser humano ser falho e emocional. Erros devem ser esperados, mas sempre devemos criar meios para que os mesmos não ocorram ou sejam mitigados. Algumas formas de prevenção do erro envolvem gerenciamentos e monitoramento dos erros, treinamentos etc. Não se deve confundir erro com violação, pois, diferente do erro, a violação é o desvio intencional da normalidade, envolvendo normas e procedimentos.

Na busca de entender o processo multidisciplinar que resulta em um acidente aeronáutico, a OACI recomenda dois modelos de análise de Fatores Humanos: os modelos SHELL e Reason.

2.3 Modelos Reason, SHELL e Teoria Ator Rede

2.3.1 Modelo Reason

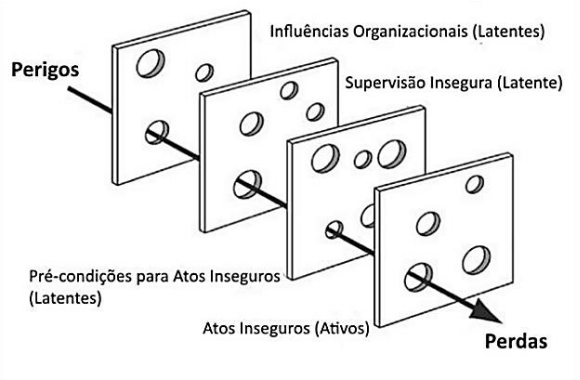
O modelo do Queijo Suíço, proposto originalmente por James Reason (1938-2025), compara as defesas do sistema humano a uma série de fatias de queijo suíço com furos aleatórios, dispostas verticalmente e paralelamente umas às outras, com espaços entre cada fatia (Skybrary, s.d.).

Na estrutura representativa de Reason, o modelo demonstra que qualquer barreira de uma organização pode ser considerado uma fatia, com cada fatia representando uma camada de defesa que exerce a função de prevenir acidentes, contra o que ele chama de falhas ativas e condições latentes, e os furos, característicos desse tipo de queijo, representam as falhas e imperfeições em cada uma dessas composições individuais, sendo um eventual alinhamento desses buracos coincidindo com um acidente ou incidente aeronáutico. É uma forma de explicar

como as falhas, acidentes, desastres e fracassos acontecem em sistemas complexos, pelo alinhamento de contínuas falhas.

Dentro do contexto aeronáutico, a Teoria do Queijo Suíço (Figura 03) aborda uma perspectiva impactante com a finalidade de reduzir e compreender os riscos associados a acidentes.

Figura 03 – Teoria do Queijo Suíço



Fonte: Griffin *et al.* (2015)

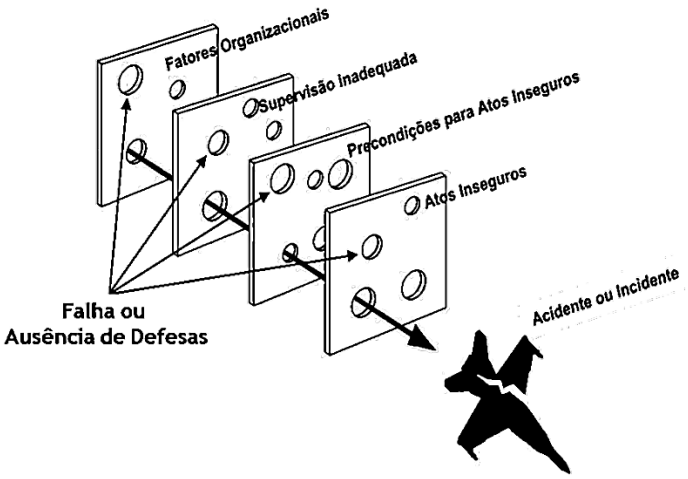
Ainda dentro dessa abordagem, existem conceitos importantes que devem ser observados, como os conceitos de falhas ativas e falhas latentes. As falhas ativas são erros ou violações que tem um efeito imediato, onde a falha criada precede imediatamente ao acidente, como o não cumprimento de um procedimento padrão (eBianch, 2024). As falhas latentes, por sua vez, são falhas que, geralmente estão ocorrendo há muito tempo e se tornam "organizacionais", podendo não causar falhas imediatas, mas aumentam o risco de erros futuros.

> Falhas Ativas: são os erros ou violações cometidas pelo operador no cotidiano da operação, e tem um impacto imediato na segurança do sistema, se não forem percebidas e corrigidas a tempo. Falhas Latentes: elas podem permanecer ocultas por longos períodos e só se manifestarem quando um acidente ocorre. (Barreto, 2008 *apud* Júnior, 2017, p. 17)

O modelo de James Reason é considerado por (Barreto, 2008 *apud* Júnior, 2017, p. 17) um instrumento útil para a investigação de acidentes aeronáuticos. Possui uma visão que vai além das ações e omissões cometidas pelo operador no local de trabalho (falhas ativas) e há a inclusão das falhas originadas nas decisões adotadas por quem detém o poder decisório na organização (falhas latentes).

Resumidamente, o Modelo do Queijo Suíço, demonstrado na figura abaixo (Figura 04), explicita que os acidentes aeronáuticos raramente têm uma causa única, resultando de uma combinação entre falhas humanas e organizacionais. Assim, para uma prevenção efetiva, não se deve somente nos atentar a corrigir erros individuais, mas também fortificar as camadas de segurança e identificar falhas latentes antes que causem danos.

Figura 04 – Teoria do Queijo Suíço

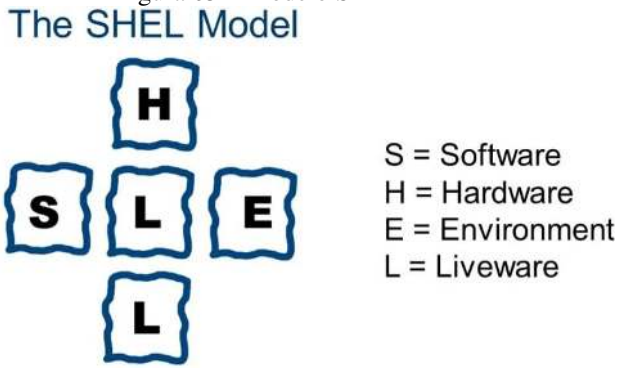


Fonte: eBianch (2024)

2.3.2 Modelo SHELL

O Modelo SHELL da ICAO, que será visto na figura 05, conforme descrito no Documento 9859 da ICAO, Manual de Gestão de Segurança (ICAO - Organização de Aviação Civil Internacional, 2018), é uma ferramenta conceitual usada para analisar a interação de múltiplos componentes do sistema. O modelo SHELL consiste em uma demonstração, através de um diagrama que ilustra um modelo conceitual utilizando blocos que representam diferentes componentes dos Fatores Humanos. Apresenta o ser humano como o elemento central do sistema e seu inter-relacionamento com os diversos sistemas. (Brasil, s.d.). O conceito, cujo nome é derivado das letras iniciais de seus componentes *Software* (S) (procedimentos, regras, treinamento etc.), *Hardware* (H) (equipamentos, sistemas funcionais, piloto automático etc.), *Environment* (E) físico interno (climatização, ruído etc.), físico externo (condições meteorológicas, visibilidade, pista etc.) e organizacional (politicas, cultura, estrutura organizacional etc.), *Liveware* (L) (os seres humanos, como tripulações de voo, engenheiros e mecânicos aeronáuticos e suas relações mútuas como grupo e sociedade), foi desenvolvido pela primeira vez por Elwyn Edwards (1932-1993) em 1972, com um refino e expansão do conceito e estrutura do modelo feita por Frank Hawkins (?-1990).

Figura 05 – Modelo SHELL



Fonte: Cavendish Aviation (2015)

As bordas deste bloco não são simples e retas, e, portanto, os outros componentes do sistema devem ser cuidadosamente ajustados a elas para evitar estresse no sistema e eventuais falhas. De todas as dimensões do modelo, o *Liveware* (humano) é o menos previsível e mais suscetível a mudanças internas, como fome, fadiga, psicológico, e externas, como luz, ruído, carga de trabalho (Skybrary, s.d.).

Com o intuito de expor a interface entre pessoas, mais um "L" foi incluído, justificando a relação entre pessoas e outras pessoas, com enfoque em liderança, cooperação e trabalho em equipe, denominada interface *Liveware-Liveware*. Inclui treinamentos de CRM entre outros. A relação *Liveware-hardware* é considerada quando se aborda os sistemas homem-máquina, como ergonomia e *design* de equipamentos. Na *interface Liveware-Software, Software* é a relação entre o ser humano e os sistemas de apoio no local de trabalho, como *checklists*, procedimentos operacionais padrão, simbologia, vocabulário e clareza. Por conseguinte, a *interface*. *Liveware-Environment* envolve a relação entre o ser humano e os ambientes externo e interno, incluindo sua interação com considerações físicas como temperatura, luminosidade, vibrações (interno) e terreno, infraestrutura predial, fatores climáticos (externo).

2.3.3 Teoria Ator-Rede

A Teoria Ator-Rede surgiu na década de 1980 e deriva de escolas de pensamento na história, filosofia e sociologia, sendo proposta por Bruno Latour (1947-2022), Michael Callon (1945-2025), John Law e Antoine Hennion. Esta teoria representa uma ruptura com o paradigma moderno tradicional, separando sujeito e objeto, humano e não humano, natureza e

sociedade. Para Latour, a sociedade é constituída por uma rede de entidades heterogêneas humanas e não humanas, que se relacionam e se conectam, gerando uma variação do resultado. A noção de rede heterogênea está no coração da Teoria Ator-Rede – *Actor Network Theory* - TAR. De acordo com esta abordagem, os atores tomam a sua forma e adquirem seus atributos como consequência de suas relações com os outros. (Latour; Camillis *et al.*, 2016; Law, 2004, *apud* Capaverde *et al.* 2023).

Latour, em sua obra Ciência em Ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora (2000), observa que o conceito de tradução representa uma forma de releitura ou adaptação de interesses de actantes empenhados na construção de fatos. Trata-se, portanto, de uma questão de interpretação de objetivos em um processo de inovação. O conceito de tradução, na TAR, está fortemente relacionado com o conceito de rede e associações. As associações explicam a rede (*socius*) e esta, por sua vez, é caracterizada pelas traduções entre componentes, que podem gerar associações rastreáveis. As associações descrevem os esquemas de ordem na geração de estados estéticos. A tradução persiste na associação entre actantes, constituindo um processo que produz a diferença, produz algo novo. Portanto, a noção de tradução, da TAR, favorece a inovação de estados estéticos na produção artística.

A TAR sofreu diversas críticas ao longo dos anos, como a análise limitada das estruturas sociais. Latour enfatiza que os processos que atravessam os atores são importantes, servindo como base para a descoberta de como definem e ordenam o social, haja vista que não convém à teoria TAR dar ênfase a conceitos entrelaçados, tomando o social como movimento constante. Também recomenda investigar a construção do "coletivo" a partir de "cinco grandes incertezas, que se baseiam em discutir em como os grupos se formam por meio de laços incertos, mutáveis e contraditórios, e da inclusão e interação do humano com o não-humano, abordando as questões de fato e interesse, havendo uma interação estabelecida pelas entidades, e não uma substituição de umas das outras, entre outras recomendações.

Nenhum acidente ocorre por fatalidade, mas sim por deficiências enquadradas em três fatores básicos: humano, material e operacional. Como indica a apostila de Noções Básicas de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, uma vez identificados e analisados todos os fatores participantes nos acidentes, pode-se constatar que existem e estão disponíveis medidas adequadas a neutralizá-los (Eonezava, p. 6-7, 2013). Falhas organizacionais e culturais são grandes atores contribuintes para um acidente, e o erro humano, como será visto no caso Varig 254, não surgiu de "improviso", mas foi produzido e mantido por uma rede de práticas organizacionais.

2.3.4 Modelo Gestão de Ameaças e Erros - TEM

O modelo Gestão de Ameaças e Erros, no inglês *Threat and Error Management* (TEM), admite que pilotos e tripulações não são isentos de erro e que, naturalmente, cometerão e encontrarão situações de risco, possuindo o objetivo de gerenciar proativamente essas ameaças e erros, fornecendo uma estrutura onde as margens de segurança são respeitadas. É basicamente composto por três componentes: as Ameaças, que podem ser ambientais, organizacionais, técnicas e humanas, os Erros, providos de ações incorreta ou que deveriam ter sido realizadas, e os Estados Indesejados, que resultam de ameaças não gerenciadas e erros não detectados que podem se desenvolver em acidentes e incidentes aéreos (Simulados ANAC, s.d.).

O *Threat and Error Management* é uma ferramenta indispensável para a segurança na aviação moderna. Ao fornecer uma estrutura para entender, antecipar e gerenciar ameaças e erros, o TEM capacita as tripulações de voo a operarem de forma mais segura e eficaz. A sua aplicação contínua e o aprimoramento dos programas de treinamento baseados no TEM são essenciais para manter e elevar os padrões de segurança em um ambiente operacional cada vez mais complexo (Simulados ANAC, s.d.).

> A estrutura TEM concentra-se simultaneamente no contexto operacional e nas pessoas que desempenham funções operacionais nesse contexto. A estrutura é descritiva e diagnóstica tanto do desempenho humano quanto do desempenho do sistema. É descritiva porque captura o desempenho humano e do sistema no contexto operacional normal, resultando em descrições realistas. É diagnóstica porque permite quantificar as complexidades do contexto operacional em relação à descrição do desempenho humano nesse contexto, e vice-versa. (SKYBRARY, s.d)

Sua integração na aviação está nos treinamentos dos pilotos, procedimentos operacionais (SOPs), *briefings* de voo, entre outros. Ao aplicar o TEM, o usuário deve sempre ser mantido em primeiro. Portanto, este modelo se mostra fundamental para a aviação moderna, ao permitir a capacidade da tripulação de mapear e identificar os erros e ameaças na rede, transformando experiências passadas em conhecimento preventivo e consolidando uma segurança de voo coletiva.

3 Estudo de Caso: Varig 254

No dia 3 de setembro de 1989, realizado por uma aeronave Boeing 737-200 de matrícula PP-VMK (Figura 06), partia o voo 254 da VARIG, do Aeroporto Internacional de Guarulhos

(SP) para Belém (PA), com escalas em outras 6 cidades, incluindo Marabá (PA), de onde decolou para seu destino. Após decolar de Marabá, a aeronave fez um pouso forçado na selva Amazônica, em São João do Xingu (MT), depois de ficar sem combustível. Entre os fatores que justificaram a queda da aeronave foi a falta de uma vírgula no plano de voo impresso, levando a um erro de interpretação por parte dos pilotos. No acidente, 12 vidas foram perdidas em decorrência da queda ou na espera por resgate, sendo que, dos 54 a bordo, 17 tiveram ferimentos graves e 25 ficaram com ferimentos leves (Saconi, 2019).

Figura 06 - Boeing 737-200 (PP-VMK)



Fonte: Groves, s.d

A Varig havia começado a disponibilizar, para seus pilotos, planos de voo computadorizados, alguns meses antes do acidente. Até aquela época usavam-se 3 dígitos para a inserção, no Indicador de Situação Horizontal (*Horizontal Situation Indicator* - HSI) - demonstrado nas figuras 07 e 08 - , um instrumento de maior precisão para longas rotas, do rumo a ser seguido para Belém. O procedimento da Varig para a época implicava que o último dígito era uma casa decimal, ou seja, o rumo correto era 027.0 graus, mas o comandante interpretou como sendo 270 graus magnéticos (na bússola).

O CENIPA (1991) apontou que a principal causa do acidente foi a inserção de um dado errado, que no caso foi o equívoco decimal no instrumento de navegação. Quando o comandante estava programando os comandos na aeronave, olhou o plano de voo e leu o rumo magnético necessário para chegar a Belém como sendo 0270 graus, e não 027,0 graus como deveria, sendo este o primeiro erro ativo. Eles haviam voado, utilizando o instrumento, outras seis vezes naquele dia.

O segundo erro culminou ao copiloto, que copiou o rumo magnético de 270 graus do Indicador de Situação Horizontal (HSI) do comandante, quando deveria ter revisado o dado no

plano de voo disponível, cumprindo o procedimento padrão de conferir se os dados coincidiam com os do plano de voo (CENIPA, 1991).

Figura 07 - Indicador de Situação Horizontal (HSI)



Fonte: MYSID (2010)

Figura 08 - HSI do Boeing 737



Fonte: Cristian (2017)

Naquela época, o 737 possuía sistemas de navegação convencionais, não dispondo de Sistema de Posicionamento Global - *Global Positioning System* (GPS) ou sistema inercial, o que contribuía para a manutenção de uma baixa consciência situacional dos pilotos (é a percepção de um indivíduo ou grupo sobre os elementos de um ambiente em um determinado tempo e espaço, a compreensão do significado desses elementos e a projeção do seu estado em um futuro próximo), impedindo que os próprios percebessem que estavam indo na direção errada, como será visto na figura 09, rumo ao local onde seria feito o pouso forçado (figura 10). Segundo entrevista para a emissora de televisão Rede Globo (Acidente do..., 1997), uma sobrevivente do acidente afirma que a tripulação estava ouvindo o jogo pelas eliminatórias da

Copa do Mundo Brasil X Chile no rádio, mas Nilson Zille, copiloto da aeronave, negou em entrevista para a mesma emissora.

Os pilotos perceberam que o rumo magnético estava incorreto. O copiloto Nilson Zille sintonizou em duas frequências de rádio. Subiu para o nível de voo 085 e sintonizou as frequências do NDB de Carajás e Marabá, 320 KHz e 370 KHz, respectivamente, não as tendo identificado. Acreditando estar recebendo marcações dos auxílios Radiofarol Não Direcional, ou *Non-Directional Beacon* NDB (transmissor de rádio de baixa frequência que emite sinais em todas as direções para auxiliar na navegação aérea) de Carajás e Marabá, aproou-os (apontar a proa da aeronave) até a parada dos motores (CENIPA, 1991).

Figura 09 – Situação da Rota do Varig 254



Fonte: Mundo da Meteorologia (2020)

Figura 10 – Local para onde o avião deveria ter ido e o qual ele foi encontrado



Fonte: G1 (2019)

O viés de confirmação, situação na qual acredita-se que a tripulação estava, fez com que os pilotos buscassem e valorizassem informações que apoiassem a crença inicial de que a rota estava correta, ignorando ou desconsiderando os vários indícios que apontavam o erro. Isso significa que qualquer nova percepção para os pilotos apoiava a hipótese de que estavam na rota correta para Belém (CENIPA, 1991).

> A Varig havia começado a disponibilizar planos de voo computadorizados meses antes do acidente. Esses planos continham todas as informações para o voo, como frequências de rádio das torres dos aeroportos, de controladores de voo, pontos de referência para a navegação e a rota (Saconi, 2019, p.1).

A falha inicial aqui era simples e detectável, podendo ter sido evitada em uma eventual verificação cruzada pelos pilotos. No relatório Final do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), também foi apontado o fator contribuinte externo à cabine, com a representação gráfica inadequada do plano de voo computadorizado, cabendo como recomendação a modificação da apresentação gráfica do plano de voo computadorizado visando facilitar sua visualização.

3.1 *Power Distance*

O "*Power Distance* reflete a aceitação por subordinados de relações desiguais de poder e é definido por declarações indicando que os novatos não devem questionar as decisões ou ações de seus superiores" (Helmreich *et al.*, 2001, p. 5).

A aplicação do CRM nas companhias é importante para que os tripulantes se adequem às diferentes culturas envolvidas na empresa, e aos colegas de trabalho, pois cada tripulante traz consigo uma carga cultural definida e, no caso do Varig 254, o comandante já era conhecido por ser uma pessoa "difícil" de conviver, mas competente.

> As influências de três culturas relevantes para o cockpit são descritas: as culturas profissionais dos pilotos, as culturas das organizações e as culturas nacionais que cercam os indivíduos e suas organizações... Na aviação, as três culturas, profissionais, organizacionais e nacionais, podem ter impacto positivo e negativo na probabilidade de um voo seguro. O voo seguro é o resultado positivo do reconhecimento de risco oportuno e da gestão eficaz de erros, que são resultados universalmente desejados. A responsabilidade das organizações é minimizar os componentes negativos de cada tipo de cultura, enfatizando o positivo. Tanto o CRM quanto o treinamento técnico fazem parte de uma filosofia e programa de gestão de erros. Helmreich *et al.*, 2001, p. 1 e 3).

No contexto do acidente, o *power distance* se aplica à omissão do copiloto às ações do comandante César Augusto Padula Garcez, que era ex-militar, e que anteriormente ao voo já havia se desentendido com o copiloto Nilson Zille.

Portanto, no contexto do voo Varig 254, a combinação entre um comandante de perfil autoritário, um relacionamento prévio desgastado e a internalização cultural de alta distância de poder resultou em uma dinâmica de cabine de comando *(cockpit)* em que o copiloto se omitiu de exercer seu papel de monitoramento e verificação cruzada. A ausência desse contraponto, fundamental na filosofia de CRM, permitiu que desvios críticos permanecessem sem correção, contribuindo para o desenrolar da tragédia.

4 Estudo de caso: United Airlines

Em 19 de julho de 1989, uma aeronave McDonnell Douglas modelo DC-10-10 (figura 11), o voo 232, da companhia United Airlines, com matrícula N1819U, sofreu uma falha catastrófica no motor da cauda nº 2 durante o voo de cruzeiro nos Estados Unidos da América, após decolar de Denver (CO) com 285 passageiros e 11 tripulantes a bordo, com destino ao aeroporto *O'Hare International Airport*, em Chicago (IL). Durante a primeira hora o voo transcorreu com normalidade. Na segunda hora de voo, uma pá rachada do rotor do motor nº2 se desintegrou, causando a falha do motor. Com a explosão, partes do motor e da cauda se fragmentaram, e a descarga forçada de peças do conjunto do rotor de estágio 1 levaram à perda dos três sistemas hidráulicos que acionavam os controles de voo da aeronave. Os pilotos da aeronave, Capitão Alfred Haynes (1931-2019) e o primeiro oficial William Records descobriram rapidamente que estavam sem os controles manuais da aeronave, incluindo o piloto automático (NTSB, 1990).

Figura 11 – Modelo aeronave DC-10 United Airlines



Fonte: KPLASTIQUE (1977)

A tripulação notou, pelos instrumentos do motor, que o motor nº 2 (cauda) falhou, e iniciaram os procedimentos para o desligamento deste motor.

> Durante a execução da lista de verificação de desligamento, a tripulação notou que os medidores de pressão hidráulica e os manômetros de pressão da aeronave indicavam zero. O primeiro oficial pilotava a aeronave no momento da falha do motor e informou ao comandante que não conseguia controlá-la, e que iniciou uma curva descendente à direita. O comandante assumiu o controle da aeronave e confirmou que ela não respondia aos comandos de controle. Em seguida, reduziu a potência do motor nº 1, o que resultou na aeronave rolando para uma atitude de asas niveladas. A tripulação de voo acionou o gerador pneumático que alimenta a bomba hidráulica auxiliar nº 1; no entanto, essa ação não restaurou a potência hidráulica da aeronave (NTSB, 1989)

Após 5 minutos da explosão, a tripulação de voo entrou em contato via rádio com o Centro de Controle de Tráfego Aéreo de Minneapolis (*Air Route Traffic Control Center* - ARTCC) e solicitou assistência de emergência e vetores para o aeroporto mais próximo. Os passageiros foram informados da falha do motor e os comissários foram instruídos a preparar a aeronave para um possível pouso de emergência. Na cabine de passageiros havia um piloto, Dennis E. Fitch (1942-2012), de 46 anos, examinador e instrutor de voo de DC-10 da United Airlines, que estava fora de serviço e ofereceu sua experiência para ajudar a tripulação, indo até a cabine de pilotagem auxiliar os pilotos.

> O piloto examinador tentou usar a potência do motor para controlar o ângulo de inclinação e a rotação. Ele disse que o avião tinha uma tendência contínua de virar para a direita, tornando difícil manter uma atitude de inclinação estável. Ele também informou que as alavancas de impulso dos motores nº 1 e nº 3 não podiam ser usadas simetricamente, então ele usou as duas mãos para manipular os dois aceleradores. (NTSB, 1990)

A tripulação avistou o aeroporto a cerca de 14 quilômetros do pouso, e o controle de tráfego instruiu a tentar pousar na cabeceira 31, que possuía 2640 metros de comprimento. No entanto, a aeronave estava se aproximando pela pista 22, que tinha 2080 metros de comprimento e estava fechada no momento, mas devido à posição e dificuldades em realizar curvas, o comandante optou por continuar a aproximação para a pista 22 em vez de tentar manobrar para a 31 O avião pousou ligeiramente à esquerda da linha central da pista 22. O primeiro contato com o solo foi feito pela ponta da asa direita, seguido pelo trem de pouso principal direito. O avião derrapou para a direita e rolou para uma posição invertida, e os rastros que a aeronave deixou na pista, evidenciaram a agressividade do toque ao solo.

Durante o pouso, testemunhas afirmaram vir a aeronave pegar fogo e capotar, parando após cruzar as pistas 17/35. Segundo a NTSB (1990), as operações de combate a incêndio e resgate começaram imediatamente, porém a aeronave foi destruída pelo impacto e pelo fogo.

> Após o acidente, o NTSB conduziu uma série de estudos em simuladores para avaliar a possibilidade de treinamento da tripulação para controlar a aeronave em uma situação UAL 232. Os estudos revelaram que a tripulação não teria se beneficiado desse treinamento, caso ele existisse, visto que a aeronave era virtualmente impossível de controlar. O NTSB concluiu que a aeronave, embora em condições de pilotagem, não poderia ter pousado com sucesso em uma pista com a perda de todos os controles hidráulicos de voo (NTSB, 1990).

Havia 296 pessoas a bordo, sendo 285 passageiros e 11 tripulantes. Do total, morreram 112 pessoas, incluindo uma vítima que veio a falecer posteriormente em razão dos ferimentos. Apesar da gravidade do acidente, todos os membros da cabine de comando sobreviveram, ainda que tenham sofrido ferimentos. O acidente é mundialmente conhecido como um caso de sucesso na aplicação do CRM, pelo fato de que 184 pessoas conseguiram escapar com vida de um acidente considerado catastrófico, tornando-o um excelente exemplo de acidente contributivo para reforçar a importância de fatores humanos e organizacionais.

O NTSB determinou como causa provável deste acidente a consideração inadequada das limitações de fatores humanos nos procedimentos de inspeção e controle de qualidade utilizados pela unidade de revisão de motores da United Airlines, evidenciando assim, um erro de corporação. As limitações impediram a detecção de uma trinca em uma área crítica do disco do ventilador de estágio 1 do motor, originada por um defeito metalúrgico que não foi detectado

4.1 O CRM no acidente United Airlines 232

O acidente da United Airlines 232 é um dos acidentes mais estudados na aviação, pois demonstra um excelente desempenho da tripulação diante de uma situação impossível, apesar da falha técnica catastrófica. As lições aprendidas foram que, o capitão Haynes, o copiloto e o engenheiro de voo e instrutor agiram em cooperação de forma exemplar, compartilhando suas experiências, mantendo a comunicação aberta e usando efetivamente dos recursos humanos. O caso é considerado uma das maiores referências mundiais em CRM.

Abordando no contexto de corporação, a investigação do NTSB revelou algumas pequenas falhas em inspeções, que poderiam ter evitado o acidente. Se o CRM tivesse sido aplicado externamente à cabine e houvesse uma cultura de reporte e aprendizado contínuo, o acidente poderia não ter ocorrido (Wiegmann; Shappell, 2003).

5 A Teoria Ator-Rede aplicada aos acidentes

Quando observados sob a ótica da Teoria Ator-Rede, os acidentes Varig 254 e United Airlines 232 passam a não ser definidas apenas como falhas humanas ou técnicas, e passam a ser compreendidas pelos resultados e interações complexas dentro da rede sociotécnica de cada acidente. Nessa rede, pessoas, normas organizacionais, máquina, homem e meio são atores do evento final.

5.1 Varig 254

Ao interpretar incorretamente o plano de voo, programando o rumo 270 ao invés de 027,0, os pilotos conduziram a aeronave para o sentido oposto ao pretendido. A Varig não disponibilizava um treinamento a respeito da mudança decimal nos rumos estipulados no plano de voo, sendo uma atriz dentro do acidente. Porém, a investigação revelou que no plano de voo estava faltando uma vírgula, que estava mal impressa, contribuindo para a interpretação incorreta. Não houve verificação cruzada pelo copiloto, o que contribuiu para a manutenção do erro (CENIPA, 1991).

A TAR permite chegar à conclusão de que o acidente não ocorreu apenas por conta de um indivíduo e sim de uma interação entre atores que compõem a rede. Os atores não humanos identificados, como a falta de verificação cruzada e a má impressão do plano de voo, contribuíram para o desfecho. Em suma, o erro não é de um ator isolado, mas resultado de uma má interação articulada entre atores humanos e não humanos dentro da rede.

Seguindo os fatores contribuintes, pequenas intervenções poderiam ter evitado o acidente, já que a aeronave estava perfeitamente operacional. Seguindo a teoria Ator-Rede, o acidente aconteceu devido a uma desconexão da rede sociotécnica que sustentava o voo.

5.2 United Airlines 232

Neste caso, a rede sociotécnica se reorganizou de uma maneira em que vários atores contribuíram ativamente para o sucesso da situação, diante da falha total dos comandos da aeronave. Mesmo controlando a aeronave apenas pelas manetes de potência 1 e 3 (a 2 pertencia ao motor perdido), os pilotos encararam a situação com maestria, que extrapolava qualquer treinamento anterior ou procedimento, com seriedade e trabalho em equipe, a essência do CRM. A gestão de crise pelo comandante foi um dos pontos positivos que contribuíram para a sucessão de ideias ao longo da situação, como a identificação rápida do problema e liderança da equipe na formulação de hipóteses a respeito das ações a serem tomadas.

Na perspectiva Latouriana, o fato de a tripulação ter redefinido suas funções, constituiu um ato de tradução. Os motores, que foram projetados apenas para a propulsão da aeronave, foram convertidos em instrumentos de controle e direção. A tripulação (humano) adaptou o uso das tecnologias disponíveis, interagindo de forma cooperativa e precisa com a máquina (não humano), uma relação típica das redes heterogêneas descritas por Latour.

A potencialidade de um piloto exercitar, de modo eficiente, bom julgamentos e decisões, demonstrando controle eficaz na prática das habilidades no gerenciamento de voo - *Airmanship* (Kern, 1997) dos tripulantes ficou evidente pela excelente coordenação, efetiva comunicação e proatividade entre os membros da tripulação, que uniram suas experiências em prol de um objetivo. No caso United Airlines, um evento sem precedentes tornou o acidente praticamente inevitável do ponto de vista operacional, pois os pilotos estavam sem os controles básicos da aeronave, que dispuseram de exímio CRM exercido por todas as partes presentes, e contornaram a situação com maestria.

Considerações finais

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho permitiu compreender como o acidente aéreo, que antes era apenas visto sob óticas superficiais, como falha técnica ou humana, podem ser relidos a partir de uma perspectiva sociotécnica, embasada pela Teoria Ator-Rede (TAR), de Bruno Latour, passando a unir os atores humanos e não humanos e entendendo como ambos se relacionam. Ao comparar os acidentes Varig 254 e United 232 sob a ótica da Teoria Ator-Rede é visto que eventos complexos precisam ter seus atores humanos e não humanos analisados, pois eles se associam, traduzem e redefinem seus objetivos e papéis em uma rede sociotécnica de ação. Portanto, o erro é um efeito coletivo da rede, podendo assim ser uma falha generalizada entre as partes que compõe o corpo sociotécnico.

Visto isso, o presente trabalho buscou responder à seguinte questão-problema: Quais os impactos e efeitos de uma boa aplicação do CRM durante situações de risco na cabine de comando (*cockpit*)?

Foram analisados artigos, livros e documentos oficiais – a partir dos quais foram realizados dois estudos de caso em que o CRM é um fator importante para os acidentes, e com finais símiles – foi identificado a importância de se estudar os fatores humanos e sua importância na prevenção de acidentes aeronáutico. Constatou-se também que o CRM é uma ferramenta indispensável para a relação interpessoal em diversas áreas, principalmente na aviação, onde há a interação homem-homem e homem-máquina, ambas dependentes de

procedimentos padronizados focados em mitigar erros. A TAR permite demonstrar, por meio de traduções, as falhas transformadas em novas relações durante o processo que se fez presente, permitindo uma evolução sociotécnica e definindo novos papéis para os atores em questão.

O Voo da United Airlines 232 revelou o surgimento de uma nova rede sociotécnica, diante de uma situação catastrófica e imprevisível, sendo um marco na evolução do Gerenciamento de Recursos de Cabine (CRM) e sua contribuição para o entendimento e estudo sobre fatores humanos. Foi evidenciado que o êxito e a falha das operações não dependem de apenas um ator e sim da interação de atores existentes no campo e de suas capacidades de manter as traduções harmônicas e racionais para a circunstância. Sendo assim, estas traduções rompidas ou malfeitas, a colaboração para um eventual acidente será maior.

Fatores organizacionais, técnicos e operacionais somados ao reconhecimento das habilidades não técnicas ligadas à relação do homem com a máquina, contribuem para uma cultura organizacional segura, focada em diminuir os acidentes aéreos e entendê-los. Pode-se definir o acidente UA232 como sendo um evento inevitável, que dispôs de atores que conseguiram contornar essa inevitabilidade diminuindo os impactos prováveis e traduzindo-os para a situação que ocorreu. O caso da Varig 254 foi uma condição de evitabilidade tanto organizacional quanto transmissório (comunicação).

Os órgãos de segurança e investigação de acidentes aéreos – (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) e *National Transportation Safety Board*, (NTSB), bem como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), *Federal Aviation Administration* (FAA) e Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) – funcionam como instituições não humanas, possuindo a função de atores que influenciam a disseminação do conhecimento e aprendizagem para evitar a repetição de erros e falhas sistêmicas.

Cabe aos órgãos competentes e às companhias aéreas sustentarem treinamentos baseados na cultura do CRM e estimular o mesmo no dia a dia da corporação, bem como avaliações periódicas visando eventuais aperfeiçoamentos das atuais normas e protocolos de segurança, sempre com o objetivo de mitigar e diminuir acidentes e incidentes aeronáuticos, garantindo que cada acidente se transforme em lições e aprimoramentos coletivos, e não apenas estatísticas.

Referências

ACOSTA, J. P. L; COSTA, N. H. S. **A relevância do treinamento de habilidades não técnicas na atuação de pilotos de avião**. 2021. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-aeronauticas/pilotos-de-aviao. Acesso em: 29 de set. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Crew Resource Management (CRM) – Sitese**. Brasília: ANAC, 2019. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/CRM-Sitese.pdf. Acesso em: 05 out. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Manual do Facilitador em CRM. Brasília:** ANAC**,** s.d. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/manualtreinamentofacilitadorcrm3.pdf. Acesso em: 05 out. 2025.

BRASIL. Departamento de Aviação Civil (DAC). **Simpósio de Gerenciamento de Recursos de Equipes (Corporate Resource Management – CRM).** Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/CRM-Sitese.pdf. Acesso em: 05 out. 2025.

BRASIL. Departamento de Aviação Civil (DAC). **Instrução de Aviação Civil (IAC) n. 060-1002A**, de 14 de abril de 2005. Aprova a Instrução de Aviação Civil do DAC que trata do Treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes (CRM). Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: https://hangarmma.com.br/blog/wp-content/uploads/2019/05/IAC060_1002A.pdf. Acesso em 09 out. 2025.

CAPAVERDE, Son Caroline Bastos; FOGAÇA, Lucas; HENRIQSON, Éder. A construção de modelos teóricos na pesquisa em administração: a influência de Law. Revista de Administração de Empresas (RAE), Porto Alegre, p. 6, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rae/a/zJNYPcMB5w6YkprbHk35jyH/?format=html&lang=pt. Acesso em: 07 out. de 2025.

CAVENDISH AVIATION. **Shell model in aviation**. Cavendish Aviation College, [S.l.], 2015. Disponível em: https://www.cavendish.ac/shell-model-in-aviation. Acesso em: 14 out. 2025.

CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Órgão do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos** – SIPAER. Força Aérea Brasileira, Brasília, 2018. Disponível em: https://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opusculo_cenipa.pdf. Acesso em: 12 out. 2025.

CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório final – Acidente aeronáutico PP-VMK**, 03 set. 1989. Brasília: Força Aérea Brasileira, 1991. Disponívelem:https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/RF_PPVMK_ACIDENTE_03_09_1989.pdf. Acesso em: 05 out. 2025.

CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **O CENIPA**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/o-cenipa. Acesso em: 09 out. 2025.

CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-15:** Gestão da Segurança de Voo na Aviação Militar. Brasília: CENIPA, 2022.

CRISTIAN, Marcilio. **Acidente do voo Varig 254 Marabá** - **Belém**. [S.l.: s. n.], 2017. 1 vídeo (26:47). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qEjSpUqwX0s. Acesso em: 25 de out. 2025.

DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Glossário**. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.decea.mil.br/index.cfm?i=utilidades&p=glossario&single=2133. Acesso em: 09 out. 2025.

EBIANCH. **Apostila FHU**. [S.l.], fev. 2024. Disponível em: https://www.ebianch.com/wp-content/uploads/2025/02/11-Apostila-FHU_eBianch.pdf. Acesso em: 22 out. 2025.

EONEZAVA, João Carlos. **Noções básicas de prevenção de acidentes aeronáuticos**: apostila do Curso de Formação de Cabos (CFC). Escola de Especialistas de Aeronáutica – EEAR, 2013. Disponível em: https://www2.fab.mil.br/eear/images/cfc/cfc_prevencao.pdf. Acesso em:12 out de 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **Crew Resource Management – History**. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 2022. Disponível em: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2022-11/crmhistory.pdf. Acesso em: 11 out. 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **AMT Handbook Addendum:** Human Factors. Washington, D.C., 2005. Disponível em: https://www.faasafety.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf. Acesso em: 12 out. 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **Crew Resource Management – History**. Washington, D.C., nov. 2022. Disponível em: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2022-11/crmhistory.pdf. Acesso em: 12 out. 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **Human Factors – The Role of Human Factors in Aviation Safety**. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 2024. Disponível em: https://www.hf.faa.gov/role.aspx. Acesso em: 08 out. 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **Lessons Learned – Accident N1819U**. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 2023. Disponível em: https://www.faa.gov/lessons_learned/transport_airplane/accidents/N1819U. Acesso em: 12 out. 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **Order 9550.8 Human Factors Policy**, 1993. Disponível em: https://www.faa.gov/regulations_policies/orders_notices/index.cfm/go/document.information/documentid/12081. Acesso em: 12 out. 2025.

FAA - Federal Aviation Administration. **FAA Research 1989 – 2002/**Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection/ Human Factors on Aviation Maintenance and Inspection (HFAMI) web site. 2002. Disponível em: http:hfskyway.faa.gov/HFAMI/lpext.dll/FAA%20Research%201989%20-%202002/ Infobase/1a4?fn=main-jhfami.htm&f=templates. Acesso em 12/10/2025.

G1**. Voo Varig 254** – erro na configuração da rota fez avião voar na direção contrária [imagem]. Foto: Infografia Dennis Barbosa/G1, 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2019/09/03/bebe-que-escapou-ilesa-de-acidente-da-varig-na-amazonia-ha-30-anos-pensou-em-ser-comissaria-de-bordo.ghtml. Acesso em: 14 out. de 2025.

GROVES, Clinton H. **Varig Boeing 737-200 PP-VMK** [fotografia]. s.l., s.d. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Varig_Boeing_737-200_PP-VMK_mod.jpg. Acesso em: 10 out. de 2025.

GRIFFIN, Thomas G. C.; YOUNG, Mark S.; STANTON, Neville A. **Human Factors Models for Aviation Accident Analysis and Prevention.** Farnham: Ashgate Publishing, 2015.

HAWKINS, F. H. **Human factors in flight**. Aldershot: Ashgate, 1993.

HELMREICH, R. L. **Error management as organizational strategy**. In: Proceedings of the IATA Human Factors Seminar, Bangkok, Thailand, 20–22 Apr. 1998. p. 1-7.

HELMREICH, Robert L.; WILHELM, John A.; KLINECT, James R.; MERRITT, Ashleigh C. **Culture, Error, and Crew Resource Management**. Department of Psychology, The University of Texas at Austin, 2001. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org. Acesso em:14 de out. 2025.

ICAO - Organização de Aviação Civil Internacional. **Safety Management Manual** (SMM). Doc 9859. Montreal, 2018.

ICAO - Organização de Aviação Civil Internacional. **Anexo 13** – Investigação de Acidentes e Incidentes Aeronáuticos. Montreal: OACI, 2016.

JÚNIOR, Carlos Ângelo. **Ausência do CRM na instrução de voo: consequências desse quadro e benefícios de sua implantação.** 2017. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) — Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017. Disponível em: https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/c575c572-65bc-409f-885e-7e6449d93db2/content. Acesso em: 29 set. de 2025.

KERN, Tony. **Redefining Airmanship**. New York: McGraw-Hill. 1997.

KPLASTIQUE. **McDonnell Douglas DC-10 (N1819U) operated by United Airlines [fotografia].** Janeiro de 1977. Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International (CC BY-SA 4.0). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:United_DC-10_N1819U.jpg. Acesso em: 09 out. de 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LAW, John. **Notas sobre a teoria ator-rede: ordenamento, estratégia e heterogeneidade.** (Trad. Fernando Manso). Rio de Janeiro: NECSO – Núcleo de Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (UFRJ), 1992. Disponível em: https://www.necso.ufrj.br/Trads/Notas%20sobre%20a%20teoria%20Ator-Rede.htm. Acesso em: 07 out. 2025.

MUNDO DA METROLOGIA. **Voo Varig 254**: Interpretação enganosa do plano de voo contribuiu para a queda da aeronave. Disponível em: http://www.mundodametrologia.com.br/2020/09/voo-varig-254-interpretacao-enganosa-do.html. 2020. Acesso em: 11 de out. 2025.

MYSID. **Horizontal situation indicator** [ilustração]. 02 ago. 2010. Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Horizontal_situation_indicator-en.svg. Acesso em: 11 de out. 2025.

NASA. **Airline Crew Training**. Ames Research Center, jan. 1989. Disponível em: https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020087647.pdf. Acesso em: 08 out. 2025.

NSTB - National Transportation Safety Board (NTSB). **Annual Report to Congress 2020**. Washington, D.C.: NTSB, 2020.

NSTB - National Transportation Safety Board (NTSB). **Aircraft Accident Report – United Airlines Flight 232**, McDonnell Douglas DC-10-10, Sioux Gateway Airport, Sioux City, Iowa, July 19, 1989.

NSTB - National Transportation Safety Board (NTSB). **NTSB/AAR-90/06**. Washington, D.C., 1 nov. 1990. Disponível em: https://www.ntsb.gov/investigations/accidentreports/reports/aar-90-06.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

SACONI, Alexandre. **A história do avião da Varig que caiu na Amazônia por causa de uma vírgula**. UOL Economia, São Paulo, 04 set. 2019. Disponível em: https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/09/04/trinta-anos-queda-aviao-varig-amazonia.htm. Acesso em: 29 out. 2025.

SIMULADOS ANAC. **O que é o Gerenciamento de Ameaças e Erros (TEM)**. Simulados ANAC, [S.l.], s.d. Disponível em: https://simuladosanac.com/blog/o-que-e-o-gerenciamento-de-ameacas-e-erros-tem. Acesso em: 02 out. 2025.

SKYBRARY. **James Reason HF Model**, s.d. Disponível em: https://skybrary.aero/articles/james-reason-hf-model. Acesso em: 02 de out. 2025.

SKYBRARY. **SHELL Model**. [s.d.]. Disponível em: https://www.skybrary.aero/articles/icao-shell-model. Acesso em: 02 de out. 2025.

SKYBRARY. **Threat and Error Management (TEM)**. [s.d.]. Disponível em: https://skybrary.aero/articles/threat-and-error-management-tem. Acesso em: 09 out. 2025.
WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A**. Uma abordagem de erro humano para análise de acidentes aéreos**: o Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos. 1. ed. Routledge, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9781315263878. Acesso em: 08 de out. 2025

WIKIMEDIA COMMONS. **Cenipa Emblem** [imagem]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cenipa_Emblem.png. 9 ago 2024. Acesso em: 08 de out. 2025.

WIKIMÉDIA COMMONS. **Seal of the United States National Transportation Safety Board** [imagem]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seal_of_the_United_States_National_Transportation_Safety_Board.svg. 30 ago 2007. Acesso em: 10 out. 2025.

YOUTUBE. **Acidente do voo da Varig 254 Marabá - Belém**. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qEjSpUqwX0s. Acesso em: 29 de set. 2025.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n. 1, 2026, p. 97-110.
DOI: https://doi.org/10.63656/pgnf9m50. ISSN ***- 3085-7678 (online)***

TILTROTORES NA AVIAÇÃO CIVIL: análise de viabilidade técnica, econômica e regulatória no cenário brasileiro

TILTROTORS IN CIVIL AVIATION: feasibility analysis of technical, economic and regulatory aspects in the brazilian scenario

Marco Aurélio Mazzer Zamoner[25]

RESUMO: O presente estudo analisa as aplicações civis das aeronaves tiltrotor, investigando os fatores técnicos, econômicos e regulatórios que limitam sua adoção em larga escala. Por meio de pesquisa bibliográfica, documental e análise comparativa de desempenho, o artigo identifica que a complexidade tecnológica, os altos custos de aquisição e os desafios de certificação mantêm os tiltrotores restritos a nichos específicos, como transporte executivo e operações offshore. Conclui-se que a transição do sucesso militar para o mercado civil é mais impactada por barreiras econômicas e regulatórias do que por limitações técnicas puras.
Palavras-chave: tiltrotor; aviação civil; aeronaves VTOL; mobilidade urbana; inovação tecnológica.

ABSTRACT: This study analyzes the civil applications of tiltrotor aircraft, investigating the technical, economic, and regulatory factors limiting their widespread adoption. Through bibliographic and documentary research, coupled with comparative performance analysis, the paper identifies that technological complexity, high acquisition costs, and certification challenges confine tiltrotors to specific niches such as executive transport and offshore operations. It concludes that the transition from military success to the civil market is more affected by economic and regulatory barriers than by pure technical limitations.
Keywords: tiltrotor aircraft; civil aviation; VTOL aircraft; urban air mobility; technological innovation.

Introdução

Em abril de 1980, a Operação *Eagle Claw* — uma missão americana para resgatar reféns no Irã — terminou em tragédia no deserto iraniano. O plano fracassou quando um helicóptero colidiu com um avião durante o reabastecimento, resultando na morte de oito pessoas.

O acidente evidenciou uma grande limitação da aviação da época: não havia uma aeronave que combinasse a capacidade de pouso e decolagem vertical de um helicóptero com a velocidade, o alcance e a autonomia de um avião convencional. Essa carência motivou o desenvolvimento de uma nova classe de aeronaves: os tiltrotores. O V-22 Osprey, o representante mais conhecido desse grupo, foi concebido a partir das lições extraídas dessa operação.

Essas aeronaves constituem o foco deste artigo por representarem um avanço tecnológico singular, integrando a versatilidade operacional dos helicópteros à eficiência em cruzeiro das aeronaves de asa fixa.

[25] Graduado do Curso Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil -EJ, Itápolis/São Paulo. Contato: marcozamoner155@gmail.com

Contudo, apesar do potencial evidente e do sucesso em aplicações militares, a adoção dos tiltrotores na aviação civil permanece bastante limitada. Diante desse cenário, este trabalho busca compreender as vantagens operacionais dessas aeronaves, sua origem e trajetória de desenvolvimento, bem como investigar os fatores de natureza técnica, econômica e regulatória que explicam as barreiras à sua difusão no mercado civil.

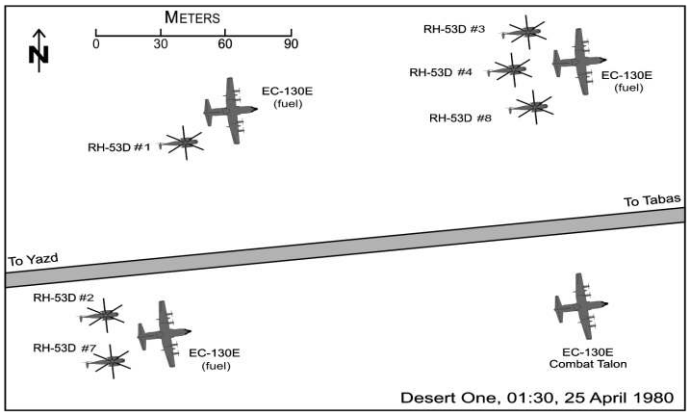
O principal motivo para a escolha desse tema foi a falta de literatura em português, além de sua relevância no mundo atual.

A pesquisa é de natureza descritiva e exploratória, utilizando o método indutivo a partir de revisão bibliográfica. As fontes foram selecionadas a partir de bases acadêmicas (SciELO, Google Acadêmico), documentos oficiais de agências reguladoras (FAA, EASA, ANAC) e relatórios técnicos de fabricantes (Bell, Leonardo, Embraer, Sikorsky). Foram priorizados estudos e artigos que abordam desempenho operacional, custos e aspectos regulatórios de aeronaves VTOL e tiltrotor.

1 As lições da Operação *Eagle Claw*

O desastre da Operação *Eagle Claw* serviu como um catalisador para a aceleração do desenvolvimento de aeronaves tiltrotor. A missão, concebida para resgatar 52 reféns americanos na embaixada em Teerã, exigia que oito helicópteros RH-53D Sea Stallion decolassem do porta-aviões USS *Nimitz* no Mar Arábico, voassem até um ponto de apoio remoto no deserto iraniano (codinome *Desert One*) para reabastecer com aviões-tanque EC-130 (Figura 1) e depois prosseguissem para Teerã (Whittle, 2010). A complexidade inerente de integrar uma força de aeronaves de asa fixa e rotativa em um ambiente noturno e hostil revelou-se sua maior vulnerabilidade.

Figura 1 – Diagrama mostrando a complexidade do reabastecimento



Fonte: Bolger, 1988, p. 118

O problema não se deu por mau planejamento, mas por uma limitação tecnológica fundamental. Os helicópteros, embora essenciais para o pouso discreto e a extração, sofriam com autonomia e raio de ação limitados, exigindo pontos de reabastecimento complexos e vulneráveis. Foi precisamente durante esta fase crítica em *Desert One* que a operação se desintegrou: um dos helicópteros abortou devido a uma falha no rotor; em seguida, uma colisão no solo entre um RH-53D e um EC-130 resultou em uma bola de fogo que matou oito militares. A figura 2 mostra o resultado do acidente:

Figura 2 – Local do acidente



Fonte: United States Special Operations Command History, 1987-2007[26]

A lição foi cristalina para os estrategistas militares norte-americanos: era necessária uma aeronave que eliminasse a dependência de pontos de reabastecimento intermediários, combinando o alcance e a velocidade de um C-130 com a capacidade de pouso e decolagem vertical de um RH-53. Como bem descreve Whittle (2010, p. 45) sobre as lições aprendidas:

> O fracasso em Desert One não foi uma falha de coragem ou planejamento, mas sim uma demonstração brutal das limitações da tecnologia disponível. Precisávamos de uma aeronave que pudesse fazer o que tanto helicópteros quanto aviões faziam, mas em uma única plataforma.

1.1 Pioneirismos

Embora a *Eagle Claw* tenha fornecido o impulso político e militar decisivo, a semente do conceito de tiltrotor havia sido plantada décadas antes. A busca por uma aeronave de

[26] UNITED STATES SPECIAL OPERATIONS COMMAND. *History, 1987-2007*. Disponível em: https://www.socom.mil/ussocom-celebrates-its-30th-anniversary. Acesso em: 20 out. 2025.

desempenho híbrido não era nova, mas os desafios técnicos, particularmente a complexa aerodinâmica e os sistemas de controle durante a transição de voo, eram formidáveis.

O primeiro marco significativo nesta jornada foi o Bell XV-3, cujo programa se estendeu de 1953 a 1966. O XV-3 foi a primeira aeronave a demonstrar com sucesso, em voo, a transição completa do modo helicóptero para o modo avião e vice-versa. Sua configuração, com rotores montados em eixos fixos nas pontas das asas, provou a viabilidade fundamental da conversão. No entanto, o XV-3 teve problemas causados pelo fenômeno de "acoplamento giroscópico", uma instabilidade perigosa que limitou seu desempenho e expôs os profundos desafios de controle da plataforma (Padfield, 2018). Apesar de suas limitações, o XV-3 foi inestimável como uma prova de conceito voadora, fornecendo dados cruciais que orientaram projetos futuros, como demonstra a figura 3.

Figura 3 – Um Bell XV-3 em voo



Fonte: U.S. Air Force[27]

A evolução do XV-3 veio com o Bell XV-15, que voou entre 1977 e 2003. O XV-15 introduziu a característica que define os tiltrotores modernos: naceles completas dos motores que inclinam, diferente dos rotores fixos do XV-3. Essa inovação foi revolucionária porque, ao inclinar toda a nacela, o fluxo de ar do rotor se mantinha eficiente em todas as fases do voo, resolvendo grande parte dos problemas de instabilidade do seu predecessor. A figura abaixo destaca as diferenças de design entre o XV-3 e o XV-15.

[27] U.S. AIR FORCE. *Bell XV-3 Fact Sheet Media*. National Museum of the United States Air Force. Disponível em: https://www.nationalmuseum.af.mil/factsheets/xv-3_factsheet_media?fsID=2288. Acesso em: 20 out. 2025.

Figura 4 – Um Bell XV-15 pousando verticalmente



Fonte: U.S. Coast Guard Visual Information Gallery[28]

O XV-15 não foi apenas um sucesso técnico; foi um sucesso de demonstração. Suas performances espetaculares em shows aéreos e para autoridades militares e governamentais – pairando como um helicóptero e depois acelerando como um avião – provaram de forma tangível o potencial transformador da tecnologia. Padfield (2018, p. 428) destaca a importância deste marco:

> O programa XV-15 forneceu a ponte essencial entre a teoria e a prática. Ele não apenas validou os princípios aerodinâmicos dos tiltrotores, mas também demonstrou de forma convincente para céticos que a transição entre modos de voo poderia ser realizada de forma suave e controlável.

2 Evolução e Modelos Civis de Tiltrotor

A transição da tecnologia tiltrotor do âmbito militar para o civil é um processo em estágio avançado, impulsionado pela maturação da plataforma V-22 Osprey. Enquanto o Osprey demonstrou a viabilidade operacional do conceito em missões de alta demanda, o foco da indústria voltou-se para adaptar essa tecnologia para o mercado civil, resultando em projetos dedicados.

[28] U.S. COAST GUARD VISUAL INFORMATION GALLERY. *Bell XV-15*. Disponível em: http://cgvi.uscg.mil/media/main.php?g2_itemId=110527. Acesso em: 20 out. 2025.

O principal expoente nesta frente é o Bell/Agusta BA609 (atual AW609), desenvolvido em parceria pela Bell Helicopter e pela AgustaWestland (atual LEONARDO). Concebido como uma versão civil do bem-sucedido V-22, o AW609 é uma aeronave pressurizada com capacidade para até nove passageiros, projetada para conectar centros urbanos sem a necessidade de aeroportos, reduzindo tempos de viagem de forma significativa. É possível visualizar a herança de design tanto do XV-15, quanto do V-22 no AW609 como demonstrado na figura 5 abaixo.

Figura 5 – Um AW609 em solo



Fonte: Anzellotti (2015)[29]

Outros conceitos, como o Bell Nexus, apresentado como uma solução para a Mobilidade Aérea Urbana (UAM - *Urban Air Mobility*), exploram a propulsão híbrida-elétrica, indicando o caminho futuro para a tecnologia. A análise desses modelos revela um esforço contínuo em reduzir custos operacionais e de aquisição, tornando a tecnologia economicamente viável para nichos específicos do mercado civil.

3 Aplicações potenciais na aviação civil

A versatilidade intrínseca dos tiltrotores, ao fundir dois conceitos aeronáuticos distintos, abre um leque de aplicações civis estratégicas. Eles preenchem de forma única nichos operacionais críticos nos quais os helicópteros se mostram limitados pela baixa velocidade e

[29] ANZELLOTTI, G. AW609 TiltRotor. Flickr, 2015. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/giammi52/21471922133. Acesso em: 20 out. 2025.

onde as aeronaves de asa fixa são inviabilizadas pela dependência de infraestrutura aeroportuária extensa.

Embora o V-22 Osprey seja amplamente reconhecido como marco tecnológico, sua trajetória operacional não é isenta de críticas. Autores como *Whittle* (2010) destacam que a complexidade dos sistemas de transição e os altos custos de manutenção limitaram sua empregabilidade em missões de baixa intensidade. Além disso, incidentes operacionais — como a perda de aeronaves por *vortex ring state* durante aterrissagens verticais — expõem limitações inerentes à configuração tiltrotor em condições específicas de vento e densidade.

No âmbito civil, o AW609 enfrenta ceticismo quanto à sua viabilidade econômica. Críticos argumentam que a certificação prolongada (iniciada em 2003 e ainda não concluída) e os custos de produção elevados podem condenar a aeronave a um nicho restrito, sem alcançar economias de escala. Essa perspectiva contrasta com o otimismo de fabricantes, que veem no tiltrotor uma solução ideal para conectar regiões remotas e centros urbanos congestionados.

3.1 Transporte Executivo e Regional de Alta Densidade

Esta é talvez a aplicação mais imediata e economicamente viável. Enquanto um jato executivo necessita operar de aeroportos principais, muitas vezes localizados na periferia das grandes cidades, um tiltrotor pode utilizar heliportos urbanos, reduzindo drasticamente o tempo total de deslocamento (*door-to-door*). Considere uma rota como São Paulo-Rio de Janeiro. Um jato executivo pode levar cerca de 50 minutos de voo, mas somado ao tempo de deslocamento para os aeroportos de Congonhas/Galeão, o tempo total facilmente ultrapassa 3 horas. Um tiltrotor como o AW609, com velocidade de cruzeiro de 275 nós (~510 km/h), realizaria o voo em tempo similar, mas ao pousar no heliporto da Avenida Paulista e outro na Zona Sul do Rio, reduziria o tempo total para cerca de 1h30min, um ganho de produtividade extraordinário para executivos (AGUSTAWESTLAND, 2023). Essa capacidade de conectar centros financeiros e industriais diretamente, em rotas de até 500 milhas náuticas, cria um paradigma para a aviação corporativa.

3.2 Serviços Aeromédicos e Busca e Salvamento (SAR)

Em missões em que minutos significam a diferença entre a vida e a morte, a combinação de alcance, velocidade e pouso vertical dos tiltrotores é transformadora. Para evacuações médicas de longa distância (MEDEVAC), um tiltrotor pode decolar de um hospital central, voar

rapidamente para uma cidade do interior sem infraestrutura aeroportuária adequada, pousar próximo ao local do acidente ou hospital local e retornar em alta velocidade ao centro de trauma.

Em Busca e Salvamento (SAR), particularmente em extensas áreas costeiras ou regiões montanhosas remotas, o tiltrotor pode cobrir uma área de busca muito maior no mesmo intervalo de tempo que um helicóptero, chegando mais rapidamente às vítimas. Aeronaves como o AW609 foram pensadas com essa modularidade em mente, como demonstra a figura 6:

Figura 6 – Um AW609 configurado para transporte aeromédico



Fonte: Leonardo.[30]

A Força Aérea Brasileira, por exemplo, operando na vastidão da Amazônia e do litoral brasileiro, encontraria no tiltrotor uma capacidade logística e de resposta sem precedentes para o SAR.

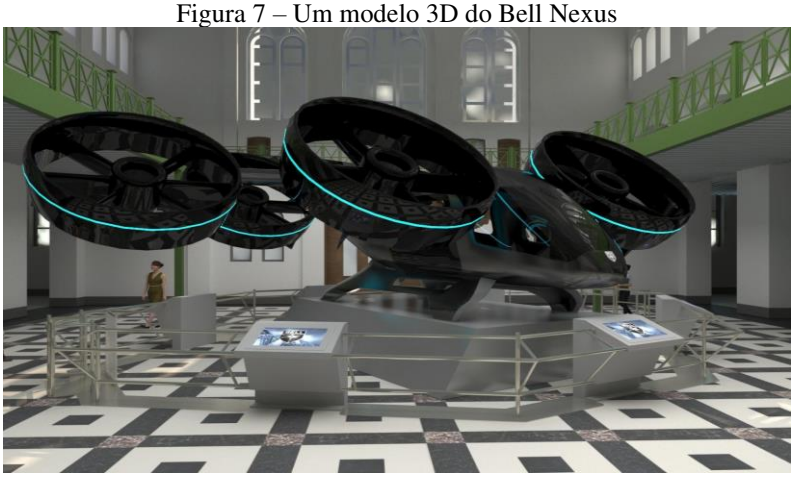
3.3 Mobilidade Aérea Urbana (UAM) e eVTOLs

A evolução natural do conceito tiltrotor converge para a Mobilidade Aérea Urbana. Projetos de tiltrotores elétricos ou híbrido-elétricos (eVTOLs), como o Bell Nexus e o Joby Aviation S4, adaptam o princípio do rotor basculante para um contexto urbano. Estes veículos são projetados para operar silenciosamente a partir de vertiports distribuídos pela cidade, formando uma rede de *air taxis* que sobrevoa o tráfego terrestre congestionado. Enquanto os tiltrotores convencionais como o AW609 atendem a rotas regionais, os eVTOLs de asa fixa e rotores basculantes focam em trajetos mais curtos (até 100 km), mas com a mesma vantagem

[30]LEONARDO. AW609 TiltRotor – Medical Configuration. Disponível em: https://helicopters.leonardo.com/en/products/aw609. Acesso em: 25 out. 2025.

fundamental: a transição eficiente entre voo vertical e horizontal. Os eVTOLs se distinguem de tiltrotores convencionais, seus *designs* são mais focados em navegar pelo ambiente urbano com agilidade, como o caso do Bell Nexus abaixo na figura 7:

Figura 7 – Um modelo 3D do Bell Nexus



Fonte: Bell Aircraft.[31]

Esta aplicação, ainda em fase de desenvolvimento e certificação, promete revolucionar a mobilidade nas grandes cidades, representando o capítulo mais futurista da herança tecnológica do tiltrotor.

3.4 Serviço *Offshore* e Transporte para Plataformas

Na indústria de petróleo e gás, o transporte de equipes para plataformas marítimas é uma operação essencial, hoje feita principalmente por helicópteros como o *Sikorsky* S-92 e *Airbus* H225. Esses helicópteros voam entre 140-150 nós de velocidade de cruzeiro. Um tiltrotor faria o mesmo trajeto quase duas vezes mais rápido, cortando pela metade o tempo de voo sobre o mar - um fator crucial para segurança, reduzindo a exposição a condições climáticas adversas.

Além disso, o maior alcance permite que as bases de operação fiquem mais distantes da costa, otimizando a logística e reduzindo custos. Para plataformas a 200 milhas náuticas da costa, a redução no tempo de voo significa não apenas mais segurança, mas também mais produtividade, já que a aeronave pode fazer mais viagens por dia.

4 Principais vantagens

[31] BELL AIRCRAFT. Bell Nexus Air Taxi. Bell Flight News, 2021. Disponível em: https://news.bellflight.com/en-US/202804-bell-to-showcase-nexus-air-taxi-and-iconic-innovations-at-smithsonian-futures-exhibition.

Velocidade e alcance: São muito superiores aos helicópteros, praticamente dobrando a velocidade de cruzeiro e aumentando o raio de ação.

Flexibilidade operacional: Podem operar de heliportos, eliminando a dependência de pistas longas e acessando locais inalcançáveis para aviões.

Eficiência: No modo avião, são mais eficientes que helicópteros, consumindo menos combustível por distância percorrida.

4.1 Principais desafios

Custo e complexidade: Os sistemas de transição são complexos, resultando em custos de aquisição e manutenção mais altos que helicópteros equivalentes.

Regulamentação: A certificação pelas autoridades de aviação civil é um processo rigoroso que ainda está em andamento.

Ruído e infraestrutura: O ruído dos rotores grandes e a necessidade de heliportos adaptados representam desafios para operação em áreas urbanas

Treinamento: Pilotos precisam de treinamento especializado para operar essas aeronaves híbridas.

5 Aspectos regulatórios e certificação

A certificação de aeronaves tiltrotor para uso civil representa um dos maiores desafios para sua popularização. Por se tratar de uma categoria híbrida, as agências reguladoras precisam criar normas específicas que contemplem tanto características de helicóptero quanto de aeronave de asa fixa.

A *Federal Aviation Administration* (FAA) dos EUA e a *European Union Aviation Safety Agency* (EASA) estão desenvolvendo requisitos específicos para tiltrotores, focando em: Procedimentos de transição entre modos de voo, sistemas de redundância e segurança, performance em caso de falha de motor, requisitos de treinamento de pilotos.

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) acompanha esse desenvolvimento, mas ainda não possui regulamentação específica para a categoria. A certificação civil de tiltrotores esbarra na ausência de normas específicas, obrigando as autoridades a adaptarem regulamentos existentes para helicópteros (como a CS-27/29 da EASA e a FAR *Part* 27/29 da FAA) e aeronaves de asa fixa. Essa abordagem híbrida gera incertezas, especialmente em requisitos de segurança para transição de voo e falhas de motor. O AW609,

por exemplo, teve seu processo de certificação reavaliado diversas vezes devido a exigências adicionais em testes de *flutter* e redundância de sistemas

O processo de certificação do AW609, que começou em 2003, já passou por várias revisões e adaptações, mostrando a complexidade envolvida. Espera-se que sua certificação completa seja concluída até 2026, abrindo caminho para outros modelos.

6 Impacto econômico e mercado potencial

A análise econômica é crucial para entender a viabilidade real dos tiltrotores no mercado civil. Embora representem um investimento inicial significativo, seu valor deve ser analisado considerando o retorno operacional a longo prazo e as economias indiretas que proporcionam.

6.1 Análise de custos e investimento

O custo de aquisição de um tiltrotor como o AW609 está estimado entre US$ 30-40 milhões, significativamente superior ao de helicópteros executivos de mesma capacidade (Sikorsky S-76: US$ 15-20 milhões) ou jatos leves (Embraer Phenom 300: US$ 10-15 milhões). No entanto, esta análise deve considerar:

- Custo por milha voada: A maior velocidade (275 nós vs 140-150 nós de helicópteros) permite mais missões por dia.
- Eficiência energética: No modo de cruzeiro, consome até 30% menos combustível que helicópteros equivalentes.
- Manutenção: Sistemas mais complexos, mas com intervalos entre revisões potencialmente maiores.
- Produtividade da tripulação: Menor tempo de exposição a condições adversas, especialmente em operações offshore.

Essas vantagens podem ser mais bem evidenciadas com o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Comparação de parâmetros entre jato executivo, helicóptero e tiltrotor na aviação executiva

Parâmetro	Tiltrotor (AW609)	Helicóptero (Sikorsky S-76)	Jato Executivo (Embraer Phenom 300)
Velocidade de cruzeiro	275 nós (510 km/h)	155 nós (287 km/h)	450 nós (833 km/h)
Autonomia	~1.000 NM	~400 NM	~1.800 NM

Capacidade de passageiros	9	6-8	8-10
Infraestrutura necessária	Heliporto/Vertiport o	Heliporto	Aeroporto
Custo de aquisição	US$ 25-30 milhões	US$ 15-18 milhões	US$ 10-12 milhões
Tempo de treinamento de pilotos	Especializado	Convencional	Convencional

Fonte: Agusta Westland; Lockhead Martin.

Os dados revelam o nicho operacional do tiltrotor: é significativamente mais rápido que um helicóptero e possui autonomia comparável a um jato executivo, porém depende de infraestrutura de pouso vertical. Seu custo de aquisição, substancialmente mais alto, atesta a penalidade econômica da versatilidade tecnológica. A necessidade de treinamento especializado cria uma barreira de entrada para operadores, consolidando o tiltrotor como uma solução para aplicações em que o ganho de tempo *door-to-door* justifica o investimento *premium*.

6.2 Viabilidade no Brasil

O mercado brasileiro apresenta características geográficas e econômicas particularmente favoráveis para a adoção desta tecnologia. No setor *offshore*, onde operam mais de cento e cinquenta plataformas nas Bacias de Campos e Santos, o transporte semanal de mais de cinco mil profissionais cria uma demanda consistente. As distâncias típicas entre oitenta e duzentas e cinquenta milhas náuticas da costa representam o envelope operacional ideal para os tiltrotores, com potencial estimado para quinze a vinte unidades dedicadas exclusivamente a este segmento. No campo da aviação executiva, rotas como São Paulo-Rio de Janeiro (210 milhas náuticas) e Rio-Belo Horizonte (240 milhas náuticas) configuram-se como aplicações promissoras, com estimativa de oito a doze unidades para transporte corporativo *premium*.

6.3 Fatores críticos para o sucesso comercial

É imperativo que uma série de fatores críticos seja atendida. A redução de custos por meio de economias de escala no processo produtivo é fundamental para tornar a tecnologia mais acessível. O desenvolvimento de infraestrutura terrestre adequada, como heliportos e *vertiports* adaptados, é outro pilar necessário. A criação de programas de financiamento específicos para

a aquisição dessas aeronaves, o estabelecimento de programas robustos de treinamento de mão de obra especializada e, sobretudo, a definição de uma regulamentação clara e ágil por parte das autoridades aeronáuticas completam o ecossistema necessário para o sucesso.

Considerações Finais

Este artigo demonstrou que a viabilidade das aeronaves tiltrotor na aviação civil é um tema multidimensional, transcendendo a mera comprovação técnica. A análise confirmou que, embora sua superioridade operacional em nichos específicos – como transporte executivo ponto-a-ponto e operações *offshore* de longo alcance – seja inquestionável, barreiras críticas persistem.

A experiência com o AW609 ao longo de mais de duas décadas de desenvolvimento evidencia que a transposição de tecnologias híbridas do meio militar para o civil depende menos da capacidade técnica plenamente dominada e mais de fatores regulatórios adaptativos e de uma clara viabilidade econômica. O alto custo de aquisição e os rigorosos requisitos de certificação funcionam como filtros que restringem sua aplicação a mercados de alto valor.

Portanto, responde-se à questão norteadora afirmando que os tiltrotores não se destinam a substituir helicópteros ou jatos executivos de forma generalizada, mas sim a ocupar um espaço estratégico de nicho. Seu futuro na aviação civil não será definido por uma revolução, mas por uma evolução gradual, na qual a demonstração de operações sustentáveis e rentáveis em aplicações específicas pavimentará o caminho para uma eventual adoção mais ampla, possivelmente com a próxima geração de eVTOLs tiltrotor. Este cenário reafirma o caráter de inovação incremental e segmentada dos tiltrotores na aviação civil contemporânea.

Referências

AGUSTAWESTLAND**. AW609 TiltRotor**: The World's First Civil TiltRotor. 2023. Acesso em: 23 out. 2025.

ANZELLOTTI, G. **AW609 TiltRotor**. Flickr, 2015. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/giammi52/21471922133. Acesso em: 20 out. 2025.

BELL AIRCRAFT. Bell Nexus Air Taxi. ***Bell Flight News***, 2021. Disponível em: https://news.bellflight.com/en-US/202804-bell-to-showcase-nexus-air-taxi-and-iconic-innovations-at-smithsonian-futures-exhibition.

BOLGER, 1988, p. 118. ***Americans at War.*** Disponível em: https://archive.org/details/americansatwar190000bolg. Acesso em: 20 out. 2025.

EMBRAER. ***Phenom 300E***. Disponível em: https://www.embraer.com/executive-jets-our-aircraft/phenom-300e/pt. Acesso em: 25 out. 2025.

LEONARDO. ***AW609 TiltRotor*** – Medical Configuration. Disponível em: https://helicopters.leonardo.com/en/products/aw609. Acesso em: 25 out. 2025.

LOCKHEED MARTIN. ***Sikorsky S-76 Helicopter***. Disponível em: https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/sikorsky-s-76-helicopter.html. Acesso em: 25 out. 2025.

PADFIELD, Gareth D. **Tiltrotor aircraft:** modelling and flying qualities. In: PADFIELD, Gareth D. Helicopter flight dynamics: the theory and application of flying qualities and simulation modelling. 3. ed. Chichester: Wiley, 2018. cap. 10. p. 421–460. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119401087.ch10. Acesso em: 08 jun. 2025.

UNITED STATES SPECIAL OPERATIONS COMMAND. **History, 1987-2007**. Disponível em: https://www.socom.mil/ussocom-celebrates-its-30th-anniversary. Acesso em: 20 out. 2025.

U.S. AIR FORCE. **Bell XV-3 Fact Sheet Media**. National Museum of the United States Air Force. Disponível em: https://www.nationalmuseum.af.mil/factsheets/xv-3_factsheet_media?fsID=2288. Acesso em: 20 out. 2025.

U.S. COAST GUARD VISUAL INFORMATION GALLERY. **Bell XV-15**. Disponível em: http://cgvi.uscg.mil/media/main.php?g2_itemId=110527. Acesso em: 20 out. 2025.

WHITTLE, Richard. ***The dream machine: the untold history of the notorious V-22 Osprey***. New York: Simon & Schuster, 2010. Disponível em: https://scholarship.law.gwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2386&context=faculty_publications Acesso em: 23 out. 2025.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n.1, 2026, p. 111-131
DOI: https://doi.org/10.63656/trh85y38. ISSN ***- 3085-7678 (online)***

DAS CINZAS AOS CÉUS: transformação no setor aéreo moçambicano (1960-1980)

FROM ASHES TO HEAVEN: transformations in the mozambican aviation sector (1960-1980)

Nagai Anne Silva Pacho[32]

RESUMO: O trabalho "Das Cinzas aos Céus" investiga o papel da aviação em Moçambique entre 1960 e 1980, período marcado pela luta de libertação e pelos primeiros anos da independência. Embora a guerra colonial seja amplamente estudada, a história do setor aéreo permanece pouco explorada, apesar de sua relevância estratégica para o controle colonial e a reorganização do Estado moçambicano. O objetivo central é analisar como as transformações sociais e políticas influenciaram o desenvolvimento da aviação, com destaque para a trajetória da companhia Direção de Exploração dos Transportes Aéreos (DETA), nacionalizada em 1975 e transformada em Linhas Aéreas de Moçambique (LAM). Busca-se compreender também, como esse setor refletiu desigualdades coloniais, ao mesmo tempo em que se tornou um símbolo de soberania e reconstrução nacional. A pesquisa, de abordagem qualitativa e de natureza exploratória e descritiva, fundamenta-se em revisão bibliográfica, análise documental e entrevista com Bento José Pacho, piloto aposentado da LAM. Pretende-se evidenciar o papel da aviação na consolidação da independência e na preservação da memória histórica do país.
Palavras-chave: aviação moçambicana; Independência de Moçambique; DETA; LAM; Guerra de Libertação.

ABSTRACT: The work "From Ashes to Heaven" investigates the role of aviation in Mozambique between 1960 and 1980, a period marked by the liberation struggle and the first years of independence. Although the colonial war is extensively studied, the history of the aviation sector remains little explored, despite its strategic relevance to colonial control and the reorganization of the Mozambican state. The central objective is to analyze how social and political transformations influenced the development of aviation, highlighting the trajectory of Air Transport Operations Directorate (DETA), nationalized in 1975 and transformed into Mozambique Airlines (LAM). It also seeks to understand how this sector reflected colonial inequalities while also becoming a symbol of sovereignty and national reconstruction. The research, with a qualitative approach and of an exploratory and descriptive nature, is based on a bibliographic review, document analysis, and an interview with Bento José Pacho, a retired LAM pilot. The aim is to highlight the role of aviation in consolidating independence and preserving the country's historical memory.
Key words: mozambican aviation; Mozambique Independence; DETA; LAM; Libertation War.

Introdução

O termo "Das Cinzas aos Céus" se refere ao passado colonial em Moçambique (África), no qual a luta pela independência e pela reconstrução no setor aéreo foi intensa. Faz-se, dessa forma, relevante o entendimento e o conhecimento sobre um tema pouco explorado, de um povo muitas vezes esquecido.

Embora haja documentação ampla sobre a Guerra de Libertação (1964-1974) nesse período, os aspectos relacionados à aviação são pouco sondados, fazendo com que esse trabalho seja importante para analisar o desenvolvimento do setor em Moçambique no período que corresponde a 1960 e 1980, além de compreender e analisar criticamente as transformações

[1] Graduada do Curso Superior em Tecnologia em Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil – EJ, Itápolis-SP. E-mail para contato: nagaianne@icloud.com

estruturais, sociais e políticas que ocorreram nesse tempo.

Trata-se de um período historicamente significativo que abrange os últimos anos do domínio colonial português, a luta pela libertação nacional em 1964, a independência conquistada em 1975 e os primeiros anos de reestruturação do novo Estado moçambicano.

Durante o período colonial, a aviação em Moçambique teve um papel estratégico tanto para o controle territorial quanto para a parte militar e administrativa do governo português. A infraestrutura aérea e o funcionamento de companhias, como a Direção de Exploração dos Transportes Aéreos (DETA), refletiam os interesses do poder colonial em comandar economicamente o território e manter o domínio sobre as regiões em Moçambique.

Além disso, havia relatos de práticas discriminatórias dentro do setor, particularmente na DETA, em que moçambicanos enfrentavam barreiras de acesso aos cargos técnicos e administrativos, sendo frequentemente, destinados a cidadãos portugueses. Apesar dessa discriminação racial ser mantida de forma silenciosa, ela refletia as desigualdades sociais do regime colonial, reforçando o controle social e a exclusão da população local dos benefícios e decisões estratégicas do setor. Todavia, com a intensificação da Guerra de Libertação, a aviação passou a ser também um instrumento militar, usada no transporte de tropas, equipamentos e na repressão aos movimentos de libertação.

Após a independência, o setor aéreo enfrentou várias mudanças, entre elas, evidenciam-se a saída do controle dos portugueses, o desafio da nacionalização de empresas e a necessidade de criar uma aviação alinhada aos interesses do povo e do novo Estado socialista que exigiram uma reorganização completa da estrutura do setor. A antiga DETA, por exemplo, foi transformada na empresa Linhas Aéreas de Moçambique (LAM), sob gestão do governo. Com esse novo contexto político houve a influência nas relações com outros países e blocos internacionais, o que refletiu em acordos de cooperação e assistência.

Portanto, entender de que maneira as transformações sociais e políticas ocorridas entre o período colonial e os primeiros anos pós-independência influenciaram o desenvolvimento e a reestruturação do setor aéreo em Moçambique, é essencial para a construção de um panorama de desenvolvimento desse setor no país. Ademais, a escolha desse tema parte de uma motivação pessoal. A autora é moçambicana-brasileira e tem o compromisso de contribuir para a preservação e ampliação do conhecimento sobre a história de Moçambique, especialmente nos aspectos pouco estudados. Embora haja referencial teórico sobre o período da Guerra e os primeiros anos pós-independência, a análise social e econômica do setor aéreo permanece insuficiente.

Logo, faz-se essencial trazer luz sobre um aspecto pouco discutido da história de Moçambique, promovendo um entendimento mais abrangente e acessível, sobretudo para os próprios moçambicanos, sendo assim, categórico identificar e analisar memórias, experiências e testemunhos de pessoas que presenciaram esse processo, com a finalidade de compreender mais a fundo a história a fim de traçar as limitações e desigualdades enfrentadas pelos moçambicanos no setor aéreo sob o domínio português.

A aviação em Moçambique passou por momentos de tensão, ruptura e reconstrução. Uma abordagem dialética dos acontecimentos ajudará a entender essas mudanças, levando em conta os fatores sociais, políticos e econômicos, e mostrará como os acontecimentos estão sempre ligados uns aos outros, em constante transformação.

A pesquisa é de abordagem qualitativa e de natureza exploratória descritiva, pois busca compreender melhor um tema pouco estudado, bem como apresentar clareza sobre o processo, desde as desigualdades vividas durante o período colonial até a reorganização do setor após a independência.

O artigo baseia-se em pesquisa bibliográfica e documental, abrangendo a análise em dados de livros, artigos, revistas, *internet* e dissertações que tratam a história política e social de Moçambique. Além disso, contará com a entrevista de Bento José Pacho, piloto aposentado da LAM apresentado na Imagem 1, a fim de ajudar a compreender o panorama de como a aviação em Moçambique foi afetada pelas mudanças sociais e políticas.

Imagem 1 – Comandante Bento Pacho, 1975



Fonte: Arquivo pessoal da autora

1 Modernização Sob Domínio Colonial (1960–1963)

Ao final do século XV, os portugueses chegaram a Moçambique, lugar que, de acordo com Brasil (2017) desde então desempenhou a função de entreposto comercial, ou seja, espaço que concentrava a venda e o armazenamento de mercadorias, dado o fato de que esse país ocupa

uma posição de privilégio em relação à carreira da Índia (rota comercial entre Portugal e Índia). Os colonizadores não fizeram interferências severas nos processos produtivos da região, entretanto, durante séculos, a economia colonial mantinha desigualdades profundas: muitos portugueses migrantes instalavam-se com privilégios, enquanto a maioria africana enfrentava restrições severas no acesso a terra, ao ensino, à mobilidade e aos direitos civis. De acordo com Sheldon e Penvenne (2025b), na década de 1950:

> Os padrões de investimento colonial começaram a mudar [...] quando Portugal estabeleceu uma série de planos de desenvolvimento destinados a ampliar e modernizar a infraestrutura de transportes e comunicações de Moçambique. Os portugueses que haviam explorado monopólios e incentivos com grande lucro, foram incentivados a investir, expandir e diversificar seus empreendimentos. Os preços geralmente favoráveis, das commodities tropicais no período pós-Segunda Guerra Mundial, impulsionaram essa tendência, e a economia colonial se expandiu vigorosamente. Ao mesmo tempo, o Estado Novo manteve um controle rígido sobre a mobilidade econômica e física dos africanos, e milhares de colonos portugueses chegaram nas décadas de 1950 e 1960 para aproveitar as oportunidades de emprego e negócios negados aos africanos. Mas, ao promover essas políticas, as autoridades coloniais portuguesas antagonizaram africanos de todas as classes sociais.[33] (Sheldon; Penvenne, 2025b, tradução nossa)

Surgiram vários movimentos de oposição ao domínio colonial, muitos deles operando no exílio ou em regiões de limite entre uma região e outra – um exemplo inclui a União Democrática Nacional de Moçambique (UDENAMO), fundada em 18 de outubro de 1960, por Adelino Chitofo Gwambe.

Representantes moçambicanos de grupos políticos exilados reuniram-se na atual Tanzânia e formaram a Frente de Libertação de Moçambique (FRELIMO), fundada em 25 de junho de 1962, moldada com ideias socialistas, tendo Eduardo Mondlane (1920-1969) como seu primeiro presidente. Segundo Rocha (2020), a FRELIMO foi fundada pela união de três organizações nacionalistas: *Mozambican African National Union* [34] (MANU), UDENAMO e União Nacional Africana de Moçambique Independente (UNAMI).

Nos primeiros anos (1962-1963), a FRELIMO concentrou esforços na construção de

[2] *Colonial investment patterns began to change [....] when Portugal set forth a series of development plans designed to extend and upgrade to Mozambique transportation and communication infrastructure. Portuguese who had exploited monopolies and incentives to great profit were encouraged to invest in, expand, and diversify their undertakings. The generally flavorable prices for tropical commodities in the post- World War era fueled the trend, and the colonial economy expanded vigorously. At the same time, the New State retained tight control over the economic and physical mobility of the Africans, and thousands of Portuguese settlers arrived in the 1950s and the '60s to take advantage of employment and business opportunities denied to Africans. But, in promoting these policies, Portuguese colonial authorities antagonized Africans of all social classes.*
[34] União Nacional Africana de Moçambique

redes políticas, elaboração de discurso ideológico, busca de apoio externo, organização de pessoas no exílio, comunidades migrantes e discussão de estratégias para enfrentar o colonialismo, mesmo que o conflito armado generalizado só tivesse início em 1964.

Mesmo antes de 1964, as autoridades portuguesas já mantinham algumas aeronaves operando em Moçambique, ainda que em escala reduzida. Em 1961, por exemplo, modelos como o T-6 e o Douglas C-47 estavam posicionados na cidade da Beira, sendo empregados em atividades de patrulhamento, vigilância, transporte de tropas e comunicação com áreas de difícil acesso. Esse domínio do espaço aéreo possibilitava ao regime colonial maior controle das fronteiras, agilidade na mobilização de reforços e resposta rápida a focos de insurgência.

De acordo com Miranda e Milheiro (2024), para viabilizar essas ações, foi necessário investir na melhoria das pistas, na ampliação das bases de apoio e na construção de novos aeródromos. A Base Aérea nº 10, situada em Beira, tornou-se um ponto estratégico, passando por ampliações para receber aeronaves a jato da Transportes Aéreos Portugueses (TAP) e suportar operações de maior porte.

Dessa maneira, observa-se que, antes mesmo do início efetivo dos conflitos armados, já havia um movimento de investimento e planejamento voltado a garantir ao governo colonial a capacidade de deslocamento aéreo — tanto para fins civis quanto militares — assegurando a manutenção do controle territorial. O setor aéreo civil e militar era peça-chave para conectar regiões isoladas do país, suprir as carências dos transportes terrestres, sustentar a administração colonial e fortalecer os vínculos com Lisboa e países vizinhos.

De acordo com a Associação 25 de abril (2018), até 1963, o potencial da aviação portuguesa em Moçambique ainda era restrito, com um número limitado de aeronaves e uma infraestrutura em expansão. Naquele contexto, tendo em vista que o confronto armado ainda não havia escalado, o uso da aviação estava mais voltado para missões de reconhecimento, transporte, vigilância e apoio logístico, sem envolvimento significativo em operações de combate de grande escala.

1.1 Direção de Exploração dos Transportes Aéreos (DETA) moderniza a frota

A DETA foi fundada em 1936 e evoluiu para o que hoje conhece-se por Linhas Aéreas de Moçambique (LAM). Inicialmente, operava com o transporte de correspondências e carga e foi essencial para o desenvolvimento da aviação de Moçambique. Abaixo é possível analisar, na Imagem 2, um avião da DETA e sua tripulação.

Imagem 2 – Os diretores de serviço do CFM e da DETA com as tripulações que conduziram aviões dos EUA para Moçambique



Fonte: TERRA (2023)

Segundo Vilanculos (2024), a companhia iniciou com voos regulares dentro e fora do país, conectava cidades que eram pontos de comércio essenciais para o desenvolvimento moçambicano. A DETA se desenvolveu a partir da vontade de criar um transporte aéreo mais eficaz e que fosse adaptado às necessidades do povo local. A companhia começou com aeronaves modestas e rotas limitadas, mas, ao longo das décadas, modernizou sua frota e ampliou sua malha aérea.

A DETA destacou-se como uma companhia de referência no continente africano, sendo pioneira na aquisição de um simulador Boeing 727, o que evidencia seu compromisso com a inovação e o desenvolvimento da aviação em Moçambique. Entretanto, é importante ressaltar que esse contexto ocorreu durante o período colonial, quando o acesso à aviação era restrito à parcela privilegiada da sociedade moçambicana, limitando-se, principalmente, por fatores socioeconômicos e pelas políticas de discriminação vigentes.

A exclusão da população local manifestava-se, inclusive, em práticas discriminatórias e comentários depreciativos relacionados à cor da pele, que justificavam a impossibilidade de acesso ao transporte aéreo. Essa restrição não se limitava apenas ao setor da aviação, mas também se estendia a outras áreas fundamentais, como educação, cultura e lazer. Contudo, a análise aqui proposta se concentra especificamente no contexto do transporte aéreo.

1.2 Entrada dos Fokker F-27 "*Friendship*"

O F-27, retratado na Imagem 3, foi uma aeronave que veio para substituir aeronaves mais antigas como o Douglas DC-3, que eram menos eficientes e menos confortáveis. (Rodrigues, 2024, p. 1).

Imagem 3 - O Fokker "Friendship" F27 "Quelimane" da DETA, anos 60



Fonte: The Lagoa Bay World (2023)

A introdução dos aviões Fokker F-27 "*Friendship*" no cenário da aviação moçambicana representou um avanço significativo no processo de modernização da frota aérea do país, – que foi essencial para sustentar o desenvolvimento econômico e a integração nacional – marcando uma nova era tecnológica e operacional para o setor. Este momento ocorreu em um contexto no qual a DETA ainda era a principal companhia aérea de Moçambique, antes de sua futura transformação nas Linhas Aéreas de Moçambique (The Lagoa Bay World, 2020).

A chegada dos Fokker F-27 trouxe melhorias substanciais, não apenas em termos de eficiência e capacidade de transporte, como escrito anteriormente, mas também na segurança e conforto das operações aéreas domésticas e internacionais. Ademais, a incorporação dos Fokker F-27 evidenciou o compromisso da companhia em manter-se atualizada com as tendências globais da indústria da aviação, destacando-se como uma referência no continente africano naquele momento histórico.

As aeronaves mais modernas e de maior autonomia, fizeram com que a DETA pudesse ampliar e consolidar suas rotas, conectando cidades estratégicas dentro do território moçambicano e estabelecendo ligações regulares com destinos no exterior, especialmente em um período conturbado, marcado por desafios políticos e sociais significativos.

Apesar de serem limitadas as fontes específicas sobre o momento exato da incorporação dos Fokker F-27 à frota da DETA, é reconhecido que esta aeronave teve ampla adoção em

diversos países africanos e tropicais devido à sua resistência e versatilidade. No contexto moçambicano, a introdução do F-27 marcou a passagem para uma aviação nacional mais avançada, confiável e eficaz, permitindo uma integração mais eficiente entre cidades e regiões do país.

1.3 Consolidação de rotas domésticas e internacionais

As Linhas Aéreas Moçambicanas adotaram uma política de consertar os erros que estavam ocorrendo com a administração interna das viagens aéreas, colocando como prioridade a eficiência doméstica antes de expandir para o exterior. Essa reestruturação incluiu a suspensão de rotas deficitárias, buscando garantir a sustentabilidade. *Sitoe* (2025)

As principais rotas internacionais compreendiam Joanesburgo e Durban, na África do Sul; Blantyre, no Malawi; e Lisboa, em Portugal.

De acordo com o jornal português *Sitoe* (2025), as ligações com Joanesburgo e Durban sempre receberam atenção prioritária, refletindo fatores comerciais, históricos e geográficos. A conexão entre Maputo e Joanesburgo, em particular, consolidou-se como uma rota emblemática da LAM, permanecendo em operação até os dias atuais.

A rota para Blantyre, no Malawi, destacou-se significativamente no período analisado nesta seção. Embora, atualmente, apresente baixa rentabilidade, uma vez que a LAM prioriza rotas com sustentabilidade financeira, sua relevância histórica é notável. Blantyre figura entre as principais cidades malawianas, mantendo laços comerciais e culturais sólidos com Moçambique, sobretudo com a região centro-norte. Tanto durante o período colonial quanto nos primeiros anos após a independência, essa rota desempenhou papel fundamental ao promover a integração regional e facilitar a conexão de Moçambique com os países vizinhos.

De acordo com Fortes (2020), a rota intercontinental Maputo–Lisboa foi o principal eixo aéreo que conectava Portugal à sua então colônia africana. Essa linha facilitava o controle administrativo e militar, permitindo deslocamentos rápidos de autoridades, tropas e recursos entre Lisboa e Lourenço Marques (atual Maputo). Além de representar um símbolo de soberania e modernização, a manutenção dessa rota reforçava a presença e influência portuguesa, especialmente em períodos de contestação internacional ao colonialismo.

Adicionalmente, contribuía para o fluxo regular de colonos, empresários, diplomatas e técnicos entre ambos os territórios. Era frequente que cidadãos portugueses se deslocassem para Moçambique em busca de oportunidades econômicas nos setores de comércio, mineração e agricultura. Essa rota foi relançada em 2021, mas acabou sendo suspensa novamente em

fevereiro de 2025 por falta de rentabilidade. A LAM acumulava prejuízos com essa operação e decidiu priorizar o mercado doméstico antes de retomar voos internacionais.

2 Guerra da Independência (1964-1974)

Antes da Independência de Moçambique, a aviação nacional era basicamente comandada pelos portugueses, envolvendo companhias comunitárias e pequenas que atuavam em todo o território, sendo a DETA, a principal delas.

No mês de abril de 1974, ocorreu em Portugal um golpe de Estado promovido pelos militares, que recebeu apoio dos portugueses descontentes com: 1 - o regime do Estado Novo e 2 - as guerras coloniais na África. Conforme o artigo *The Founding of Frelimo*, com o novo cenário, o movimento utilizou sua posição militar para exigir um cessar-fogo, consolidando o direito de liderar um Moçambique independente. Houve uma tentativa de contragolpe em Maputo, em setembro, rapidamente frustrada, seguida por alguns distúrbios em outubro, mas esses foram os principais obstáculos à autoridade da FRELIMO.

Apenas um ano após o golpe em Portugal, a maioria dos colonos portugueses já haviam deixado Moçambique e, em 25 de junho de 1975, o país conquistou sua independência, tornando-se um Estado de partido único sob a liderança da FRELIMO, com Samora Machel (1933-1986) como presidente. (Alcântara, 2023)

2.1 Conflito iniciado pela FRELIMO impacta a aviação

O conflito iniciado pela FRELIMO em 1964, conhecido como Guerra de Libertação Nacional, provocou transformações profundas e multifacetadas no setor da aviação em Moçambique, afetando tanto a aviação civil quanto a militar.

A insurgência armada desencadeada contra o domínio colonial português resultou em uma série de desafios para a infraestrutura aeroportuária, incluindo a destruição ou danificação de pistas de pouso, hangares e equipamentos de navegação, especialmente em regiões consideradas estratégicas ou sob forte presença guerrilheira. Além disso, o ambiente de constante insegurança levou à militarização progressiva dos aeroportos, com reforço de medidas de proteção, restrição de acessos e a necessidade de escolta armada para voos em determinadas rotas. (Barrios, 2022, p.43)

Do ponto de vista operacional, as companhias aéreas viram-se obrigadas a adotar rotas alternativas para evitar áreas de combate, o que aumentava custos e complexidade logística. Muitas vezes, voos eram suspensos ou redirecionados de última hora devido à ameaça de sabotagens, ataques aéreos ou emboscadas a aeronaves civis e militares. (Barrios, 2022, p.43)

De acordo com Barrios (2022) a segurança dos passageiros e tripulações tornou-se uma prioridade, influenciando a frequência e a regularidade dos voos, especialmente para localidades mais remotas ou próximas às zonas de conflito. O impacto também afetou desenvolvimento e modernização da frota aérea, já que o contexto de guerra limitava investimentos externos e dificultava a importação de equipamentos e peças de reposição. Em contrapartida, o conflito estimulou a adoção de medidas inovadoras para manter a conectividade do país, como o fortalecimento das ligações entre Lourenço Marques (atual Maputo) e as principais cidades, garantindo o mínimo funcionamento das atividades administrativas, comerciais e militares.

Assim, a aviação em Moçambique durante a Guerra de Libertação Nacional tornou-se, simultaneamente, símbolo de resistência, instrumento estratégico e alvo de disputa entre as forças envolvidas no processo de independência.

2.2 Necessidade de rotas alternativas e reforço da ligação com Lourenço Marques

Durante a Guerra de Libertação ficou evidente o papel estratégico da aviação, tanto no âmbito militar, como no âmbito logístico. Logo, houve a necessidade de criação de rotas alternativas de ligação entre Lourenço Marques ao restante do país, posto que a cidade era o centro político e administrativo da colônia. Como já escrito, a rota ligava a cidade de Lourenço Marques a outras cidades centrais para o conflito moçambicano (Zeca, 2016).

2.3 Apesar das tensões, DETA mantém operação, representando tanto um elo colonial quanto uma necessidade vital de transporte

Segundo Vilanculos (2024)

> Após a independência de Moçambique em 1975, a DETA foi nacionalizada e transformada em Linhas Aéreas de Moçambique (LAM) em 1980. Este marco representou a continuidade da companhia como uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento nacional, promovendo a conexão entre as regiões e com o exterior. (Vilanculos, 2024)

Em 10 de janeiro de 1970, a DETA houve um momento de grande relevância por inaugurar oficialmente a era dos jatos em sua frota, com a aquisição de dois aviões Boeing 737. Este acontecimento foi marcado por uma cerimônia oficial que ressalta a importância estratégica e simbólica da modernização do setor aéreo moçambicano naquele contexto (Sousa, 2019).

A incorporação dos novos jatos foi celebrada não apenas por autoridades e funcionários, mas também pela população, com a realização de voos turísticos que permitiram ao público, experimentar a inovação de perto. Tal evento representou um verdadeiro salto tecnológico para a DETA, consolidando seu papel como elo fundamental de transporte e integração nacional durante um período de intensas transformações políticas e sociais.

3 Independência

Moçambique conquistou sua independência em 25 de junho de 1975, depois de quase 500 anos de colonização portuguesa, período durante o qual houve intensa exploração dos recursos naturais e restrição de liberdade dos povos nativos moçambicanos.

O Período Colonial trouxe impactos em diversos âmbitos, como a economia, a cultura e a política do país africano; contudo, perpetuou a exploração e as desigualdades ao longo desses anos. (Alcântara, 2023)

3.1 Proclamação da Independência de Moçambique (25 de junho de 1975)

Durante o conflito, o principal papel da Força Aérea Moçambicana consistia em missões militares, nas quais seus pilotos eram preparados para executar bombardeamentos. A luta pela independência avançou de Cabo Delgado a Maputo, e, apesar de diversas dificuldades, o exército português estava sendo derrotado pelo moçambicano.

Em junho de 1975, após dez anos de conflito, Samora Machel tornou-se o primeiro presidente do país recém independente.

A independência, de acordo com Alcântara (2023), veio com diversos problemas, como:

> A necessidade de reconstrução pós-guerra, a consolidação de uma identidade nacional e a superação das divisões étnicas e culturais criadas durante o período colonial. Além disso, Moçambique enfrentou dificuldades econômicas, como a falta de infraestrutura adequada, altos índices de pobreza e um sistema educacional em desenvolvimento (Alcântara, 2023).

Além disso, a autora relembra que:

> A polícia colonial portuguesa e as forças da África do Sul financiaram uma guerra civil em Moçambique. Após dez anos de guerra pela independência contra o império português, o país mergulhou em uma guerra civil de 12 anos[...] O tratado de paz foi assinado apenas em 1992, em Roma, Itália, e essa guerra cruel devastou Moçambique, levando 22 anos para o país se recuperar (Alcântara, 2023).

Durante esse período, a nação enfrentou dificuldades, porém progrediu consideravelmente ano a ano, desfrutando de uma estabilidade política, que fortaleceu a democracia recém conquistada.

3.2 Lourenço Marques e a importância do Aeroporto de Mavalane

Lourenço Marques (atual Maputo) era um explorador português que foi homenageado tendo seu nome usado para nomear uma das principais cidades de Moçambique; após a independência do país, a cidade passa a se chamar Maputo, refletindo o desejo moçambicano de construir uma identidade nacional própria.

O Aeroporto Internacional de Maputo, conhecido como Aeroporto de Mavalane, Imagem 4, constitui a infraestrutura fundamental do sistema de aviação civil em Moçambique, visto que a sua história e a sua localização refletem diretamente a evolução política e econômica do país, fazendo com que seja o principal ponto de ligação entre a capital e o resto do mundo.

Dessa forma, o aeroporto começou por ser o principal acesso a Lourenço Marques, a capital colonial, situado na área de Mavalane e, após a independência, solidificou-se como o principal *gateway* aéreo da nação (The Lagoa Bay World, 2023).

Um marco significativo da sua infraestrutura inicial foi a inauguração de um novo terminal, em 1963, entretanto, é importante notar que esta infraestrutura de 1963 permaneceu como o terminal principal do país até o início do grande projeto de modernização (pós-2006), totalizando 45 anos de serviço contínuo (The Lagoa Bay World, 2023).

Esta longevidade, embora sublinhe a importância histórica ininterrupta do aeroporto, demonstra também a necessidade crítica e acumulada de uma intervenção massiva para que o país pudesse cumprir com os padrões modernos de aviação internacional e responder ao crescimento do tráfego. (The Lagoa Bay World, 2023)

O Aeroporto de Maputo representa o principal centro político e comercial do país, recebendo cerca de 50% dos passageiros que chegam em Moçambique. Junto com Beira, Nampula, Tete e Pemba, responde por mais de 80% do tráfego aéreo nacional. Sua localização estratégica na África Austral facilita a conectividade regional e itinerários ampliados. (República de Moçambique, 2015)

Imagem 4 – O Angola e o Moçambique, aeronaves da DETA, no aeroporto de Lourenço Marques.



Fonte: The Lagoa Bay World (2023)

3.2.1 O projeto de modernização e ampliação (pós-2000): o pilar da expansão

A ampliação efetiva da aviação moçambicana, medida em termos de capacidade e modernidade, foi desencadeada pelo massivo projeto de modernização e ampliação do Aeroporto Internacional de Maputo, iniciado no triénio 2006-2008 (Aeroportos de Moçambique, 2007).

Este projeto representou, de acordo com o informativo institucional da Aeroportos de Moçambique (Aeroportos de Moçambique, 2007), um desafio. O investimento inicial foi significativo, avaliado em 75 milhões de dólares norte-americanos. Este fato sublinha a dependência de Moçambique em relação ao capital estrangeiro não ocidental para o desenvolvimento de infraestruturas críticas. O plano de execução previa um prazo de 20 meses para dotar a capital de uma unidade aeroportuária e referência internacional.

Além disso, o processo de modernização foi orientado por uma reengenharia operacional e estrutural abrangente. O projeto compreendeu a edificação de um novo terminal internacional de passageiros, juntamente com sua respectiva plataforma para estacionamento de aeronaves. O antigo terminal passou por ampliação e adaptação, sendo convertido em terminal doméstico com área comercial ampliada. Também foram implementados um novo Pavilhão *Vip* Presidencial, a renovação da sala *Vip* existente, uma torre de controle moderna e um terminal de carga, cuja área excedeu mais do que o dobro da dimensão anterior (de 3.500 m² para valor superior).

O incremento da capacidade operacional destacou-se como principal indicador da expansão, com aumento da área de 13.800 m^2 para 34.000 m^2, agora equipada com cinco pontes telescópicas para embarque e desembarque. A introdução dessas pontes é fundamental para o

processamento eficaz e confortável de aeronaves de grande porte, essenciais para ampliar as rotas intercontinentais pretendidas por Moçambique. (Lusa, 2023).

O principal efeito da ampliação foi o aumento da capacidade anual de passageiros de 300 mil para 900 mil, com potencial para mais. O investimento antecipou o crescimento do setor e, já em 2023, o aeroporto superou a nova capacidade ao movimentar mais de 1 milhão de passageiros. Assim, a modernização consolidou Maputo como um polo operacional relevante e atrativo para o tráfego aéreo internacional. (Lusa, 2023).

O aeroporto demonstrou um crescimento robusto pós-pandemia, com um aumento de 22% no movimento de passageiros entre 2022 e 2023. O crescimento do transporte aéreo foi particularmente notável nas ligações regionais (46%) e intercontinentais (28%) em 2023. Este forte crescimento no tráfego intercontinental é a evidência mais convincente do sucesso da modernização, uma vez que estas são as ligações de maior impacto econômico e que dependem da infraestrutura implementada. Após a pandemia, o aeroporto teve expressivo aumento de passageiros, com destaque para as rotas regionais e intercontinentais, confirmando o êxito da modernização (TNews, 2024).

3.2.2 Movimentação de Carga Aérea e Qualidade Operacional

O segmento de carga aérea internacional cresceu em 2022, movimentando 1.714,94 toneladas. Apesar do domínio do transporte marítimo, o terminal de Maputo é estratégico para cargas valiosas e setores como mineração e saúde. A modernização melhorou a automação e o atendimento e o aeroporto mantém pontualidade superior a 90%, fortalecendo a confiança das operadoras internacionais (IACM, 2022).

3.2.3 O Modelo *Hub-and-Spoke* de Maputo

A concentração de tráfego em Maputo é fundamental para viabilizar voos intercontinentais e impulsionar aeroportos regionais. O crescimento de terminais como Vilanculos (219%) e Nacala (186%), entre 2021 e 2022, mostra que a rede depende da ligação com Maputo. Assim, investimentos em Maputo beneficiam também províncias voltadas à mineração e turismo ao ampliar sua conectividade internacional. (IACM, 2022)

3.2.4 A Ampliação da Aviação: Conectividade e Redes Estratégicas

A capacidade ampliada e a infraestrutura moderna do Aeroporto de Mavalane atraíram e mantiveram operadoras de classe mundial, integrando Moçambique nas cadeias de valor globais.

Maputo é um ponto de acesso crucial para os principais fluxos de capital e turismo: a rota Maputo-Lisboa via TAP Portugal é crucial para acesso ao Espaço Schengen e à diáspora moçambicana. Qatar Airways e Turkish Airlines conectam Maputo a centros globais, impulsionando o comércio asiático e investimentos dos Emirados Árabes Unidos e Turquia. Como *hub* (centro) regional, Maputo tem voos frequentes para cidades sul-africanas operados pela Airlink e South African Airways, essenciais para negócios e turismo.

Voos para Nairobi (*Kenya Airways*), Addis Abeba (Ethiopian Airlines) e Luanda (Transportes Aéreos Angolanos - TAAG) reforçam sua integração panafricana e vínculos com países lusófonos. Em 2023 quase todos os operadores internacionais retomaram seus voos pós-pandemia, evidenciando o papel estratégico do setor aéreo em Maputo. A expansão do Aeroporto de Mavalane será fundamental para o desenvolvimento socioeconômico do país.

O Aeroporto Internacional de Mavalane desempenhou papel estratégico no avanço do setor aéreo em Moçambique. Após sua modernização, a capacidade operacional foi triplicada, atraindo tanto companhias internacionais quanto regionais. Consolidado como *hub*, o aeroporto fomentou o desenvolvimento de outras infraestruturas aeroportuárias nacionais.

4 Consolidação da aviação nacional (1976–1979)

A Proclamação da Independência de Moçambique marcou o início de uma reestruturação radical em todos os setores da administração pública e econômica. O setor aéreo, simbolizado pela antiga DETA, herdada do governo colonial português, foi imediatamente alvo de profundas transformações, impulsionadas tanto por imperativos ideológicos quanto por uma crise operacional aguda.

O novo governo adotou uma economia de planificação central, a aviação não era primariamente uma atividade comercial, mas sim um instrumento essencial do Estado. A análise das necessidades, sua identificação e planificação, estavam limitadas ao órgão central do aparelho de estado. (Langa, 2022)

A DETA enfrentou uma crise significativa com a saída de grande parte do seu pessoal técnico e administrativo. O processo de descolonização resultou na migração de milhares de portugueses, conhecidos como “retornados”, que chegaram diariamente às cidades de Lisboa e Porto, principalmente por meio de uma ponte aérea. Esta saída teve um efeito direto nas operações de aviação.

A DETA dependia de profissionais especializados em áreas como pilotagem, manutenção, aviônica e gestão operacional, cargos tradicionalmente ocupados por portugueses. A perda destes colaboradores gerou um desafio técnico e operacional relevante, tornando a

substituição de pessoal uma necessidade imediata, antecedendo inclusive planos para renovação da frota. (Matos, 2014)

Entre 1975 e 1980, a resposta do governo moçambicano à crise de quadros foi marcada por decisões ideológicas e políticas, buscando alinhar a administração ao modelo centralizado da FRELIMO. Isso gerou uma crise dupla: falta técnica devido à saída dos *retornados* e agravamento administrativo, levando à perda de liderança qualificada e à necessidade urgente de criar estruturas de gestão e formação.

Em 19 de novembro de 1980, o Decreto n.º 10/80 criou a Empresa Nacional de Aeroportos de Moçambique, extinguindo os antigos Serviços de Aeronáutica Civil. Essa separação modernizou o setor ao distinguir a gestão aeroportuária e do controle de tráfego aéreo da operação do transporte aéreo comercial (atribuída à LAM), ambas ainda sob forte controle estatal. Essa divisão de funções contribuiu para o redesenho institucional iniciado após a independência, alinhando-se às transformações administrativas e políticas do período. (Moçambique, 1980 Decreto n.º 10/80)

A criação da Escola Nacional de Aeronáutica (ENA - Moçambique, 1980, Decreto n.º 11/80), foi uma resposta estratégica à crise de capital humano após o êxodo de 1975. A ENA tornou-se essencial para formar técnicos e pilotos nacionais, reduzindo a dependência externa e reafirmando a soberania defendida pela FRELIMO. Essa iniciativa, alinhada à reestruturação institucional do setor aéreo em 1980, consolidou o esforço do Estado em fortalecer sua autonomia operacional e política. (Freixo; Chingotuane, 2024)

O governo priorizou a reorganização das rotas aéreas, tornando o transporte aéreo fundamental para integrar o país durante a Guerra Civil, que ocorreu entre 1977 e 1992. Com as rotas domésticas sendo muitas vezes o único meio seguro de deslocamento, elas foram essenciais para manter a autoridade do Estado e assegurar o fluxo de pessoas, recursos e informações.

4.1 Entrada gradual de novas aeronaves, buscando autonomia frente ao antigo sistema colonial

A frota da DETA era composta majoritariamente por aeronaves ocidentais, cuja operação dependia de cadeias logísticas conectadas a Portugal e seus aliados. Com a ruptura desses vínculos e a saída dos técnicos qualificados, a manutenção da frota tornou-se insustentável. Nesse cenário, a busca por autonomia levou à necessidade urgente de criar cadeias de suprimentos e logística, agora voltadas para a substituição da tecnologia ocidental.

A fim de superar essa dependência, a FRELIMO alinhou Moçambique ao Bloco Socialista, possibilitando a renovação da frota aérea com aeronaves soviéticas, como Ilyushin, Tupolev e Antonov (Imagem 5), além do recebimento de treinamento técnico especializado. Essa transição, contudo, trouxe desafios operacionais e técnicos, pois pilotos e profissionais precisaram se adaptar a padrões distintos dos ocidentais. Apesar de vencer a dependência colonial, o país passou a enfrentar uma nova dependência tecnológica do Leste, mantendo-se vulnerável e necessitando de cooperação externa para sustentar sua aviação (Zeca, 2016).

Imagem 5 – *Antonov 26,* aeronave que servia para transporte de carga, de paraquedistas e para lançamento de bombas – comandante Bento Pacho e tripulação.



Fonte: Arquivo pessoal da autora

A transformação da DETA em LAM, após a independência, foi marcada pela influência do modelo socialista da FRELIMO, esforços de reconstrução nacional e desafios de segurança. O setor aéreo passou a priorizar a integração nacional, mas enfrentou altos custos operacionais, dependência do Bloco do Leste e ineficiências administrativas decorrentes da gestão centralizada e da carência de pessoal qualificado (Zeca, 2016). O modelo institucional implementado em 1980 permanece relevante até hoje, sendo que o equilíbrio entre a prioridade política das rotas e a sustentabilidade financeira ainda impacta negativamente o setor aéreo moçambicano.

5 Fundação da LAM (1980)

O Decreto n.º 8/80, de 19 de novembro de 1980 (Lourenço e Nhenge, 2024), extinguiu a DETA e criou a estatal Linhas Aéreas de Moçambique (LAM), que passou a ser a companhia aérea nacional, assumindo os direitos e deveres da antiga DETA. Essa medida fez parte da reorganização das empresas estatais em Moçambique após a independência. Este decreto foi

crucial para criar uma imagem forte da aviação nacional, demonstrando uma soberania e fortalecendo o nome de Moçambique no exterior.

Além disso, a LAM fortaleceu as rotas domésticas, ligando áreas que antes só tinham acesso por terra. Ao mesmo tempo, a fundação da LAM representou um passo estratégico para consolidar a integração territorial, sobretudo em um contexto de conflitos internos e necessidade de articulação nacional, permitindo que a aviação desempenhasse um papel central tanto na mobilidade de pessoas quanto no escoamento de recursos essenciais entre as diferentes regiões do país (Lourenço e Nhenge, 2024).

Na imagem 6 é possível observar um exemplar de aeronave da LAM.

Imagem 6 – Boeing 707 da DETA – Linhas Aéreas de Moçambique, sendo reabastecido por um caminhão da Air BP em um aeroporto.



Fonte: Vilhena (1999)

Essa reorganização não apenas buscou modernizar a infraestrutura e adaptar-se à nova realidade política, mas também visava atender às demandas de conectividade impostas pela Guerra Civil, na qual o transporte aéreo tornou-se, em muitos casos, o único elo entre centros urbanos e localidades isoladas. O fortalecimento da LAM, portanto, esteve profundamente associado ao esforço de construção do Estado moçambicano e à afirmação de sua presença em todo o território, consolidando as mudanças administrativas e operacionais iniciadas no período pós-independência (Lourenço e Nhenge, 2024).

Considerações Finais

O presente trabalho analisou criticamente a trajetória do setor aéreo em Moçambique no período de1960 e 1980. Esse momento foi marcado pelo domínio colonial português, pela luta de libertação nacional e pelos primeiros anos de independência. A investigação demonstrou que a aviação desempenhou papel estratégico não apenas no controle e manutenção do poder

colonial, mas também como instrumento de resistência, reorganização e afirmação do novo Estado moçambicano.

Ao revisitar os processos de modernização da DETA, o impacto da Guerra de Libertação e a posterior criação das Linhas Aéreas de Moçambique (LAM), observou-se que o setor aéreo refletiu diretamente as tensões sociais, políticas e econômicas do período. Ficou evidente que a aviação não se limitou a ser um meio de transporte, mas constituiu-se como um espaço de disputas simbólicas e materiais, marcado por desigualdades raciais, pela exclusão social durante o colonialismo e, posteriormente, pelos desafios de nacionalização e reconstrução.

A pesquisa reafirma a relevância de compreender a aviação como parte integrante da história de Moçambique, ampliando o olhar sobre a luta por soberania e sobre os processos de transformação estrutural do país. Portanto, contribui para preservar memórias pouco exploradas e dar visibilidade às experiências de um setor essencial, cuja trajetória continua a influenciar os caminhos da integração e do desenvolvimento nacional.

Referências

AEROPORTOS DE MOÇAMBIQUE. **Maputo Airport Eyes the Future.** Disponível em: https://www.aeroportos.co.mz/ **.** Acesso em: 6 fev. 2026.

ALCÂNTARA, Fernanda. **Independência de Moçambique:** um marco histórico e seu significado atual. 2023. Disponível em: https://mst.org.br/2023/06/25/independencia-de-mocambique-um-marco-historico-e-seu-significado-atual/. Acesso em: 22 set. 2025.

BARRIOS, J. A. S. D. Por intermédio da luta armada: ocupação colonial, Guerra de Libertação Nacional e Independência em Moçambique**. Revista Brasileira De Estudos Africanos**, 7, 2022, p. 33-52. Disponível em: https://doi.org/10.22456/2448-3923.124572. Acesso em: 22 set. 2025.

BRASIL. Arquivo Nacional. **Moçambique** - História Luso-Brasileira**.** Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2017. Disponível em: https://historialuso.an.gov.br/index.php/historia-luso-brasileira/assuntos/listadetemas/mocambique. Acesso em: 8 fev. 2026.

FORTES, Leandra Madeira Nery. **O Planeamento e Gestão da Rota Aérea Maputo-Lisboa-Maputo:** Um Caso Empírico Aplicado à LAM – Linhas Aéreas De Moçambique. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2020.

FREIXO, Adriano de; CHINGOTUANE, Énio Viegas Filipe. A formação das Forças Armadas de Moçambique: a construção da instituição militar no pós-independência (1975-1992). **Outros Tempos**, [S. l.], v. 21, n. 38, p. 165-197, 2024.

IACMlanga. **Desempenho do Mercado do Transporte Aéreo**. 2022. Disponível em: https://www.iacm.gov.mz/app/uploads/2022/09/DESEMPENHO-MERCADO-AEREO-2TRIM22-09.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

LANGA, Ercilio Neves Brandão**.** Diplomacia e Política Externa em Moçambique: O Primeiro

Governo Pós-Independência – Samora Machel (1975-1986)**. Revista Brasileira de Estudos Africanos**. Porto Alegre, v. 6, n. 11, Jan./Jun. 2021, p. 11-32.

LOURENÇO, Eusébio Pires; NHENGE, Viegas Wirssone**.** Os desafios da empresa Linhas Aéreas de Moçambique (LAM) na IATA: recomendações para Moçambique. In: **Inovação na administração:** a criação de vantagem competitiva 3. [S. l.]: Atena, 2024. cap. 8, p. 95-105**.** Disponível em: https://atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/84577. Acesso em: 06 fev. 2026.

LUSA. **Aeroportos de Moçambique movimentaram quase dois milhões de passageiros em 2023**. Disponível em: https://24noticias.sapo.pt/noticias/aeroportos-de-mocambique-movimentaram-quase_66a20c22fdd584423ca1cf44. Acesso em: 25 set. 2025.

MATOS, Helena. Os retornados começaram a chegar há 40 anos. **Observador**, 2014. Disponível em: https://observador.pt/especiais/os-retornados-comecaram-chegar-ha-40-anos/. Acesso em: 19 set. 2025.

MIRANDA, Elisiário; MILHEIRO, Ana Vaz. Aeroporto Sacadura Cabral / Aeroporto Internacional da Beira. **Património de Influência Portuguesa (H.P.I.P.)**. 2024. Disponível em: https://hpip.org/pt/heritage/details/2294. Acesso em: 22 de set. 2025.

MOÇAMBIQUE. **Conselho de Ministros.** Boletim da República: I Série, n.º 46, de 19 de novembro de 1980. Maputo: Imprensa Nacional, 1980. Disponível em: https://www.lexlink.eu/legislacao/mocambique/20525/ia-serie/por-tipo-de-documentolegal/1980/46. Acesso em: 19 de set. 2025.

REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. Ministério da cultura e turismo. **Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Turismo em Moçambique (2016-2025).** 2015. 142 p. Disponível em: https://ich.unesco.org/doc/src/Signed%20periodic%20report%20-%20Periodic%20report-62478.pdf. Acesso em: 28 de out. 2025.

ROCHA, Júlia Tainá Monticeli. **“Com alegria o sete de abril”:** a organização da mulher moçambicana (OMM) (1962–1973). 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/anais/ephis/assets/edicoes/2020/arquivos/27.pdf. Acesso em: 10 de out. 2025.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda José. História e Características Técnicas da Aeronave Fokker 27. **Revista Eletrônica Taperá AeroDesign** - Volume 4, nº 1, p. 1-17, 2024.

SHELDON, Eddy Kathleen; PENVENNE, Jeanne Marie**. Peace In Mozambique**. Britannica, 2025b. Disponível em: https://www.britannica.com/place/Mozambique/Peace-in-Mozambique. Acesso em: 19 de set. 2025.

SITOE, Duarte. **LAM tende a mostrar sinais de vitalidade depois de uma intervenção desastrosa.** 2025. Disponível em: https://evidencias.co.mz/2025/04/02/lam-tende-a-mostrar-sinais-de-vitalidade-depois-de-uma-intervencao-desastrosa/. Acesso em: 20 de set. 2025.

SOUSA, João de. **Uma Data Na História.** BigSlam, 10 jan. 2019. Disponível em: https://bigslam.pt/blogs/joao-de-sousa-blogs/uma-data-na-historia-10-de-janeiro-de-1970-a-deta-entra-na-era-do-jacto-xipalapala-de-joao-de-sousa/. Acesso em: 8 fev. 2026.

TERRA, Manuel. **Aeroporto de Mavalane**: Um marco histórico da Aviação Comercial de Moçambique. 2024. Disponível em: https://bigslam.pt/blogs/manuel-terra/aeroporto-de-mavalane-um-marco-historico-da-aviacao-comercial-de-mocambique-bula-bula-de-manuel-terra/. Acesso em: 23 de set. 2025.

THE DELAGOA Bay World**. O primeiro aeroporto de Lourenço Marques, em Mavalane**. 2023.

Disponível em: https://delagoabayworld.wordpress.com/2023/01/24/o-primeiro-aeroporto-de-lourenco-marques-em-mavalane/. Acesso em: 18 de set. 2025.

THE FOUNDING OF FRELIMO. **A look back at the past, to understand the present:** the founding of FRELIMO, pdf. Disponível em: https://www.marxists.org/subject/africa/frelimo/founding-frelimo.pdf. Acesso em: 8 fev. 2026.

TNEWS. **Aeroportos de Moçambique com quase dois milhões de passageiros em 2023.** 25 jul. 2024. Disponível em: https://tnews.pt/aeroportos-de-mocambique-com-quase-dois-milhoes-de-passageiros-em-2023/. Acesso em: 8 fev. 2026.

VILANCULOS, Bildo. DETA: As asas da conexão e progresso em Moçambique. 2024, **Manual do Turismo**. Disponível em: https://manualdoturismo.com/deta-as-asas-da-conexao-e-progresso-em-mocambique/. Acesso em: 19 de set. 2025.

VILHENA, José. Boeing 707-321 – DETA – Linhas Aéreas de Moçambique (Tempair International Airlines). **Airliners.net**, 6 dez. 1999. Disponível em: https://www.airliners.net/photo/DETA-Linhas-Aereas-de-Mocambique-Tempair-International-Airlines/Boeing-707-321/57415. Acesso em: 27 out. 2025.

ZECA, Emílio Jovando. Modernização da Força Aérea Moçambicana: Formação, Aquisições, Cooperação e Desafios Estratégicos. **Revista Defesa e Segurança**, v. 2, p. 123-157, 2016.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n.1, 2026, p. 111-131
DOI: https://doi.org/10.63656/trh85y38. ISSN ***- 3085-7678 (online)***

APÊNDICE A – TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA DE BENTO JOSÉ PACHO, PILOTO APOSENTADO DA LAM

Olá, chamo Bento José Pacho, sou moçambicano, sou piloto, ex-piloto da Força Aérea e piloto da aviação civil durante 43 anos. Gostaria de compartilhar minha experiência como piloto e falar um pouco da aviação no tempo antes da independência, que foi atrás de 1975, pois adquirimos a independência em 75. Antes de 75 a aviação em Moçambique era retida pelos portugueses, praticamente, a Força Aérea Portuguesa, e companhias comunitárias, pequenas que abrangiam o país todo e a companhia principal chamada DETA, que era a Direção de Exploração dos Transportes Aéreos, uma companhia de alta proficiência, de referência no Sul, aliás, na África Austral, primeira companhia que adquiriu um simulador 737-200 naquela altura. O acesso à aviação dos moçambicanos no tempo colonial, especialmente para pilotos, era difícil por causa das condições econômicas e alguma discriminação também, até faziam piadas com os negros, diziam que não podiam ser pilotos, os indígenas, porque a partir de dez mil pés eles entravam, aliás, desmaiavam e não podiam voar. Mas graças a Deus, quando chega a independência em 75, eu me junto a Força Aérea, aliás, em 76, me junto a Força Aérea, apesar de ter começado a minha experiência de piloto no tempo colonial, em 74, em dezembro no aeroclube, mas evolui, depois em 76 já integrado na Força Aérea Portuguesa, aliás, na Força Aérea Moçambicana. O papel principal da Força Aérea Moçambicana naquele tempo era operações militares de carga, como operação militar eu voava Antonov 26, um avião de fábrica russo, e nós fazíamos alguns bombardeamentos, até que não era muito aconselhável, mas esse avião podia transportar dois mil e quinhentos quilos de bomba, né? E nós fomos preparados para fazer bombardeamentos e transporte e lançamento de paraquedistas. Foi uma experiência muito boa para mim, e em 1980, aliás, 77, fui destacado para a União Soviética, onde fui lá fazer o curso desse avião, o Antonov 26, e voltei em 78. A partir de 78 até 82 permaneci na Força Aérea como instrutor, além de piloto, também; foi uma experiência igualmente boa, e em 1982, por falta de pilotos na nossa companhia de bandeira, chamada DETA que era a Direção de Exploração dos Transportes Aéreos, que manteve esse nome até 1980, depois passou pra Linhas Aéreas de Moçambique, eu fui contratado e emprestado a essa companhia e acabei ficando até 2021, portanto, foram com 39 anos como piloto civil, e praticamente 4 anos como piloto militar. Como piloto civil, eu voei 737-200, voei o 300, voei ____, voei o DC10, que foi o motivo de empréstimo da Força Aérea, para a LAM, pois havia falta de pilotos e mão de obra, e nós fomos contratados a partir da Força Aérea. Foram momentos áureos, momentos bons, e permaneci lá até 2021, como disse, e foram momentos ótimos para nós que completei nessa carreira 28.342 horas de voo, horas que me orgulho de tê-las, foram feitas com sacrifício. E há uma oportunidade aqui em Moçambique para formação de pilotos, quem queira formar pilotos, uma oportunidade para as escolas de pilotagem. Há uma oportunidade para abrir novas companhias aéreas, especialmente, aviação ligeira, temos pontos de destino que não tem, não tem rotas aéreas e fazem muita falta. Então a minha experiência no tempo colonial até os anos 80 foi esta, né! Ser formado como piloto em Moçambique é um orgulho, é uma profissão não ao alcance de todos, pois as condições econômicas nossas não são, assim, muito boas. Hoje nos orgulhamos de pilotos espalhados em diversos lugares do mundo, formados, tecnicamente, em Moçambique. Esta curta experiência que eu quero passar para vocês. Obrigado!

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n.1, 2026, p. 111-131
DOI: https://doi.org/10.63656/trh85y38. ISSN ***- 3085-7678 (online)***

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr(a) está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que tem como objetivo evidenciar o papel da aviação na consolidação da independência e na preservação da memória histórica do país.

Sua participação é voluntária e, para tal, você participará de uma entrevista, respondendo a perguntas referentes a transformações no setor aéreomoçambicano. A entrevista será realizada de forma *online* e poderá ser gravada, com o seu consentimento, para futura análise e interpretação dos resultados.

O conteúdo da entrevista só será acessado pelo(a) pesquisador(a) responsável. Os dados coletados farão parte apenas deste trabalho e seus resultados só serão utilizados para fins da pesquisa. Os trechos usados para o trabalho não acompanharão informações que possam identificá-lo(a), a não ser que haja a sua permissão. Os resultados poderão ser utilizados e divulgados por meio de trabalhos científicos, garantindo os cuidados éticos da pesquisa científica.

Você não receberá nenhum pagamento para participar desta pesquisa.

Este termo deverá ser assinado para que tenha validade.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil EJ, que defende os interesses éticos dos participantes das pesquisas. O(A) pesquisador(a) responsável se compromete a oferecer esclarecimentos relacionados à sua participação nesta pesquisa antes, durante e após a sua realização. Assim, você pode contatá-lo(a) por meio do e-mail: nagaianne@icloud.com.

Pesquisador(a) Responsável

Eu, Bento José Pacho, concordo em participar voluntariamente do estudo acima especificado.

Permitir identificação sim(V) não( )

Assinatura do(a) Participante

Itápolis, 26 de novembro de 2025.