

AGUARDO PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

**AVIÕES BIMOTORES EM OPERAÇÕES MONOMOTOR: IMPORTÂNCIA DO
TREINAMENTO PARA MITIGAR OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

GOIÂNIA
2022

MAURIÇANE BARBOSA DOS SANTOS JUNIOR

**AVIÕES BIMOTORES EM OPERAÇÕES MONOMOTOR: IMPORTÂNCIA DO
TREINAMENTO PARA MITIGAR OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

Artigo Científico apresentado à Pontifícia
Universidade Católica de Goiás como exigência
parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Aeronáuticas.

Professora Orientadora: Esp. Tammyse Araújo da Silva.

GOIÂNIA
2022

MAURIÇANE BARBOSA DOS SANTOS JUNIOR

**AVIÕES BIMOTORES EM OPERAÇÕES MONOMOTOR: IMPORTÂNCIA DO
TREINAMENTO PARA MITIGAR OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

GOIÂNIA-GO, 9/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Esp. Tammyse Araújo da Silva _____ CAER/PUC-GO _____
Assinatura Nota

Dr^a. Nagi Hanna Salm Costa _____ ECISS/PUC-GO _____
Assinatura Nota

Esp. Andréluiz da Silva Fernandes _____ CAER/PUC-GO _____
Assinatura Nota

AVIÕES BIMOTORES EM OPERAÇÕES MONOMOTOR: IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO PARA MITIGAR OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS

LIGHT TWIN-ENGINE AIRCRAFT IN SINGLE ENGINE OPERATIONS: THE IMPORTANCE OF TRAINING TO MITIGATE AERONAUTICAL OCCURRENCES

Mauriçane Barbosa dos Santos Junior¹
Tammyse Araújo da Silva²

RESUMO – Um relevante aspecto para a profissão de pilotos de avião é o treinamento, sendo este fundamental sobretudo para capacitar o profissional para lidar com condições operacionais anormais, que lhes exigem mais conhecimento. Entre essas condições, está a perda de um motor em aeronaves bimotoras leves, cujo conhecimento do piloto é ainda mais colocado em prática. Feitas essas considerações, a presente pesquisa aborda a relação entre as reações aerodinâmicas e as respostas dos pilotos frente aos comandos de uma aeronave multimotora em uma situação de assimetria de potência, o que pode levar à perda de controle direcional em voo. Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa é compreender as características de voo de aeronaves bimotoras leves, ou seja, com peso máximo de decolagem até 2.721 kg ou 6000lb, e analisar os índices de ocorrências aeronáuticas nesses equipamentos, comparando-os com outras classes de aviões, além de citar as causas destas ocorrências. Isto porque as aeronaves bimotoras possuem algumas diferenças em relação às monomotoras tanto para operação quanto para treinamento, uma vez que possuem sistemas mais específicos e exigem mais dos pilotos que as operam. Para a construção da pesquisa, adotou-se como metodologia a pesquisa de natureza básica e descritiva, com abordagem qualitativa. Os procedimentos utilizados foram o bibliográfico e o documental, consubstanciado em consultas a sites, regulamentos, artigos, livros, manuais e dados da ANAC e do CENIPA. Conclui-se que a falta do conhecimento de alguns princípios e de padronização do treinamento dos pilotos faz com que os fatores operacionais e o humano sejam as maiores fontes de contribuição para acidentes e incidentes em bimotores leves no Brasil, cenário que merece a atenção das autoridades aeronáuticas do país e que se espera ver alterado a partir de treinamentos eficientes que supram essas carências.

Palavras-chaves: Bimotores leves; Operação monomotor; Ocorrências aeronáuticas; Treinamento de piloto.

ABSTRACT – *A relevant aspect for the profession of airplane pilots is training, which is fundamental above all to qualify the professional to deal with abnormal operational conditions, which require more knowledge. Among these conditions is the loss of an engine in light twin-engine aircraft, which the pilot's knowledge is even more put into practice. Considering this, the present research addresses the relationship between aerodynamic reactions and pilots' responses to the commands of a multi-engine aircraft in a situation of power asymmetry, which can lead to loss of directional control in flight. In this sense, the general objective of this*

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas. Piloto Comercial/IFR/MLTE. Endereço eletrônico: juniorbatp@gmail.com.

² Especialista em Docência Universitária pela Universidade Católica de Goiás. Graduanda em Ciências Aeronáuticas pela UnisuVirtual. Professora da Escola Politécnica no curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. EC-PREV pelo CENIPA. Credenciada no SGSO pela ANAC e pela Infraero. Endereço eletrônico: tammyse@hotmail.com/tammyse@pucgoias.edu.br.

research is to understand the flight characteristics of light twin-engine aircraft, that is, with a maximum take-off weight of up to 2,721 kg or 6000lb, and to analyze the rates of aeronautical occurrences in these equipment, comparing them with other classes of aircraft planes, in addition to citing the causes of these occurrences. Certainly, twin-engine aircraft have some differences in relation to single-engine aircraft both for operation and for training since they have more specific systems and demand more from the pilots who operate them. For the construction of the research, a basic and descriptive research methodology was adopted, with a qualitative approach. The procedures used were bibliographical and documental, based on consultations with sites, regulations, articles, books, manuals and data from ANAC and CENIPA. It is concluded that the lack of knowledge of some principles and standardization training makes operational and human factors the greatest sources of contribution to accidents and incidents in light twin engines in Brazil, a scenario that deserves the attention of aeronautics' authorities in the country and which is expected to be changed based on efficient training that addresses these needs.

Keywords: *Light twin engines aircraft; Single engine operation; Aeronautical occurrences; Pilot training.*

INTRODUÇÃO

É comum ouvir entre pilotos e entusiastas da aviação que aviões bimotores são mais seguros que monomotores. De fato, o argumento é válido pelo fato de os bimotores possuírem mais sistemas e ser mais redundantes, além de ter mais capacidade para carga. Entretanto, os bimotores também podem apresentar certas “desvantagens” em virtude de algumas de suas características aerodinâmicas. Como exemplo, após a falha de um dos motores em um bimotor, a linha de tração total da aeronave não estará alinhada com o eixo longitudinal da aeronave como em um monomotor, causando assimetria aerodinâmica na aeronave, o que ocasiona consequências que devem ser corrigidas rapidamente pelo piloto da aeronave, sob pena de perda da controlabilidade da aeronave.

Esta pesquisa busca compreender as causas da perda da controlabilidade de aeronaves bimotoras quanto em operação monomotor, situações essas tidas como ocorrência do tipo “acidente grave”. Quando se fala em ocorrências aeronáuticas, deve-se ter em mente a classificação em acidentes graves, incidentes e incidentes graves, cujas diferenças são estabelecidas na pesquisa.

Analisando alguns relatórios de acidentes expedidos pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), pode-se observar que os acidentes em bimotores leves são mais fatais que em monomotores, o que é normalmente resultante do equivocado julgamento de pilotagem. Tendo isso em mente, este trabalho busca enfatizar a importância do treinamento dos pilotos nessa classe de aeronave, trazendo um panorama de

acidentes causados em bimotores no Brasil e buscar entender a influência da deficiência do treinamento dos pilotos nestes acidentes.

Para tanto, adotou-se como metodologia a pesquisa de natureza básica e descritiva e de abordagem qualitativa. Os procedimentos adotados foram o bibliográfico e o documental; entre as fontes de pesquisa estão a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) e a *Federal Aviation Administration* (FAA), além de autores como Cassiano, Aquino, Leme, Campos, Bottura.

A partir desta metodologia, o trabalho é estruturado em duas seções. A primeira trata da importância do treinamento de pilotos para operações com aeronaves bimotoras, tratando, em especial, das habilidades técnicas e não técnicas e da qualificação necessária para operar esta classe de aeronaves. A segunda seção traça um panorama de acidentes aeronáuticos ocasionados por falha de motor em bimotores leves e seus fatores contribuintes. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

Ao final da pesquisa, evidencia-se que o treinamento atualmente ofertado aos pilotos para esta classe de aeronave pode ser considerado deficiente, tema que merece atenção das autoridades brasileiras.

1 A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO DE PILOTOS PARA OPERAÇÕES COM AERONAVES BIMOTORAS

Em qualquer área profissional, o treinamento voltado ao bom desempenho da atividade é indispensável. Na aviação não é diferente, sobretudo para mecânicos de voo, comissários de bordo, controladores de tráfego aéreo e pilotos de aeronaves, sendo os últimos objeto deste estudo. À vista disso, esta seção discorre sobre conceitos básicos de segurança e enfatiza a importância do desenvolvimento pelos pilotos das habilidades técnicas e não técnicas.

1.1 O treinamento de pilotos de avião como ferramenta indispensável para a segurança das operações aéreas

As ocorrências aeronáuticas (acidentes³, incidentes graves⁴ e incidentes⁵) são consequências de diferentes fatores que interferem direta ou indiretamente no voo. Tais fatores são divididos em: Operacional, Humano e Material (ANAC, 2017).

Segundo o CENIPA (2022), ocorrências aeronáuticas registradas no Brasil entre 2012 e 2022 evidenciam que a maioria dos fatores contribuintes está associada ao fator operacional (63%), seguido do humano (34%) e do fator material (1%) (outros fatores somam 2%) . Tais fatores, segundo o CENIPA (s. d.), são definidos como:

[...] Fator operacional: é a área de abordagem da segurança de voo que se refere ao desempenho do ser humano na atividade relacionada com o voo. Inclui as seguintes áreas: meteorologia, infraestrutura, instrução, manutenção, aplicação dos comandos da aeronave, tráfego aéreo, coordenação de cabine, julgamento da tripulação, deficiência de pessoal, deficiência de planejamento, deficiência de supervisão, indisciplina de voo, influência do meio-ambiente e experiência de voo na aeronave, entre outros aspectos.

Fator humano: é a área de abordagem da segurança de voo que se refere ao complexo biológico do ser humano, nos aspectos fisiológicos e psicológicos que possam ter refletido nas ações da tripulação e demais pessoas envolvidas no acidente, servindo para clarificar a sequência dos acontecimentos na ocorrência.

Fator material: é a área de abordagem da segurança de voo que se refere à aeronave nos seus aspectos de projeto, fabricação e de manuseio de material. Não inclui os serviços de manutenção de aeronave.

Com vistas a reduzir as ocorrências aeronáuticas em todo o mundo e, conseqüentemente, os índices associados aos fatores citados, a ICAO⁶ criou um manual sobre gerenciamento da segurança em 2006. Este documento resultou no Anexo 19 da Organização, que versa sobre a gestão da segurança operacional, e serviu como base para que os países desenvolvessem seus Programas de Segurança Operacional (ANAC, 2016; ANAC, 2019a; ANAC, 2017).

³ Toda ocorrência aeronáutica relacionada à operação de uma aeronave tripulada ha vida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado (ANAC, 2009).

⁴ Incidente aeronáutico envolvendo circunstâncias que indiquem que houve elevado risco de acidente relacionado à operação de uma aeronave que, no caso de aeronave tripulada, ocorre entre o momento em que uma pessoa nela embarca, com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado; ou, no caso de uma aeronave não tripulada, ocorre entre o momento em que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua parada total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado (ANAC, 2009).

⁵ Uma ocorrência aeronáutica, não classificada como um acidente, associada à operação de uma aeronave, que afete ou possa afetar a segurança da operação (ANAC, 2009).

⁶ Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) é uma agência especializada das Nações Unidas criada pelos Estados para gerenciar a administração e a governança da Convenção de Chicago, sendo responsável pela promoção do desenvolvimento seguro e ordenado da aviação civil mundial, por meio do estabelecimento de Normas e Práticas Recomendadas SARPs (do inglês: *Standard and Recommended Practices*), e políticas de apoio para segurança, eficiência e regularidade aéreas, bem como para sustentabilidade econômica e responsabilidade ambiental. Com sede em Montreal, Canadá, a OACI é a principal organização governamental de aviação civil, sendo formada por 193 Estados Membros (ANAC, 2016).

No Brasil, a base documental relacionada à segurança operacional está inserida no Programa de Segurança Operacional (PSO-BR), que se desdobrou nos Programas de Seguranças Operacional Específicos da ANAC (PSOE-ANAC) e do Comando da Aeronáutica (PSOE-COMAER), destinados à segurança operacional em nível geral (ANAC, 2017). Contudo, ainda que estes programas estejam estabelecidos, para Cassiano (2021), quando há falhas nas proteções (defesas) que impedem a degradação da segurança operacional, ocorrências aeronáuticas podem acontecer.

Assim, os mecanismos de defesa no interior da organização exercem a função de proteção, contenção e retardo no efeito da degradação da segurança operacional. Entre esses mecanismos de proteção, há de se evidenciar a forma de inserção e a manutenção dos profissionais estão sendo elaboradas no contexto proposto, observando-se que o ser humano em suas atividades de trabalho mantém estreita relação com o gerenciamento da segurança operacional (CASSIANO, 2017).

Para compreender a importância da segurança na aviação, é relevante conceituar alguns termos básicos associados à segurança nas operações aéreas. Dentre tais conceitos, destacam-se a “segurança operacional” e o “Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional” (SGSO). A ANAC (2019a) considera que segurança operacional é um estado no qual o risco ou prejuízo às pessoas ou danos a propriedades é reduzido ou mantido abaixo de um nível aceitável, por meio de um processo contínuo de identificação dos perigos e gerenciamento dos riscos. Já o SGSO é:

[...] o conjunto de ferramentas gerenciais e métodos organizados, para apoiar as decisões a serem tomadas por um provedor de serviço da aviação civil, em relação ao risco das suas atividades diárias. Também pode-se dizer que é um conjunto organizado de processos e procedimentos, baseados no princípio de alocação de recursos, que permite o controle dos riscos de segurança operacional em um nível aceitável (ANAC, 2019a, p. 5).

A segurança operacional e o treinamento de pilotos relacionam-se entre si. O treinamento faz parte da aprendizagem humana, vista como um processo que permite o desenvolvimento de aptidões críticas na interação humana (AQUINO, 2007).

Estudos mostram que os pilotos devem deter duas importantes habilidades: as técnicas e as não técnicas ou comportamentais, também chamadas de *Hard Skills* e *Soft Skills*, respectivamente. As habilidades técnicas referem-se a todos os conhecimentos específicos que o profissional deve saber para o exercício correto de sua função. São exemplos: o domínio das matérias técnicas, navegação, meteorologia, bem como a habilidade de pilotar a aeronave. Já as habilidades não técnicas estão associadas a comportamentos que afetam diretamente o

desempenho do indivíduo e sua relação com outras pessoas, como a sua tomada de decisão e o comportamento de liderança (LEME, 2012 apud ACOSTA; COSTA 2021).

Segundo a *European Cockpit Association* (ECA, 2013) apud Acosta e Costa (2021), os pilotos precisam ser capazes de coordenar estas duas habilidades para aumentar o nível de segurança nas operações aéreas e desempenhar melhor a sua função no *cockpit*. Nessa linha de raciocínio, a formação dos pilotos deve levar uma série de habilidades a serem implementadas no seu treinamento com o intuito de sempre buscar melhorar o nível máximo de segurança operacional.

O fator humano como causa de acidentes na aviação deve ser mitigado ao máximo, e, para que isto ocorra, a excelência do treinamento é indispensável. A qualidade do treinamento engloba uma série de fatores, como procedimentos operacionais padronizados e, em especial, o entendimento da parte dos pilotos da importância da segurança operacional para a aviação (SAC/MINFRA, 2021).

Cabe pontuar que, independentemente do avanço tecnológico nas aeronaves, é necessária para as operações aéreas a aplicação de recursos humanos voltadas à pilotagem. Assim, com o intuito de promover a contínua evolução e melhoria na segurança operacional, o piloto deve estar bem treinado e preparado para situações adversas, tendo como premissa que o investimento na segurança deve ser uma prioridade, desde o início de sua carreira (SAC/MINFRA, 2021).

1.2 Aeronaves multimotoras leves: normatização, qualificação de pilotos e desafios operacionais

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) de número 61 é o documento nacional que especifica boa parte do treinamento de pilotos de aeronaves, estabelecendo ainda os requisitos para que estes profissionais possam exercer sua atividade. A finalidade do RBAC 61 é estipular as normas e procedimentos relativos à concessão de licenças, habilitações e certificados para pilotos e à revalidação dessas concessões, bem como as prerrogativas e limitações relativas a cada licença, habilitação ou certificado (ANAC, 2020a).

Um adendo sobre a diferença entre licença e habilitação é relevante para o estudo em tese. A licença é o documento emitido pela ANAC que formaliza a certificação de uma pessoa para atuar em operações aéreas civis, a partir do cumprimento de requisitos de idade, grau de instrução, aptidão psicofísica, conhecimentos teóricos e prática de voo, verificados de acordo com as prerrogativas pertinentes à referida licença. Já a habilitação remete à autorização

associada a uma licença ou certificado na qual são especificadas as qualificações e respectivas validades, condições especiais de operação e as atribuições e restrições relativas ao exercício das prerrogativas da licença ou certificado respectivo (ANAC, 2020a).

O RBAC 61 (ANAC, 2020a) também especificou requisitos para as operações em aeronaves, sejam elas mono ou multimotoras. O *Airplane Flying Handbook*⁷ da FAA classifica como bimotor leve aquele avião que possui um peso máximo de decolagem (MTOW⁸) de até 2.721 kg ou 6.000 lb (FAA, 2016).

No Brasil, para operar uma aeronave multimotora, segundo o mesmo RBAC 61, são necessárias no mínimo 12 horas de instrução de voo, que incluam pelo menos duas horas de voo em avião da mesma fabricante e modelo a ser usado no exame de proficiência. O instrutor é o responsável por declarar que o piloto é competente para realizar, de forma segura, todas as manobras previstas no exame de proficiência para a concessão da habilitação de classe requerida. Além disso, entre os procedimentos e manobras previstos no RBAC 61 para a obtenção da habilitação voo por instrumentos (IFR)⁹, quando aplicável, o piloto deverá simular uma operação monomotora em aeronaves multimotoras (ANAC, 2020a).

Outro documento que normatiza a licença para aeronaves multimotoras é a Instrução Suplementar (IS) de número 00-002, cujo objeto são os voos de avaliação, também conhecidos como voos de cheque. Assim, esta norma estabelece padrões técnicos aos exames de avaliação de proficiências dos pilotos para a concessão das licenças, habilitações, certificados, bem como procedimentos administrativos a serem observados pelos Centros de Instrução de Aviação Civil (CIACs) (ANAC, 2021).

Sobre os exames de proficiência, estes são aplicados nas formas oral e prática. O exame oral tem o objetivo de avaliar se o candidato possui os conhecimentos teóricos requeridos para a função que pretende exercer. Já para o exame prático de voo utiliza-se uma Ficha de Avaliação de Pilotos (FAP) que deve ser seguida pelo examinador. Desta forma, durante o exame, devem ser realizados todos os procedimentos de manobras em voo citados na FAP, exceto aqueles listados como opcional. Será considerado “Aprovado” o candidato que obtiver sucesso em todos os itens previstos na FAP aplicável ao exame realizado (ANAC, 2021).

Em alguns países, são utilizados manuais específicos para o treinamento em aeronaves multimotoras. Por exemplo, a agência estadunidense de aviação civil, a FAA, publicou e adotou

⁷ O *Airplane Flying Handbook* fornece conhecimentos básicos que são essenciais para os pilotos. Este manual apresenta o piloto básico, habilidades e conhecimentos essenciais para pilotar aviões (FAA, 2016).

⁸ *Maximum take off weight* é o peso máximo de decolagem definido pelo fabricante devido a estrutura e outros limites da aeronave (FAA, 2016).

⁹ *Instrument Flight Rules* – Regra de voo por instrumentos (ANAC, 2015).

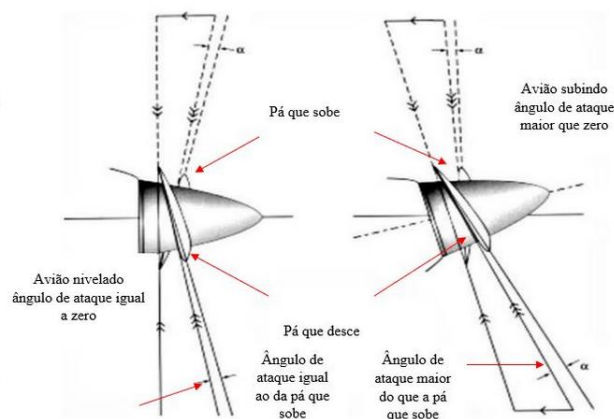
o FAA *Industry Training Standards* (FITS), um manual de treinamento para padronizar os pilotos que operam essa classe de aeronave, servindo como um guia para as escolas de aviação do país. Seu uso tem melhorado os níveis de segurança operacional com aeronaves bimotoras (FAA, 2007).

Ainda na esteira da documentação nacional, outra IS, a de número 141-007, trata dos programas de instruções de todas as habilitações existentes no país, incluindo a de multimotor terrestre, porém, em menor detalhamento que o RBAC 61. De uma forma geral, a IS 141-007 fornece o programa de instrução a ser seguido pelas escolas de aviação no país, prevendo os exercícios básicos e os exercícios de emergências (ANAC, 2020b).

Além da normatização para operar aeronaves bimotoras leves, é importante que o piloto tenha conhecimento e desenvolva habilidades técnicas e não técnicas nestas operações. Neste sentido, alguns aspectos das operações com aeronaves bimotoras necessitam de detalhamento, tais como motor crítico, Velocidade Mínima de Controle (VMC) e a subida em operação monomotor, que serão descritos a seguir.

Para compreender o conceito de motor crítico, é necessário analisar os ângulos das pás de uma hélice, demonstrados na Figura 1, que ilustra a rotação das hélices de um grupo motopropulsor de um avião e o vento relativo¹⁰, incidindo sobre a aeronave e sobre as pás (PLA ESCOLA DE AVIAÇÃO, s. d.).

Figura 1 – Vento relativo sobre um avião e as pás de suas hélices



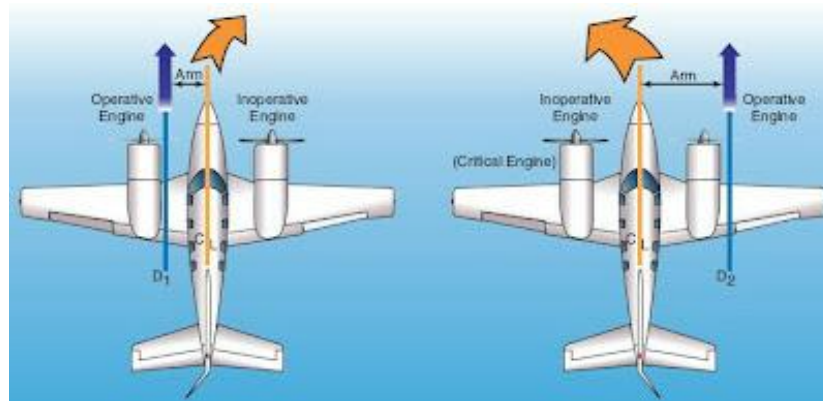
Fonte: adaptado de PLA Escola de Aviação (s. d).

¹⁰ É o movimento do ar em relação a outro corpo qualquer, tendo a mesma velocidade do corpo que se desloca, porém no sentido oposto (HOMA, 2013).

Conforme se verifica na Figura 1, o avião à esquerda tem ângulo de ataque igual a zero e o ângulo de ataque da “pá que sobe” é igual ao ângulo de ataque da “pá que desce”. Já o avião da direita está subindo, isto aumenta o seu ângulo de ataque e, em consequência, o ângulo de ataque da “pá que desce” é aproximadamente o dobro do ângulo da “pá que sobe”. Como resultado, o momento de maior tração da hélice vai ocorrer quando a pá estiver executando o movimento de descida (avião à direita).

Nesta condição, em aeronaves bimotoras a hélice, com motores que giram em sentido horário (vistos por trás), a distância da “pá que desce” do motor esquerdo em relação ao eixo longitudinal é menor do que do motor direito. Desta forma, há uma tendência de torque para a esquerda que se agrava quando o motor esquerdo se torna inoperante. Como o efeito de torque para a esquerda é maior com a parada do motor desse lado, a força necessária a ser produzida pelo leme de direção é maior. Nesse caso, diz-se que o motor esquerdo é o motor crítico, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Torque sobre aviões bimotores em operação monomotora



Fonte: Aeroclube de Campinas (2017).

Outro fator que compromete o controle direcional de um avião bimotor está associado à VMC. Esta velocidade é a mínima na qual a aeronave terá controle direcional no caso da perda de um motor e será maior que a velocidade de estol¹¹. Contudo, na condição de inoperância de um dos motores da aeronave bimotora, a VMC não garantirá o controle da aeronave (FAA, 2016). Ademais, em caso de inoperância de um dos motores de aeronaves bimotoras não é apenas o controle direcional que ficará comprometido, mas o desempenho do motor operante também.

Neste sentido, Branco e Koch (2013) advertem que em aeronaves bimotoras, quando estão em situações monomotoras, o grupo motopropulsor operante perderá consideravelmente

¹¹ É a menor velocidade no voo horizontal, caso seja diminuída a aeronave perde a sustentação nas asas (HOMA, 2013).

desempenho, sobretudo na subida. Os autores orientam que um piloto, ao fazer o julgamento sobre a perda de tração na condição de monomotor, não deve se pautar ao raciocínio natural de que o valor perdido é de 50%. Isto porque, dependendo do modelo da aeronave, pode ser superior a 80%. A Tabela 1 adiante apresenta a relação de perda de tração de alguns aviões bimotores leves a pistão:

Tabela 1 – Perda de desempenho na subida (motor a pistão)

Avião	Subida normal (pés/min)	Subida mono (pés/min)	Perda %
Beech Baron 58	1.694	382	80,70
Beech Queen Air	1.275	210	83,53
Beech Duke	1.60	382	80,82
Cessna 310	1.495	327	78,13
Cessna 340	1.500	250	83,33
Cessna 421B	1.850	305	83,51
Piper Aztec	1.490	240	83,89
Piper Navajo Chieftain	1.390	230	83,45
Piper Navajo Pressurizado	1.740	240	86,21
Piper Seneca I, II	1.860	190	89,78

Fonte: adaptada de Branco e Koch (2013).

Pela Tabela 1 é possível verificar que todos os aviões bimotores leves a pistão listados perdem em desempenho na subida quando um de seus motores fica inoperante. Observa-se também que, entre os indicados, o Piper Seneca I ou II apresenta a maior perda de tração e é o que menos consegue subir por minuto.

Por isso, executar um planejamento eficiente, assim como um rigoroso cheque de motores antes da decolagem, auxilia o piloto a desempenhar suas funções com segurança. Nesse sentido, em caso de perda de motor logo após a decolagem, o piloto deve estar ciente das ações desejáveis a serem feitas, saber exatamente o que esperar da aeronave. Isto significa estar preparado para a tomada de decisão assertiva que minimize os efeitos de uma possível emergência. Além disso, o piloto deve estudar em profundidade o manual da aeronave e atentar-se para todas as limitações ali estabelecidas (BRANCO; KOCH, 2013). Acrescenta-se que este manual é documento obrigatório a bordo da aeronave (CAMPOS, 2013).

2 OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS OCASIONADAS POR FALHA DE MOTOR EM BIMOTORES LEVES NO BRASIL

Esta seção traça um panorama sobre ocorrências aeronáuticas no Brasil causadas por falha de um dos motores, considerando as aeronaves bimotoras leves. A partir do panorama exposto, apresenta-se medidas para a mitigação de risco pertinentes a estas operações e uma proposta de treinamento para os pilotos quando operando com apenas um motor em aeronaves bimotoras.

2.1 Panorama sobre ocorrências aeronáuticas no Brasil associadas à perda de motor em voo de aeronaves bimotoras e recomendações de segurança emitidas pelo CENIPA

O CENIPA disponibiliza um painel interativo (Painel SIPAER) que apresenta dados sobre ocorrências aeronáuticas ao longo de uma década (CENIPA, 2022). A manutenção e a atualização dessas informações são importantes uma vez que se buscam apresentar ao público recomendações de segurança com a intenção de prevenir ocorrências similares. Por isso, o órgão, após concluída a investigação de um acidente, elabora o relatório final correspondente, do qual são extraídas recomendações, expostas no Painel SIPAER. Todas estas ações estão estruturadas na Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA) de número 3-13, que “protocolos, responsabilidades e atribuições referentes às investigações de ocorrências aeronáuticas da aviação civil”, conduzidas pela autoridade do SIPAER, a fim de que se cumpram, com uniformidade, as Normas e Práticas Recomendadas estabelecidas pelo Anexo 13 da ICAO (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 9).

Para exemplificar a importância do aprendizado obtido com esses dados, seguem os relatos de três acidentes envolvendo aviões bimotores no Brasil.

O primeiro acidente ocorreu em 2000 e resultou da perda de um dos motores de um avião modelo Beech-95, matrícula PT-LGL pertencente a um táxi-aéreo. A aeronave decolou do aeroporto de Cuiabá-MT (SBCY) para Rondonópolis-MT (SWQD) com dois tripulantes e dois passageiros; o piloto optou por um voo IFR. Após 12 minutos de voo, pessoas em solo informaram ter ouvido variações bruscas no barulho do motor e avistado a aeronave caindo na vertical. Todos os ocupantes sofreram lesões fatais (CENIPA, 2003).

A hipótese provável da causa da falha do motor foi a manutenção deficiente, indicando que as velas de ignição estavam com resíduos excessivos entre os eletrodos, interferindo no controlador de combustível e filtro de ar, o que pode ter levado à falha de alimentação de combustível, causando a parada do motor. É possível que o piloto tenha reduzido ao máximo a velocidade na intenção de diminuir o resultado do impacto com o solo e, neste momento, teria entrado em ângulo de perda, provavelmente atingindo velocidade abaixo da VMC, não sendo

mais possível ter controle na aeronave. O solo foi impactado com a aeronave estolada, ou seja, sem sustentação alguma. Além do mais, o órgão de investigação concluiu que “a empresa permitiu que o piloto operasse a aeronave sob condições de estresse físico e mental, além de não ter um programa de seleção e acompanhamento operacional, assim como não havia uma cultura organizacional adequada (CENIPA, 2003, p. 11).

Com este acidente, conclui-se que o fator operacional – deficiente manutenção, falha na aplicação dos comandos da aeronave, deficiente julgamento da tripulação, inexperiência de voo na aeronave –, bem como o fator humano – aspectos psicológicos ou fisiológicos (estresse físico e mental) – contribuíram para que o acidente acontecesse, uma vez que a tentativa de extrair da aeronave um desempenho para o qual ela não foi fabricada permitiu que ela voasse abaixo da VMC, causando a situação de estol (CENIPA, 2003).

Outro acidente causado devido a falha de motor após a decolagem foi com a aeronave de matrícula PT-MMX, modelo PA34-200T (Seneca II), contendo um tripulante e cinco passageiros. Durante a fase de subida inicial, a aeronave perdeu potência no motor esquerdo. Ao perceber a perda da potência, o piloto tentou executar o regresso para a pista, sem, contudo, recolher o trem de pouso, embora já tivesse atingido a velocidade de melhor razão de subida monomotor. Tal fato contribuiu para o aumento do arrasto e a perda de altura. O piloto tentou realizar uma amerrissagem de emergência no Rio Tarauacá (AM), ocorrendo, contudo, forte impacto e desaceleração da aeronave contra a água. Todos a bordo sobreviveram e um ainda é considerado desaparecido (CENIPA, 2013a).

Os fatores considerados contribuintes para o acidente foram a indisciplina de voo (habilitação do piloto estava vencida); o julgamento de pilotagem e o planejamento de voo (a soma do peso dos ocupantes, combustível e bagagens excedeu em 179 kg o peso máximo de decolagem), todos considerados fatores operacionais. O CENIPA recomendou, ao final, a divulgação do conteúdo do relatório durante a realização de seminários, palestras e atividades afins voltadas aos proprietários, operadores regulados pelo RBHA 91 (CENIPA, 2013a).

De acordo com o *Airplane Flying Handbook, da FAA*, no caso de falha de motor após a decolagem, a decisão será continuar a subida ou pousar, mesmo que fora da pista. Contudo, isto irá depender do desempenho de subida no momento da falha: se for adequado continuar a subida, deve-se configurar a aeronave e manter a subida; caso a subida monomotor seja improvável ou impossível, um pouso deve ser realizado no local mais adequado. Deve-se evitar ao máximo continuar o voo em subida ou nivelado quando a aeronave não estiver dentro da capacidade de desempenho ao qual o avião não foi produzido (FAA, 2016).

Outro acidente, o ocorrido com a aeronave de matrícula PT-VQO, merece destaque. Estando no circuito de tráfego para a pista 18 do aeródromo de destino (Canarana, MT), o piloto foi notificado sobre uma segunda aeronave que enquadrava a longa final para pouso na pista 36. Ao tomar ciência da aeronave que se aproximava para a pista contrária, o piloto decidiu realizar um pouso curto com intenção de livrar a pista rapidamente. Próximo do toque, ao reduzir os manetes de potência, ele percebeu que o trem de pouso estava em cima e prosseguiu para pouso naquela condição. O toque ocorreu sem que o trem de pouso estivesse na posição embaixo e travado. A aeronave parou sobre a pista, com danos no intradorso e nas hélices. O piloto, única pessoa a bordo, saiu ileso (CENIPA, 2013b). Como fator contribuinte, pode-se apontar a falta de planejamento no momento da notificação sobre a outra aeronave, o erro de julgamento do piloto, além da ausência de realização de *checklist* em voo.

Essas e outras recomendações de segurança que têm como fatores contribuintes o deficiente julgamento de pilotagem, a falha na aplicação dos comandos da aeronave, a inexperiência de voo na aeronave, a indisciplina de voo, o mau planejamento, a ausência de realização de *checklist* em voo (fatores operacionais), bem como aspectos psicológicos ou fisiológicos (fatores humanos), apontam para a importância do treinamento nesse tipo de aeronave.

A importância das análises dos acidentes se deve ao fato de que a intenção do órgão investigador é evitar que outras ocorrências similares aconteçam e, a exemplo do acidente descrito, outros aviões bimotores podem apresentar pane semelhante. À vista disso, a ANAC (2021) indicou que a quantidade de aeronaves com registro de aeronavegabilidade válidos no Brasil, considerados até junho de 2021, registra 1374 aviões a pistão bimotores, conforme se verifica na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 – Distribuição das aeronaves em condições normais de aeronavegabilidade até 2021

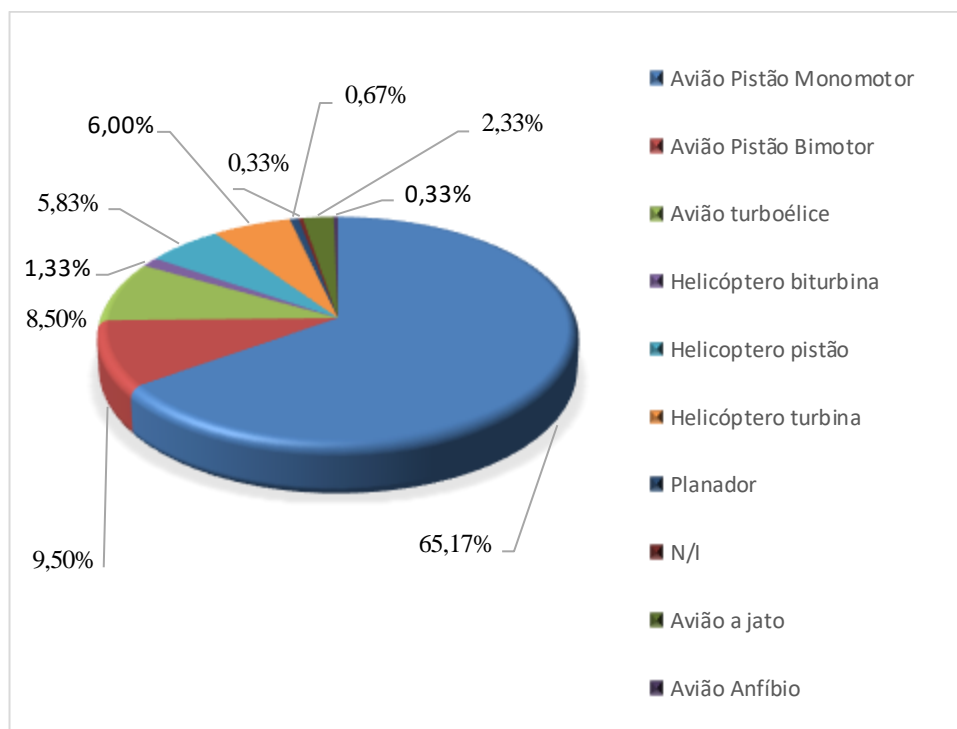
Tipos de aeronave	Aeronaves registradas	% da frota com registros válidos
Avião a jato	1148	10,59%
Avião anfíbio	16	0,15%
Avião pistão monomotor	5261	48,51%
Avião pistão bimotor	1374	12,67%
Avião turboélice	1414	13,04%
Helicóptero biturbina	375	3,46%
Helicóptero pistão	415	3,83%
Helicóptero turbina	699	6,45%
Hidroavião	1	0,01%

Planador	118	1,13%
Total	10845	100%

Fonte: adaptado de ANAC (2021).

Como pode ser observado na Tabela 2, motores a pistão são mais presentes nas aeronaves brasileiras quando se analisam acidentes em uma classe de aeronave em específico. É válido ressaltar os diferentes tipos de operações existentes, e os conceitos operacionais de cada tipo de aeronave, são totalmente distintos. Na figura 2 é possível observar a contribuição de cada tipo de aeronave no total de acidentes registrados entre 2016 e 2020 (ANAC, 2021).

Gráfico 1 – Acidentes 2016 a 2020: participação por tipo de aeronave



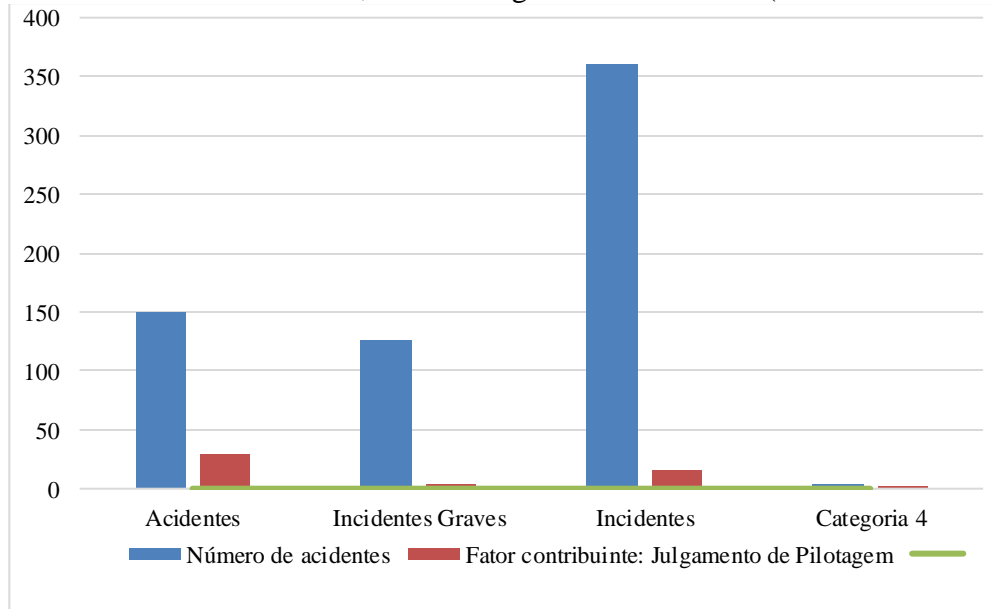
Fonte: adaptado de ANAC (2020c).

Pelo Gráfico 1, observa-se que aviões a pistão correspondem a mais de 74% do total de acidentes registrados. Já os aviões a pistão bimotor correspondem a 9,50% do total de acidentes. Quando comparados apenas com monomotores, que correspondem a 65,17%, verifica-se uma quantidade de acidente bem menor naqueles; contudo, deve ser levada em consideração a quantidade de aeronaves monomotoras, significativamente maior (ANAC, 2020c).

Dados emitidos pelo CENIPA no painel SIPAER em 2022, utilizando os filtros Tipo de aeronave, nº de motores e tipo de motor, mostram que, entre os anos de 2012 e setembro de 2022, ocorreram 150 acidentes envolvendo aeronaves bimotoras a pistão, 127 incidentes graves e 360 incidentes. Quanto aos fatores contribuintes, o que aparece com maior número é o julgamento de pilotagem: dos 150 acidentes ocorridos, 30 tiveram o julgamento de pilotagem

como fator contribuinte, e de 360 incidentes, 16 foram causados pelo mesmo fator. Os dados evidenciam a importância do treinamento de um piloto em momentos decisórios, como o de uma emergência (ANAC, 2022).

Gráfico 2 – Número de acidentes, incidentes graves e incidentes (2012 a setembro de 2022)



Fonte: adaptado do CENIPA (2022).

As barras azuis indicam o número de acidentes, incidentes graves e incidentes envolvendo aeronaves bimotoras a pistão; as barras vermelhas representam o número de acidentes e incidentes tendo como fator contribuinte o julgamento de pilotagem.

2.2 Proposta de treinamento para pilotos de aeronaves bimotoras quando operando em monomotor

As ocorrências aeronáuticas analisadas neste estudo ilustram algumas das falhas na execução dos procedimentos em voo, que poderiam ser evitadas ou minimizadas por meio de treinamento apropriado. Com efeito, alguns fundamentos ou procedimentos operacionais devem ser enfatizados nos treinamentos em aeronaves bimotoras. Relacionam-se, a seguir, alguns desses princípios com base nos acidentes relatados, permeados por alguns conceitos.

Crayg (1994) cita que “A aeronave multimotora possui definições e sistemas de voo singulares e seu comportamento em voo exige correções imediatas pelo piloto por ocasião da falha de motor”. Desse modo, o primeiro passo a ser dado pelo piloto que almeja o sucesso na operação da sua aeronave é fazer um bom planejamento de voo, pois isso trará à operação mais segurança e eficiência.

Quando uma aeronave está operando em situação de emergência, entra ainda o processo de gerenciamento de risco que, segundo Campos (2013), é um processo que identifica ameaças operacionais e toma medidas razoáveis para reduzi-lo a pessoas, equipamentos ou missão. O processo de gerenciamento de riscos é dividido em algumas etapas.

A primeira delas consiste em identificar a ameaça e procurar por qualquer condição real ou potencial de degradação, prejuízo ou danos a pessoas ou coisas, incluindo a perda de vida ou de equipamento. O uso da experiência e do bom senso, em conjunto com ferramentas analíticas específicas, são suficientes para identificar as ameaças. A etapa seguinte se concentra em avaliar o risco, ou seja, aplicar medidas quantitativas e qualitativas para determinar o grau de risco associado a uma ameaça específica. Esse processo define a probabilidade e a gravidade dos riscos com base na exposição de seres humanos ou de ativos a um possível acidente (CAMPOS, 2013).

Em seguida, passa-se à analisar as medidas de controle do risco, investigando estratégias e ferramentas específicas para reduzir, mitigar ou eliminar o risco. Sabendo-se que todo risco tem dois componentes – probabilidade de ocorrência e gravidade do perigo –, é preciso analisar medidas de controle efetivas para reduzir ou eliminar pelo menos um deles. A análise deve levar em conta os custos e benefícios de ações corretivas, fornecendo opções alternativas, se possível. A próxima etapa consiste em decidir pelo melhor controle de risco, ou seja, identificar o tomador de decisão de controle de risco. Ele deverá ter autonomia sobre os controles disponíveis e decidir pelo melhor deles ou combinação de controles, baseado nos primeiros passos (CAMPOS, 2013).

Por último, passa-se a implementar o controle de risco, por meio da formulação de um plano para implantação dos controles escolhidos. Providenciar pessoal, material e tempo para colocar as medidas em ação; supervisionar, revisar e aperfeiçoar são parte da implantação das medidas de controle. O processo, assim, deve ser reavaliado e aperfeiçoado periodicamente para garantir sua eficiência, sendo, assim, repetido por toda a vida do sistema, na forma de ciclos (CAMPOS, 2013).

Todas essas etapas do gerenciamento de controle de risco podem ser contempladas no âmbito de treinamento SGSO, que capacita o piloto para obter conhecimento dos conceitos e dos padrões e práticas recomendadas para o gerenciamento da segurança operacional. Propicia-se, assim, o conhecimento dos participantes nas áreas de certificação e de supervisão à implantação das componentes-chaves de um SGSO, em conformidade com os órgãos de fiscalização pertinentes (INFRAERO, 2022). Desse modo, a oferta de treinamento SGSO para pilotos de aeronaves multimotoras é algo desejável.

Treinamentos não técnicos também podem evitar danos como o ocorrido com a aeronave Beech-95, matrícula PT-LGL. Segundo Araujo (2018), o treinamento de pilotos consiste em sistemas da aeronave, performance, matérias técnicas da aviação, etc. Entretanto, quase nenhum tempo é dedicado aos conhecimentos do processo cognitivo necessário para ordenar, organizar e aplicar esses conhecimentos, e, o que fará com que o piloto responda a um acontecimento no voo, gerenciando uma situação crítica, é o uso dessas habilidades não técnicas (ARAUJO, 2018).

Já no caso do acidente com a aeronave de matrícula PT-MMX, um baixo conhecimento em questões de aerodinâmica foi notado: o piloto não recolheu o trem de pouso logo após a falha, causando mais arrasto na aeronave e prejudicando o seu desempenho no momento da falha de um motor. O desenvolvimento de conhecimentos específicos como este e dos fatores humanos são pontos a serem trabalhados nos treinamentos pelas escolas de aviação civil, que são o elo entre o aluno e o desenvolvimento de suas habilidades para exercício das operações aéreas (CENIPA, 2013; CARRENHO, 2016).

Sobre os fatores humanos, o *Single Pilot Resource Management* (SRM) é uma filosofia de treinamento utilizada na aviação que auxilia na rotina de voo, ajudando o piloto a gerenciar corretamente todos os recursos a bordo disponíveis, antes e durante o voo, para realização de um voo seguro e bem-sucedido. Se a filosofia for implementada nos treinamentos desde o início da formação do piloto, os níveis de segurança nas operações *single pilot* tendem a aumentar (FAA, 2015).

Outro fator importante no treinamento é a padronização das ações dos tripulantes. Nesse sentido, o uso de listas de padronização (*checklists*) pode se constituir no alicerce da padronização das atividades de um piloto e da segurança de voo durante anos. Por certo, o *checklist* é um importante auxiliar à memória do piloto, garantindo que itens importantes e críticos para uma operação segura da aeronave não sejam esquecidos. Contudo, o *checklist* será inútil se o piloto não estiver comprometido em usá-lo, situação em que as probabilidades estarão do lado oposto à segurança de voo (CAMPOS, 2013).

Assim, os treinamentos devem atentar-se para a cultura do uso de listas de checagem. Como dito, uma das primeiras coisas a ser levada em consideração após a falha de um motor em um bimotor leve é manter o controle da aeronave e jamais deixar a velocidade cair abaixo da VMC. Isto porque a falha de um motor irá causar uma forte guinada pro lado do motor inoperante e um rolamento devido à diferença de velocidade nas asas, e a forma correta de compensar a aeronave é manter uma inclinação de aproximadamente cinco graus para cima do motor operante (PACHECO, 2021).

Portanto, é necessário, durante a falha de motor, agir rapidamente. Nessas horas, os *checklists* devem ser executados, para colocar a aeronave na melhor configuração possível no momento. Uma das ações a serem tomadas é colocar a aeronave na VYSE¹² para chegar na melhor performance possível, definir a potência de decolagem, retrair os *flaps* e o trem de pouso para diminuir o arrasto e identificar, verificar e embandeirar¹³ o motor em pane (PACHECO, 2021). Contudo, verifica-se na prática dos treinamentos a ausência da cobrança pelos CIACs de uso de *checklists* em voo, contribuindo para a falta de uma cultura de utilização dessa importante ferramenta capaz de evitar várias ocorrências (FERREIRA; SANTOS, 2016), como a da aeronave de matrícula PT-VQO, relatada neste estudo.

Cabe apontar que o treinamento nas escolas tem como base a já comentada IS 141-007/2020, da ANAC, que é, frisa-se, um documento que estabelece ao centros de instrução a finalidade e os objetivos da instrução, os métodos adotados, os auxílios à instrução, o material instrucional, a sequência e a padronização das atividades, e os currículos dos cursos que ministra. Há uma série de manobras a serem realizadas no curso de aeronaves multimotoras (MLTE) na parte das emergências, que, segundo a IS 141-007 (ANAC, 2020) (Quadro 1), são:

Quadro 1 – Emergências curso prático MLTE

Emergências do curso prático de MLTE	<ol style="list-style-type: none"> 1) Panes de motore técnica de voo com potência assimétrica. 2) Identificação do motor inoperante. 3) Gerenciamento de energia e recuperação de atitudes anormais em multimotores com ambos motores em funcionamento. 4) Uso dos instrumentos para recuperar-se de uma entrada não intencional em IMC. 5) Falha de motor em diferentes pontos da corrida de decolagem. 6) Falha de motor na subida, em voo de cruzeiro, na reta e curva, na descida, na aproximação final. 7) Procedimento em caso de falha de motor abaixo da VMCA. 8) Gerenciamento energético e preservação de capacidade de arremetida com um motor inoperante. 9) Arremetida com um motor inoperante. 10) Pesquisa de pane e procedimentos para acionamento de motor em voo. 11) Gerenciamento da trajetória e planejamento do voo e do combustível após a inoperância de um dos motores.
--------------------------------------	---

Fonte: adaptado da ANAC (2020).

¹² Vyse (Velocidade de melhor razão de subida monomotor) – "SE", de *single engine*. É a velocidade que possibilita o maior ganho de altitude no menor intervalo de tempo, fazendo uso de apenas um motor (KOCH, s.d.).

¹³ Ângulo de ajuste da pá selecionado para produzir um mínimo de rotação e mínimo de arrasto da hélice, com o motor parado e o avião em voo (ANAC, 2011).

Contudo, ao comparar este treinamento com o estipulado pela FAA no *Federal Aviation Regulation* (FAR) 61¹⁴, é possível apontar algumas diferenças. No Brasil, por exemplo, o número de horas de voo exigidas é de 12 horas, ao passo que nos Estados Unidos são exigidas 29 horas. Também no modelo de treinamento empregado pela FAA, a grande maioria das descrições de tarefas encerra-se com a sentença “*Completes the appropriate checklist*”, levando o piloto-aluno em questão a se familiarizar, ainda, com o uso de *checklists*, costume que, provavelmente, será mantido em sua futura carreira como piloto. Sendo assim, acredita-se que, caso houvesse uma padronização de treinamento com a listagem das tarefas a serem realizadas em voo, nos moldes da FAA, a instrução no Brasil melhoraria os seus níveis de segurança (FERREIRA; SANTOS, 2016).

Os vários cenários de voo possíveis incluem situações extraordinárias como emergências a bordo que exigem respostas assertivas dos pilotos. No entanto, mesmo com esse treinamento, que muitas vezes pode ser percebido como complexo, intensivo e regulamentado, os aeronautas têm demonstrado que ainda estão sujeitos a medidas inadequadas quando sua segurança e a do voo são ameaçados. A partir de um estímulo recebido, o cérebro é capaz de realizar dois tipos de avaliação: primária e secundária. A pontuação primária é o que determina se o estímulo recebido é benigno (positivo) e irrelevante. Se este for o caso, o cérebro então oferece algumas opções: negligenciar o estímulo ou realizar alguma tarefa natural em resposta ao estímulo recebido. Agora, se o estímulo recebido cria uma sensação de ameaça, dano e desafio. A avaliação secundária entraria em jogo com medidas preventivas e dissuasivas. Essas medidas podem incluir reavaliação situacional ou enfrentamento focado na emoção canalização da atenção e, muitas vezes, resultando em processamento de informações prejudicado, reduzindo o desempenho psicomotor humano ao longo de um período de tempo junto com a consciência situacional (TINÔCO; FOGAÇA, 2019).

Por fim, importante mencionar as considerações de Tissot (2010), ao afirmar que análises de acidentes evidenciam a falta ou excesso das ações humanas, resultando em tomadas decisões inadequadas. O autor ressalta a gravidade da falta desta competência desde os primeiros momentos do treinamento do aluno. Segundo a IFALPA, (2012), as habilidades básicas de voo, ou a “pilotagem”, são a base sobre a qual todo o resto é construído, e que servirão para toda a carreira do piloto, daí a importância de estar sempre estudando e mantendo

¹⁴ Documento da FAA que fornece “orientação para candidatos pilotos, instrutores de voo, instrutores de terra e examinadores relativo às normas de certificação, aos procedimentos de ensaio dos conhecimentos e a outros requisitos do título 14 do Código de Regulamentos Federais norte-americanos (FAA, 2018).

a proficiência na aeronave, para que possa operá-la com segurança, mesmo em momentos de alta exigência como em emergências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo demonstrar algumas características pertinentes ao voo de aeronaves bimotoras e a importância de um bom treinamento para a operação desta classe de aeronaves. Para tanto, foram pesquisadas, por meio do Painel Sipaer, ocorrências aeronáuticas ocasionadas por falha de motor em bimotores leves no Brasil, tendo como principal fator contribuinte o julgamento de pilotagem.

A partir dos dados obtidos nos levantamentos, foi possível observar que a relação homem x máquina é muito forte, pois 63% das ocorrências aeronáuticas estão ligadas aos fatores operacionais, mostrando o impacto do processo de julgamento e de tomada de decisão nas operações aéreas e o quanto é importante estar preparado para eventuais condições adversas. Para que isso aconteça, o piloto tem de estar bem treinado e conhecer bem a aeronave a qual está operando.

Neste sentido, a partir dos dados obtidos no painel Sipaer relacionados a ocorrências aeronáuticas entre o ano de 2012 e outubro de 2022, verificou-se que 127 incidentes graves, 150 acidentes e 360 incidentes envolveram aeronaves bimotoras que pesam até 2.721 kg ou 6.000 lbs. Dentre os fatores contribuintes, destacam-se a tomada de decisão, representando cerca de 20% do total.

Em virtude desta realidade, infere-se que o treinamento ofertado pelos centros de instrução aos futuros pilotos em aeronaves bimotoras pode estar se revelando insuficiente, o que aponta para a necessidade de revisão de suas bases junto à ANAC. Nesse sentido, apontou-se que as normas americanas relacionadas ao tema são mais exigentes, especialmente quanto ao número de horas de voo exigido e ao incentivo do uso de ferramentas como o *checklist*, com vistas à segurança de voo.

Sugere-se, por fim, a realização de pesquisas futuras sobre outras possibilidades de treinamentos a serem agregados para esta classe de avião, considerando a relevância de se ter um bom conhecimento para uma operação segura em aeronaves bimotoras.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. P. L. COSTA, N. H. S. A relevância do treinamento de habilidades não técnicas na atuação de pilotos de avião. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 6, Ed. 5, Vol. 10, pp. 57-76. 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-aeronauticas/pilotos-de-aviao>. Acesso em: 3 set. 2022.

AERoclUBE DE CAMPINAS. **Motor crítico**. 2017. Disponível em: <http://aeroclubedecampinas.com.br/motor-critico/>. Acesso em: 25 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Sistema de envio de relatório semestral**. 2009. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/sistema_01.pdf. Acesso em: 22 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **ANACpédia: passo-bandeira**. 2011. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_ing/tr3472.htm. Acesso em: 25 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Glossário da aviação civil**. 2015. Disponível em: https://www.anac.pt/SiteCollectionDocuments/Publicacoes/estudos/glossario_da_aviacao_civil.pdf. Acesso em: 22 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **ANEXO 19: A convenção sobre aviação civil internacional**. Brasília: ANAC, 2016. Disponível em: <https://caacl.org/Files/PortalReady/v000/downloads/anexo-19-traduzido.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR)**. Brasília: ANAC, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/programas-de-seguranca-operacional/PSOBR.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Diretrizes para a avaliação do SGSO**. Brasília: ANAC, 2019a. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2019/39/anexo-i-diretrizes-para-avaliacao-do-sgso.pdf>. Acesso em: 3 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 23, Emenda 64: requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria normal, utilidade, acrobática e transporte regional**. Brasília: ANAC, 2019b. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-023/@@display-file/arquivo_norma/RBAC23EMD64.pdf. Acesso em: 7 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 61: licenças, habilitações e certificados para Pilotos**. Brasília: ANAC, 2020a. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-61>. Acesso em: 7 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Instrução Suplementar (IS) **141-007 Programas de instrução e manual de instruções e procedimentos**. Brasília: ANAC, 2020b. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-141-007/@@display-file/arquivo_norma/IS141-007A.pdf. Acesso em: 7 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Relatório de segurança operacional (RASO)**. Brasília: ANAC, 2020c. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/raso_2020.pdf. Acesso em: 18 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Instrução Suplementar (IS) N° 00-002, Revisão G**: padrões para a realização de exames de proficiência de pilotos. Brasília: ANAC, 2021. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-00-002/@@display-file/arquivo_norma/IS00-002G.pdf. Acesso em: 7 set. 2022.

ARAUJO, B. T. **Treinamentos de pilotos: PROCESSO COGNITIVO, CONSCIÊNCIA SITUACIONAL E TOMADA DE DECISÃO**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8208/1/Monografia%20Thiago%20Araujo.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2022.

AQUINO, C. T. E. **Como aprender: andragogia e as habilidades de aprendizagem**. São Paulo. Pearson, 2007.

BOTTURA, H. **Curso prático de voo por instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Dag Gráfica e Editorial, 1989.

BRANCO, D.; KOCH, S. Falha de motor em bimotor leve. **Revista PreviNE**, ano 2, ed. 8, 2013. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/seripa2/images/previne/Previne-n-08---Falha-de-Motor-em-Bimotor-Leve.pdf>. Acesso em: 11 set. 2022.

CAMPOS, A. **Conhecimento geral das aeronaves (asas fixas)**: livro didático. Palhoça: Unisul Virtual, 2011.

CAMPOS, A. **Procedimentos operacionais**: livro didático. Palhoça: Unisul Virtual, 2013.

CARRENHO, A. M. **Gestão do treinamento em escolas de aviação civil**: fatores humanos durante a formação básica do piloto civil. 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8124/1/Monografia-%20ANDRÉ%20MAIA%20CARRENHO.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

CASSIANO, S. K. Learning to fly: o papel da aprendizagem na segurança operacional, Brasília, **Conexão SIPAER**, v. 8, n. 3, p. 2-18, 2017. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/view/455>. Acesso em: 27 ago. 2022.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Comissão de investigação**. s. d. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/artigos/190-comissao-de-investigacao>. Acesso em: 17 set. 2022.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Relatório final**: PT-LGL. Brasília: CENIPA, 2003. Disponível em:

http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/pt_lgl_21_06_00.pdf. Acesso em: 18 set. 2022.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Relatório final: A-109**. Brasília: CENIPA, 2013a. Disponível em: http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/pt_mmx_07_06_13.pdf. Acesso em: 4 set. 2022.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Suma de investigação. Relatório PT VQO**. 2013b. Disponível em: https://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/pt_vqo_22_01_13.pdf. Acesso em: 8 nov. 2022.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Painel SIPAER**. 2022. Disponível em: http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqv%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37&anonymous=true. Acesso em 11 set. 2022.

CRAYG, A. **Multiengine flying**. Nashville, Tennessee, USA: Tab Books, 1994.

EUROPEAN COCKPIT ASSOCIATION. **Pilot training compass: back to the future**, 2013. Disponível em: https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/eca_pilot_training_compass_back_to_the_future_13_0228.pdf. Acesso em: 27 ago. 2022.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **FITS Generic commercial pilot syllabus airplane multi-engine** land. Washington: FAA, 2007. Disponível em: https://www.faa.gov/training_testing/training/fits/training/media/generic/commercial_amel.pdf. Acesso em: 7 set. 2022.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Single-Pilot Crew Resource Management**. 2015. Disponível em: https://www.faa.gov/news/safety_briefing/2015/media/se_topic_15_03.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Flying Handbook (FAA-H-8083-3C)**. Washington: FAA, 2016. Disponível em: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/00_afh_full.pdf. Acesso em: 9 set. 2022.

FERREIRA, G. F.; SANTOS, V. G. dos. Análise comparativa entre o padrão de instrução multimotor ANAC e FAA e as consequências para a operação aérea. **Conexão SIPAER Revista Científica de Segurança de Voo**, v. 7, n. 1, p. 63-71, 2016. Disponível em: <http://104.236.28.163/index.php/sipaer/article/view/385/328>. Acesso em: 25 set. 2022.

HOMA, J. **Aerodinâmica e teoria de voo**. ed. 32. São Paulo: Asa, 2013.

IFALPA. **Ipts-pilot training standards**. 2012. Disponível em: <https://ifalpa.org/media/2272/ipts-first-edition-sept-12.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2022.

INFRAERO. **Curso sistema de gerenciamento de segurança operacional – SGSO**. 2022. Disponível em: CURSO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL – SGSO – Portal Infraero. Acesso em: 7 nov. 2022.

LEME, R. **Avaliação de desempenho com foco em competência**: a base para remuneração por competências, Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2012.

LIASCH, J. **Segurança de voo em bimotores leves**. 2009. Disponível em: <http://culturaaeronautica.blogspot.com.br/2009/06/seguranca-de-voo-em-bimotoresleves.html> Acesso em: 7 set. 2022.

MINISTÉRIO DA DEFESA. COMANDO DA AERONÁUTICA. **NSCA 3-13**: protocolos de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil conduzidas pelo Estado brasileiro. Brasília: Ministério da Defesa, 2017.

PACHECO C. V. **Aviões bimotores leves, características e o voo monomotor**. 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/13436/1/%5b82817-68471%5dModelo_de_TCC_CIA_v1%20%281%29%20%281%29.pdf. Acesso em: 7 set. 2022.

PLA ESCOLA DE AVIAÇÃO. **SOP Standard Operating Procedures**: Twin Comanche – PA30. Anápolis: PLA, s.d.

SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL DO MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (SAC/MInfra). **Formação e capacitação de Recursos Humanos no setor de aviação civil**. 2021. Disponível em: <https://horus.labtrans.ufsc.br/api/Files/RH/SAC-RH-SumarioExecutivo.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2022.

TINÔCO, R. B. FOGAÇA, L. B. **O desempenho de pilotos frente a situações anormais em voo: o startle effect e a resiliência**. 2019. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/756> . Acesso em 14 dez. 2022.

TISSOT, I. **Fatores Humanos na Aviação Civil**. Carta De Segurança Operacional, 1, 5-6, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/biblioteca-safety/carta/edicao-1#:~:text=De%20modo%20geral%2C%20os%20temas,%3B%20motivação%3B%20tratamento%20de%20informações%3B>

Apêndice ao TCC



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 88 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3948.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Mauricane Barbosa dos Santos Junior
do Curso de Ciências Aeronáuticas, matrícula 2019.10047.0053-7,
telefone: (62) 98570-0326 e-mail juniorB4B@gmail.com,
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei
dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)
a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Aviões bimotors leves em operação monomotor: importância do treinamento para
mitigar riscos aeronáuticos, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos,
conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de
computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção
científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 14 de dezembro de 2022.

Assinatura do autor: Mauricane Barbosa

Nome completo do autor: Mauricane Barbosa dos Santos Junior

Assinatura do professor-orientador: Tammyse Araújo da Silva

Nome completo do professor-orientador: Tammyse Araújo da Silva