

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM AERONAVES

GOIÂNIA
2022

BRUNO RAFFAELLI

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM AERONAVES

GOIÂNIA
2022

BRUNO RAFFAELLI

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM AERONAVES

Monografia apresentada à Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte da exigência parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientadora: Professora Anna Paula Bechepeche.

GOIÂNIA
2022

BRUNO RAFFAELLI

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM AERONAVES

GOIÂNIA – GO, 9/6/2022.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Anna Paula Bechepeche _____ CAER/PUC-GO _____
Assinatura Nota

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

Esp. Giovane Marques de Almeida _____ SENAI-GO _____
Assinatura Nota

Dedico este trabalho à minha mãe, que hoje torce por mim, agora de um outro plano; à minha esposa Nayara, ao meu filho Davi, à minha irmã Valesca e às minhas sobrinhas Maria Gabriela, Helena e Isabel, que acreditaram que eu conseguiria vencer mais este desafio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, por ter permitido e viabilizado mais uma conquista.

À minha família e aos amigos de Jacutinga e de Goiânia que foram de muita importância durante o meu processo de formação acadêmica.

Aos professores e colegas de turma que estiveram comigo durante o curso.

À minha orientadora Anna Paula Bechepeche, pela disponibilidade, ensinamentos e profissionalismo.

A todos que contribuíram diretamente e indiretamente para a realização desse trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	SIPAER Panorama dos acidentes/ Fator contribuinte manutenção aérea	11
Figura 02 –	Funcionamento da MEL	20
Figura 03 –	Aeronave com entradas de ar dos motores cobertas	26

RESUMO

Bruno Rafaelli¹

Anna Paula Bechepeche²

As aeronaves, assim como os automóveis ou quaisquer equipamentos mecânicos, necessitam de manutenção adequada com vistas a garantir maior segurança. Essas manutenções, por certo, não devem ser evitadas. Seja ela uma manutenção preventiva, preditiva ou corretiva, todas são imprescindíveis tanto na aviação comercial quanto na particular. Partindo dessa premissa, o objetivo deste estudo é revisar a importância da manutenção de aeronaves e sua relação com a cultura de segurança, mostrando como a manutenção aeronáutica faz parte essencial da aeronavegabilidade com o propósito último de evitar acidentes e preservar vidas. Seja a manutenção um mero reparo ou uma reforma mais ampla, ela garante, ainda, tempo mais prolongado de atividade da aeronave, além de evitar riscos à vida de todos que a operam, o que incrementa a credibilidade do setor aeroviário o setor de transportes. A ANAC, por meio de seus esforços normativos consistentes na publicação de Regulamentos Brasileiros de Aviação (RBACs), possibilita que a aviação no Brasil seja uma das mais seguras do mundo mesmo a partir da complexibilidade envolvida na criação de um programa de manutenção. Isso considerado, o estudo permitirá ampliar o conhecimento sobre o setor da manutenção aeronáutica no Brasil. Para acessar os achados já produzidos na temática, lançou-se mão da pesquisa bibliográfica, principal fonte desta pesquisa, bem como de artigos, sites na internet e vídeos de canais especializados em manutenção aeronáutica. Uma das conclusões obtidas é de que o operador da aeronave ou os proprietários são os responsáveis pela manutenção do equipamento, respeitando seu ciclo, tempo de calendário e o manual de operações. As empresas aéreas, nesse sentido, devem seguir as determinações impostas pela autoridade aeronáutica e elaborar seu próprio programa de manutenção com o intuito de adequar os intervalos de seus serviços de manutenção à sua operação.

Palavras-chave: manutenção; aeronaves; importância; segurança.

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO).
brunoraffaelli@yahoo.com

² Doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1996). Possui graduação em Física pela Universidade Federal de Goiás (1988). Mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (1991).
abechepeche@yahoo.com.br

ABSTRACT

Aircraft, as well as automobiles or any mechanical equipment, need adequate maintenance in order to ensure greater safety. These maintenances certainly should not be avoided. Whether preventive, predictive or corrective maintenance, all are essential in both commercial and private aviation. Based on this premise, the objective of this study is to review the importance of aircraft maintenance and its relationship with the safety culture, showing how aeronautical maintenance is an essential part of airworthiness with the ultimate purpose of preventing accidents and preserving lives. Whether maintenance is a simple repair or a broader overhaul, it also guarantees a longer operating time for the aircraft in addition to avoiding risks to the lives of all who operate it, which increases the credibility of aviation sector and transport sector. ANAC, through its normative efforts consistent in the publication of Brazilian Aviation Regulations (RBACs), makes aviation in Brazil one of the safest in the world, even with the complexity involved in creating a maintenance program. Considering that, the study will allow to expand the knowledge about the aeronautical maintenance sector in Brazil. To access the findings already produced on the subject, bibliographic research was used, consisting on the main source of this research, as well as articles, internet sites and videos from channels specialized in aeronautical maintenance. One of the conclusions of the study is that the operator responsible for the aircraft or its owners are responsible for the equipment maintenance, respecting its cycle, calendar time and the operations manual. Airlines, in this sense, must follow the determinations imposed by aeronautical authority and prepare their own maintenance program in order to adapt the intervals of their maintenance services to their operation.

Keywords: maintenance; aircraft; importance; safety.

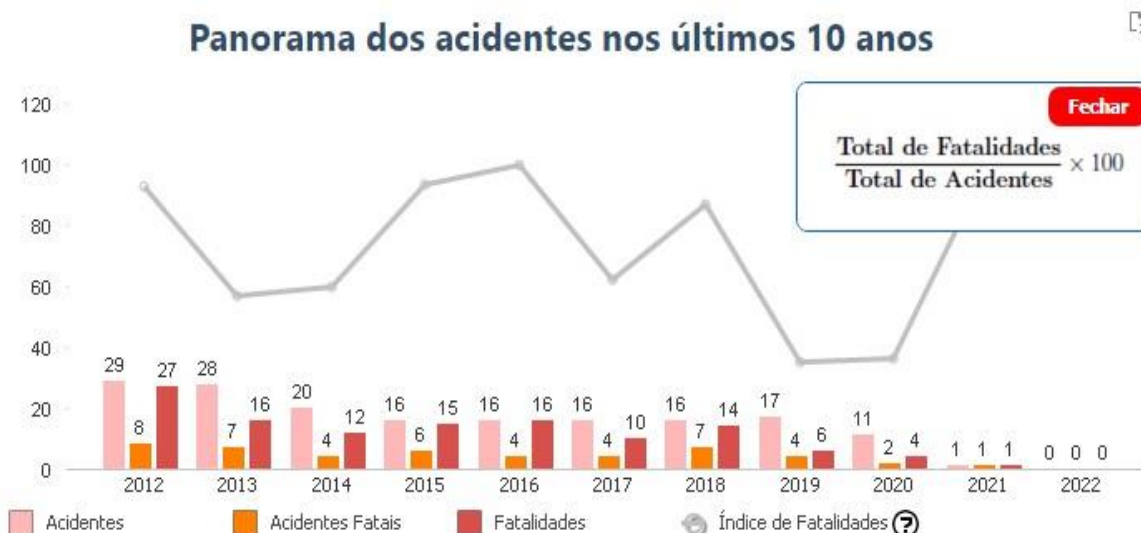
SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 CULTURA E SEGURANÇA	13
1.1 MANUTENÇÃO DE AERONAVES	14
1.1.1 Manutenção preventiva, corretiva, preditiva	16
1.2 SISTEMAS DE INSPEÇÃO DE AERONAVES	17
1.3 MASTER MINIMUM EQUIPMENT LIST (MMEL) / MINIMUM EQUIPMENT LIST (MEL)	19
1.4 MAINTENANCE STEERING GROUP (MSG)	22
1.5 MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT (MPD)	23
1.6 REGULAMENTOS DA ANAC VOLTADOS PARA A MANUTENÇÃO DE AERONAVES	23
1.6.1 RBHA 91 – Regras gerais de operação para aeronaves civis	24
1.6.2 RBAC 121 – Subparte I manutenção, manutenção preventiva e modificações e reparos	24
1.6.3 RBHA 145 – Empresas de manutenção de aeronaves	24
1.6.4 RBHA 43 – Manutenção, manutenção preventiva, recondicionamento, modificações e reparos	25
1.7 MANUTENÇÃO DE AERONAVES NA PANDEMIA COVID-19	25
2 ANÁLISE DE ACIDENTE OCASIONADO POR FALTA DE MANUTENÇÃO E AS RECOMENDAÇÕES JUNTO À ANAC	28
2.1 ANÁLISE DE ACIDENTE OCORRIDO EM 2019 POR FALTA DE MANUTENÇÃO	28
2.2 RECOMENDAÇÕES DE ALTERAÇÕES JUNTO À ANAC	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

Segundo o site Painel SIPAER (2022) (Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), órgão subordinado ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes aeronáuticos (CENIPA), registraram-se entre 2012 e 2022 309 acidentes no Brasil (Figura 1), a manutenção aeronáutica um dos fatores contribuintes. Os acidentes levantados nos dados estão classificados em acidentes³, acidentes fatais⁴ e fatalidades⁵ e foram influenciados por ocorrências como falha do motor em voo, falha ou mau funcionamento de sistema, pane seca, entre outras.

Figura 1 – SIPAER Panorama dos acidentes/Fator contribuinte manutenção aérea



Há de se pontuar que a maioria desses acidentes ocorreu em voos particulares. Em linhas áreas, que operam com voos comerciais utilizados pela população em geral, esse número cai para 16 acidentes, o equivalente a apenas 5,2% dos acidentes aéreos no período. Isso denota que o transporte aéreo regular é o mais seguro atualmente.

³ Acidentes: refere-se, principalmente, a um desastre ou a um acontecimento inesperado e desagradável, com consequências graves e lamentáveis.

⁴ Acidentes fatais: desastre ou um acontecimento inesperado que leva a óbito imediatamente após sua ocorrência ou posteriormente, sendo decorrente do acidente.

⁵ Fatalidades: escolha feita ou não por terceiro com consequências para determinada pessoa.

Com efeito, fabricantes e companhias aéreas se esforçam para evitar acidentes e incidentes, primando a aviação pela segurança em primeiro lugar. Contudo, sabe-se que um acidente aéreo pode ser causado por um pequeno erro humano ou técnico, o que acarreta grandes prejuízos à indústria, afetando diretamente a reputação da organização, conforme destacado por Marcuzzo Junior (2008). Diante disso, para reverter e conter o número de acidentes e, de efeito, evitar prejuízos financeiros e ferir a reputação de uma organização, é importante que a aviação não se desvincule de uma cultura de segurança forte.

Nesse sentido é que se estabelece um programa de manutenção, necessário a cada empresa nos termos das orientações emitidas pelos fabricantes e das homologações expedidas pela autoridade aeronáutica do país onde a empresa opera. Isso igualmente se aplica aos componentes, estrutura, motores de uma aeronave para que estejam em condições de voo durante sua vida útil.

Buscando relacionar e apresentar de forma clara e objetiva a importância da manutenção preventiva em aeronaves, essa pesquisa se configura como exploratória e explicativa e de natureza básica. A coleta de dados foi realizada a partir de resultados obtidos nas buscas bibliográficas pelo tema, seguida de leitura e análise, com vistas a verificar autenticidade da informação e nesta aprofundar.

Para o alcance dos objetivos propostos, esta monografia está dividida em duas seções, a começar pela exposição acerca da cultura de segurança, que abarca conceitos diversos, entre eles, o de manutenção de aeronaves e suas modalidades. Ainda na seção primeira são expostos os regulamentos da ANAC pertinentes ao tema, além de expor como as grandes companhias se sobressaíram na Pandemia Covid-19. Na segunda seção é analisado um acidente de proporções midiáticas ocorrido em fevereiro de 2019 no Brasil por falta de manutenção na aeronave. Ao final da seção, é feita uma proposta em que se trabalha a ideia de integração online entre a ANAC e as oficinas de manutenção. Por derradeiro, são tecidas as considerações finais do estudo.

1 CULTURA DE SEGURANÇA

O termo “cultura de segurança” surgiu nos debates científicos sobre segurança travados especialmente após o desastre de Chernobyl, ocorrido em 1986. O conceito é muitas vezes pouco utilizado para descrever a cultura corporativa em que segurança é entendida como a prioridade número um de uma organização (OLIVEIRA, 2002).

Richter e Koch (2004) definem a cultura de segurança como significados compartilhados e aprendidos, experiências e interpretações de trabalho de segurança – expressas parcialmente e simbolicamente – que orientam as ações das pessoas em relação a riscos, acidentes e prevenção. A manutenção preventiva em aeronaves significa garantir a segurança e qualidade dos dispositivos, manter a confiabilidade e aeronavegabilidade e assegurar, de efeito, o perfeito funcionamento da aeronave, com a finalidade última de garantir a segurança da tripulação e de passageiros.

Por certo, a aviação está imediatamente associada à segurança, pois, se algo der errado, seja por erros humanos ou técnicos, tais erros podem levar a grandes desastres. Fabricantes de aeronaves e companhias aéreas fazem, portanto, todo o possível para evitar que acidentes e incidentes ocorram.

Isso porque, segundo Marcuzzo Junior (2008), a segurança deve ser considerada crucial para a reputação de tais organizações. Empresas envolvidas na fabricação, operação e manutenção de aeronaves investem pesadamente em medidas de segurança e tentam preservar cuidadosamente essa confiabilidade. No entanto, vale destacar que “segurança” não é condição dada precisamente, mas sim uma condição dependente de valores organizacionais, significados e práticas. Significa dizer que as empresas, apesar de colocarem a segurança em primeiro lugar, muitas vezes, na prática, não a instituem nos moldes desejáveis, pois as condicionam às oscilações do ambiente de mercado no qual operam.

Para melhor compreender essas variáveis, Oliveira (2002) distingue entre três níveis a construção da cultura organizacional. O nível um é representado por artefatos como edifícios, cerimônias, uniformes ou um até mesmo cartaz. O nível dois é formado por normas e valores organizacionais, em que estratégia, objetivos e normas de conduta são idealizados e formalmente expressos. E, por fim, há o nível três, em que transitam as suposições escondidas sob os artefatos e valores que moldam o modo de agir e pensar dos funcionários.

Companhias aéreas e outras organizações no domínio da aviação são consideradas de alta confiabilidade devido aos níveis comparativamente altos de consciência de risco e medidas preventivas por elas executadas (OLIVEIRA, 2002). No entanto, segundo McDonald et al. (2000), a raiz de muitos acidentes no segmento de transporte aéreo reside basicamente na organização e gestão das organizações.

Thompson et al. (1998) indicam que não raro as políticas de gestão práticas parecerem inconsistentes, causando interpretações irreais sobre as prioridades da organização. Isto ocorre, por exemplo, quando se percebe que a gerência está disposta a reduzir a segurança para focar em metas produtivas, o que leva, consciente ou inconscientemente, à ambiguidade na cultura de segurança, diluindo as percepções dos funcionários sobre o modo correto de trabalhar.

De modo figurativo pode-se, em síntese, descrever a cultura de segurança ideal como um motor que impulsiona o sistema organizacional, visando sustentar a resistência contra atos inseguros a partir de um conjunto de crenças, normas e técnicas com vistas a minimizar a exposição de indivíduos, dentro e fora da organização, a condições consideradas perigosas (SILVA; LIMA, 2003).

Nos próximos subitens, apresentaremos os principais conceitos e ações relacionados à cultura de segurança na aviação, com destaque para a manutenção, inspeção e regulamentações da ANAC sobre a temática, além de expor algumas medidas de manutenção preventiva adotadas por duas companhias aéreas brasileiras durante a pandemia.

1.1 MANUTENÇÃO DE AERONAVES

Para Marcuzzo Junior (2008), a manutenção de aeronaves é um procedimento que precisa ser sistemático, com aeronaves exigindo *check-ups* regulares para garantir que estejam sempre seguras para operar. Mesmo as novas aeronaves precisam ser inspecionadas antes de acomodar e transportar passageiros. Trata-se, a bem da verdade, de um conjunto peças de engenharia multifacetadas, e até mesmo o menor artigo fora do lugar ou um dispositivo não acoplado corretamente – inclusive a mínima presença de detritos ou resíduos nas partes mecânicas – podem ser suficientes para tornar o transporte de pessoas inseguro, colocando a vida dos passageiros em perigo.

A maior parte das revisões de aeronaves são feitas nos hangares de manutenção, mas algumas vezes podem ser realizadas na pista. Os passageiros, quando se deparam com essas revisões, tendem, na maioria das vezes, a ter uma grande sensação de segurança ao ver a aeronave sendo inspecionada e examinada antes de embarcar no voo. Pode afirmar, assim, que os técnicos, mecânicos e engenheiros de manutenção de aeronaves são, há muito tempo, os heróis não reconhecidos na indústria da aviação, e sem eles a indústria da aviação deixaria de existir (RIBEIRO, 2009).

De acordo com Payne (2006), as operações de manutenção de aeronaves são amplamente distribuídas, sendo realizadas por mecânicos militares e civis. A mecânica é realizada em aeroportos, base de manutenção, campos privados, instalações militares e a bordo de porta-aviões. Os mecânicos civis são empregados pela transportadora de passageiros e de carga, pelos prestadores de serviços de manutenção, pelos operadores de campos privados, pelas operações agrícolas e pelos proprietários de frotas públicas e privadas.

Conforme ensina Machado e Urbina (2015), o trabalho da manutenção é dividido entre o que é necessário para manter as operações diárias em andamento (manutenção de linha) e os procedimentos que periodicamente verificam, mantêm e reformam a aeronave (manutenção de base). Manutenção de linha compreende a rota (entre pouso e decolagem) e retificação feita durante a noite, ao passo que a manutenção de rota consiste em verificações operacionais e reparos essenciais para tratar das discrepâncias observadas durante o voo. Esses reparos são geralmente pequenos, como a substituição de luzes de advertência, pneus e componentes aviônicos, mas podem ser extensos, como no caso da substituição de um motor. A correção durante a noite é mais extensa e inclui a realização de reparos diferidos durante os voos do dia.

Ainda segundo Machado e Urbina (2015), a distribuição e a natureza da manutenção de aeronaves são controladas por cada companhia aérea e estão documentadas em seu manual de manutenção, que na maioria das jurisdições deve ser submetido para aprovação à autoridade de aviação apropriada. A correção é realizada durante verificações regulares, designadas como verificações de A a D, especificadas pelo manual de manutenção. Essas atividades de manutenção programadas garantem que toda a aeronave tenha sido inspecionada, mantida e reformada em intervalos apropriados. Verificações de monitoramento de nível inferior

podem ser incorporadas ao trabalho de manutenção de linha, mas um trabalho mais extenso é realizado em uma base de revisão. Os danos causados por aeronaves e falhas de componentes são reparados conforme necessário.

1.1.1 Manutenção preventiva, corretiva, preditiva

De acordo com Tu et al. (2001), a manutenção preventiva é a prática de substituir componentes ou subsistemas antes que eles falhem, normalmente com frequência predeterminada (*hard time*) ou em virtude de inspeção e teste. O objetivo é manter a operação contínua do sistema, nesse caso, a aeronave.

Moayed & Shell (2009), por sua vez, ensinam que a manutenção corretiva é aquela que ocorre após a identificação e diagnóstico de um problema (*condition monitoring*). Durante este diagnóstico, os técnicos de manutenção devem identificar as partes que falharam e fazer as respectivas ações de reparo.

Por fim, a manutenção preditiva, de acordo com Machado e Urbina (2015), leva em conta o contínuo acompanhamento dos limites de operação de um dado componente ou subsistema (*on-condition*). Verificada qualquer tendência para a ocorrência de uma falha funcional do componente ou subsistema, este deve ser removido para a manutenção. Alguns mecanismos para a execução da manutenção preventiva são o *Product Data Management* (PDM) e o *Product History Management* (PHM).

O treinamento de manutenção mostrou ter um efeito poderoso no desempenho da inspeção. A grande maioria dos inspetores tende a ter formação *on-the-job* (OTJ), especialmente para tarefas visuais de inspeção. No entanto, sabe-se pela literatura que isso pode não ser o melhor método de instrução. (MACHADO; URBINA, 2015).

Claramente, o treinamento é primordial, porque a confiabilidade e a segurança da frota de aeronaves só podem ser asseguradas quando as inspeções são conduzidas corretamente. Além disso, é visto que o custo da inspeção vem aumentando, havendo, por conseguinte, uma pressão competitiva cada vez maior para reduzir os custos de manutenção e inspeção (por exemplo, mantendo níveis mínimos de pessoal e aderindo à carga de trabalho obrigatória), sem comprometer a segurança ou interromper os horários dos voos.

Desse modo, a gestão de uma companhia aérea tem duas metas que precisam ser alcançadas por um programa de manutenção/inspeção, quais sejam, segurança e

rentabilidade. Sabendo-se que a segurança é uma preocupação imediata e primordial, a rentabilidade só é alcançada quando a segurança é atingida economicamente. A rentabilidade pressupõe, ainda, a precisão na detecção dos defeitos – que devem ser resolvidos para operar seguramente a aeronave, mantendo os alarmes no patamar mínimo – bem como a velocidade na execução das tarefas em tempo hábil, sem a utilização excessiva de recursos e sem tempo excessivo da permanência da aeronave em solo (MACHADO; URBINA, 2015).

1.2 SISTEMA DE INSPEÇÃO DE AERONAVES

No Brasil, os trabalhos de inspeção e manutenção são regulados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), mas monitorar a eficácia desses procedimentos é extremamente desafiador. A inspeção na manutenção de aeronaves abarca desde o procedimento visual, que consiste em uma caminhada em volta da aeronave, até uma manutenção mais integral, como o desmonte completo da aeronave. Com isso, no cronograma das transportadoras, haverá verificações em vários intervalos, como cheques de linha de voo etc.

Para Payne (2006), o objetivo dessas verificações é conduzir a manutenção rotineira e não rotineira da aeronave. As ações da manutenção incluem agendamento da realização de reparos conhecidos ou já programados; substituição de itens após determinado tempo de voo, número de ciclos ou tempo de calendário; e reparo de defeitos/itens descobertos anteriormente – relatados, por exemplo, em registros do piloto e da equipe, feitos durante a inspeção de linha ou diferidos de manutenção anterior. Se um defeito novo for descoberto pelo sistema de inspeção, este o encaminha para reparação. No contexto de uma frota envelhecida, a inspeção assume um papel ainda mais vital, pois pode ser identificado aumento no número de defeitos relacionados ao tempo de uso. A inspeção é, certamente, mais complexa pela alta variedade de defeitos relatados em aeronaves mais antigas, sendo necessário um plano de inspeção mais intensivo nesses casos.

Na execução de sua tarefa, o inspetor precisa ser sensível à eficiência (velocidade média) e à eficácia (média de precisão) para otimizar seu desempenho.

Considerando que a manutenção e a inspeção são programadas em uma aeronave, o cronograma é traduzido em um conjunto de cartões de trabalho (instruções para inspeção e manutenção), à medida que a aeronave chega a cada

local de manutenção. Por padrão, a aeronave é higienizada e as escotilhas de acesso abertas para que os inspetores possam ver as diferentes áreas e realizar a inspeção. Toda a manutenção posterior transcorrerá a partir da identificação de defeitos e, portanto, é fundamental que a inspeção de entrada seja concluída o mais brevemente possível. Naturalmente, há uma pressão sobre o inspetor para que se descubram os defeitos críticos logo no início do processo, a fim de que se possa estimar a manutenção e solicitar peças de reposição (MISHRA et al., 2006).

No caso da aeronave para uso comercial, ela tem sua manutenção programada pelos fabricantes de aeronaves e operadores de *start-up*. Os horários são então tomados pelo transportador e modificados de modo que atendam aos requisitos individuais da transportadora e à aprovação legal. Portanto, dentro de um cronograma das transportadoras, haverá verificações em vários intervalos geralmente pré-designados, como: cheques de linha de voo, cheques durante a noite, os cheques A, B, C, e o cheque mais pesado, o D⁶ (MARCUIZZO JUNIOR, 2008). Cabe anotar, nesse ponto, que muitas das inspeções são realizadas à noite, o que inclui as já citadas inspeções de rotina de linha de voo, programadas para ocorrer entre o último voo do dia e o primeiro voo no dia seguinte.

Durante a inspeção, cada defeito é gravado como um registro de reparo de não rotina (RRNR) traduzido em um conjunto de cartões de trabalho para que os defeitos possam ser corrigidos pela equipe de manutenção. Uma vez corrigidos, ainda é possível haver demanda por inspeção adicional (chamadas de recompra) para garantir que o trabalho atenda aos padrões necessários. Assim, vê-se que inicialmente a carga de trabalho de um inspetor é muito alta com a chegada de uma aeronave.

Assim, comumente, instalações de manutenção recorrem a horas extras, resultando um aumento no número total de horas de inspeção e, conforme o serviço da aeronave avança, a carga de trabalho diminui à medida que a equipe de manutenção trabalha nos reparos. Contudo, a carga de inspeção aumenta novamente no final do serviço, em virtude das mencionadas recompras.

⁶ Check A: é feita uma revisão uma vez ao mês, no período da noite;

Check B: a revisão é realizada com base nos dias do calendário ou horas de voo. Nesse caso, seu tempo de duração é de, aproximadamente, 48 horas;

Check C: é promovida uma revisão de 12 a 18 meses, sendo necessário que o avião deixe de operar durante esse período. (MARTINS, 2021).

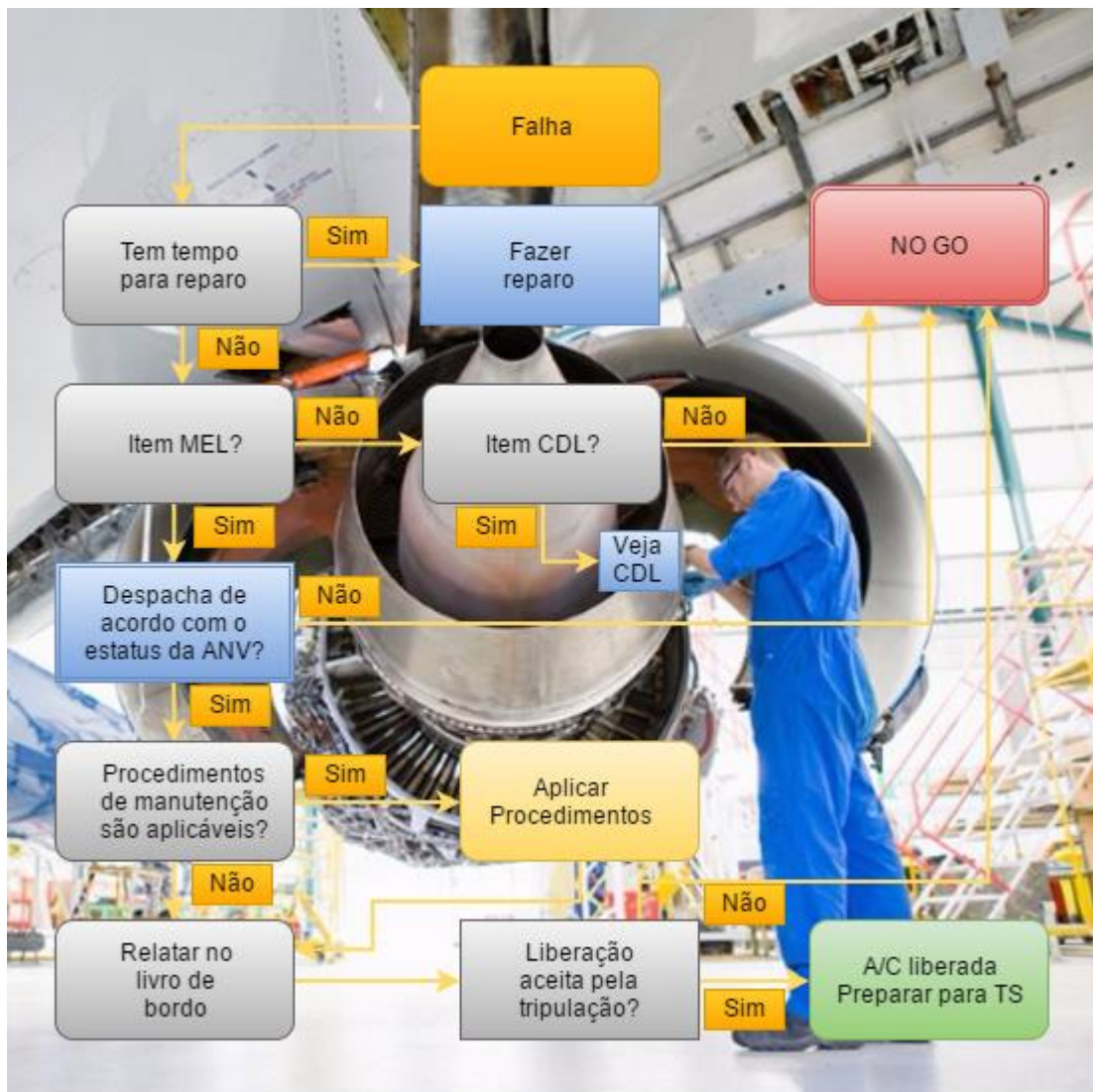
Como visto, a análise de tarefas da inspeção de aeronaves revelou que a inspeção é uma atividade complexa que exige do inspetor a identificação visual de defeitos variáveis em gravidade e níveis de localizações.

1.3 MASTER MINIMUM EQUIPAMENT LIST (MMEL) / MINIMUM EQUIPAMENT LIST (MEL)

Master Minimum Equipment List (MMEL) é um manual emitido pelo fabricante da aeronave e aprovado pela autoridade aeronáutica do país de origem. A ANAC exige que todos os equipamentos instalados em um avião estejam de acordo a aeronavegabilidade, as normas e os requisitos operacionais. A exigência tem como propósito manter um nível aceitável de segurança e confiabilidade e, o MMEL, seguindo essa lógica, estabelece limitações sobre a duração e as condições de operação com equipamentos inoperantes (MECÂNICOS DE PLANTÃO, 2020).

Com base no MMEL, a *Minimum Equipment List* (MEL) (Lista de Equipamentos Mínimos) é um manual desenvolvido por operadores de aeronaves com o objetivo de identificar os equipamentos mínimos e suas condições de segurança, mantendo, assim, o certificado de aeronavegabilidade. A MEL do operador, após aprovado, permite a operação da aeronave com equipamentos inoperantes. A seguir, na Figura 2, é apresentado o processo de funcionamento da MEL (MECÂNICOS DE PLANTÃO, 2020).

Figura 2 – Funcionamento do MEL



Fonte: Mecânicos de Plantão (2022).

Vale ressaltar que o manual MEL não inclui itens como asas, lemes, motores, trem de pouso, ou aqueles que não afetam a aeronavegabilidade, tais como equipamentos da *Galley* (cozinha), sistemas de entretenimento, e itens de conveniência dos passageiros (MECÂNICOS DE PLANTÃO, 2020).

Os operadores são responsáveis por exercer o controle operacional necessário para garantir que um nível aceitável de segurança seja mantido e avaliar a nova capacidade operacional da aeronave. Eles, na condição de detentores do certificado, deverão apresentar a MEL à ANAC, que, de sua feita, emitirá uma aprovação por meio de um FOP⁷ 211 (Documentação de aprovação de material Técnico -- RBAC 135). os

⁷ Formulário Padronizado (FOP): documento com objetivo delimitar informações por assuntos específicos de forma padronizada em substituição a cartas, memorandos e ofícios. São utilizados nas interações entre o requerente e a ANAC e nas comunicações internas da Agência relativas ao processo de certificação;

formulários FOP têm como finalidade padronizar o fluxo de informações das organizações requerentes para a ANAC e vice-versa, assim como padronizar o fluxo de informações entre setores internos da agência reguladora, objetivando a agilização do processo no certificado (MECÂNICOS DE PLANTÃO, 2020).

Também é necessário que o operador tenha um sistema de manuais e procedimentos para a utilização da MEL tanto para utilização pela equipe de manutenção quanto pela tripulação. Nesse sentido, o operador deve estabelecer um controle e um programa de reparação que incluam peças, pessoal, instalações, procedimentos e cronogramas para garantir a reparação oportuna. Quando um item ou um equipamento está inoperante, relata-se, fazendo uma entrada no *Aircraft Maintenance Record*, ou, como conhecido, no diário de bordo. O item ou equipamento é então reparado ou pode ter sua substituição adiada, se tal tolerância foi prevista na MEL ou pela autoridade competente, sem prejuízo da aeronavegabilidade (Mecânicos de plantão, 2020).

Cabe citar que, pela definição da própria ICAO no seu documento 9713, aeronavegabilidade “é todo processo que garanta que, em qualquer momento da sua vida, uma aeronave cumpra com as condições técnicas emitidas no Certificado de Aeronavegabilidade e esteja em condições para uma operação segura” (MECÂNICOS DE PLANTÃO, 2020). Cabe anotar que certas condições não são passíveis de adiamento pelo MEL. Algumas delas são elencadas a seguir e merecem ser conceituadas:

Inoperantes: sistema ou componentes que apresentam mau funcionamento, na medida em que não cumprem a sua finalidade ou não funcionam de forma consistente dentro de seu limite operacional projetado ou tolerado.

ETOPS: requisitos “para as operações de longa distância (alcance) com aviões bimotores de aeronaves comerciais e executivas”.

Extensão de voo sobre a água: voo operado sobre água em longas rotas transoceânicas, a uma distância de mais de 93 KM (50NM), ou 30 minutos em velocidade de cruzeiro normal (o que for menor), longe da terra. Deve ser adequado para uma aterrissagem de emergência (OACI Anexo 6 parte II). A principal exigência da obtenção do certificado ETOPS é a capacidade de a aeronave manter-se em voo, caso um dos motores falhe, até uma parada de emergência mais próxima.

Condições de gelo: umidade visível em qualquer forma presente e OAT (*Outside Air Temperature* – Temperatura do ar externo) no solo igual ou abaixo de 5º graus ou, quando em voo, a TAT⁸ for igual ou inferior a 7 graus.

Condições inoperantes: são tratados como “inoperantes”. O item “considerado inoperante” do artigo da MEL deve ser registrado no log e as exceções técnicas de expedição associadas devem ser aplicadas.

1.4 MAINTENANCE STEERING GROUP (MSG)

Segundo Dinis, (2009) o *Maintenance Steering Group* (MSG) nasceu com o desenvolvimento do projeto do Boeing 747, basicamente visando tornar a operação da aeronave viável e lucrativa, filosofia que constitui a raiz de qualquer programa de manutenção. Até a década de 1970, a manutenção de aeronaves era dirigida pelo princípio de que todos os componentes e peças atingiriam um tempo de vida em que deveria ser realizada a manutenção preventiva para substituição por novos. Como na época não havia muito conhecimento das falhas de componentes e peças que justificassem estas substituições, muitas trocas eram realizadas sem que de fato fossem necessárias, o que tornava esse tipo de manutenção financeiramente inviável para os operadores.

A título de exemplo, um farol era suprido preventivamente, ao passo que hoje se sabe que a falha é aleatória. Assim, a troca em funcionamento significava desperdício de dinheiro, devido à falta de conhecimento sobre o tempo mais aquele farol iria permanecer funcionando sem apresentar problemas (DINIS, 2009).

Assim, entendendo a problemática relacionada à falta de percepção quanto ao tempo de vida dos equipamentos, durante o desenvolvimento de aeronaves maiores como o Boeing 747, criou-se *Maintenance Steering Group*, grupo composto por representantes da fabricante, pelas empresas aéreas que pretendiam comprar a aeronave e pela autoridade americana *Federal Aviation Administration* (FAA). Este grupo analisava diversos sistemas da aeronave visando detectar possíveis falhas e como estas afetariam a segurança operacional, desenvolvendo, assim, o que seria o

⁸ TAT: *Total Air Temperature*, é igual a temperatura ambiente mais a temperatura do aquecimento quando em voo superior a 0.30 Mach.

programa de manutenção do Boeing 747, baseado em diagramas de decisão lógicos (MCLOUGHLIN, 2006).

Desse modo, os custos com os serviços de manutenção foram reduzidos significativamente, pois os componentes eram substituídos apenas quando era de fato necessário. O MSG aumentou a eficácia da manutenção à medida que extinguiu tarefas redundantes e ineficazes, resultando em uma redução de custos de remoção e substituição de componentes (*hard time*), sem impactar na segurança de voo e na aeronavegabilidade (ADAMS, 2009).

1.5 MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT – MPD

Maintenance Planning Data (MPD) é uma lista de autoria do fabricante da aeronave contendo todas as tarefas de manutenção necessárias para que o avião se mantenha aeronavegável. Essa logística de manutenção e seus intervalos foram concebidos pelo MSG-3⁹. Dinis (2009) informa que a base do MPD é o MRBR¹⁰, que prevê todas as tarefas da manutenção impostas pelo fabricante. O MPD visa acesso direto a essas tarefas e a previsão de um intervalo de modo que o operador possa desenvolver o programa de manutenção em conformidade com suas especificações e estruturas de forma mais prática.

1.6 REGULAMENTOS DA ANAC VOLTADOS PARA A MANUTENÇÃO DE AERONAVES

O Código Brasileiro de Aeronáutica estabeleceu a necessidade de edição de Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBACs), normativos infralegais criados na gestão da ANAC, e de Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHAs), criados na época do Departamento da Aviação Civil (DAC), hoje extinto, alguns deles ainda válidos em função de sua pertinência e eficácia jurídica. Alguns desses normativos merecem ser destacados por guardarem relação direta com o tema em debate.

⁹ MGS-3: o MSG teve aprimoramentos ao longo dos anos chegando a terceira geração. O MGS-3 aborda e avalia consequências das falhas relativas ao sistema e não aos componentes dos mesmo.

¹⁰ MRBR: requisitos de manutenção/inspeção programada mínimos iniciais para estruturas, motores e sistemas

1.6.1 RBHA 91 – Regras gerais de operação para aeronaves civis

É o documento que estabelece as regras gerais aplicáveis às aeronaves civis e especifica que cada proprietário ou operador de uma aeronave é o responsável pelas inspeções obrigatórias, por assegurar que o serviço de manutenção foi apropriado e por providenciar o conserto ou a substituição de qualquer item inoperante no avião (MARCUIZZO JUNIOR, 2008). No âmbito das empresas aéreas brasileiras, além do estabelecido no RBHA 91, aplica-se adicionalmente a sua subparte E – Manutenção, Manutenção Preventiva, Modificações e Reparos.

1.6.2 RBAC 121 – Subparte I manutenção, manutenção preventiva e modificações e reparos

É o documento emitido pela ANAC que estabelece os requisitos operacionais para empresas nacionais que possuam o Certificado de Transporte Aéreo (Certificado ETA) e para cada pessoa empregada por um detentor desse certificado que opere sob a modalidade prevista no regulamento. Entre tais requisitos, incluem-se os serviços de manutenção, manutenção preventiva, reparos e modificações de aeronaves. O RBAC 121 também estabelece os requisitos gerais para as aeronaves do transporte aéreo em termos de performance, desempenho, aeronavegabilidade, instrumentos, equipamentos, manuais, tripulação, documentos, e versa, na Subparte L, sobre as condições de manutenção das aeronaves. Nesse sentido, consta que cada detentor de certificado é responsável por manter a aeronave aeronavegável por meio da execução de serviços de manutenção apropriada na estrutura, motores, equipamentos e suas partes.

Assim, nos principais documentos que regulamentam a atividade de uma empresa aérea, está claro que ela é inteiramente responsável pela aeronavegabilidade das aeronaves, ou seja, é obrigação da empresa ter um programa de manutenção que garanta essas condições (MARCUIZZO JUNIOR, 2008).

1.6.3 RBHA 145 – Empresas de manutenção de aeronaves

Esse regulamento, emitido pela ANAC, versa sobre os prestadores de serviços de manutenção de aeronaves. Isso porque no Brasil a manutenção pode ser feita,

basicamente, por dois agentes: pelas próprias empresas aéreas regidas no RBAC 121 ou por empresas de manutenção, que efetuam esse serviço de forma terceirizada, regulamentadas pelo RBHA 145 (MACHADO, URBINA, SCARPEL, 2011).

O RBHA 145 trata, assim, dos requisitos para concessão de certificado de organização de manutenção e regulamenta a manutenção, a manutenção preventiva, a reconstrução e a modificação de aeronaves, célula, motor, componentes e partes previstas no escopo do RBHA 43, adiante apresentado (MARCUIZZO JUNIOR, 2008). Ou seja, trata-se das regras aplicadas às atividades de oficinas de manutenção aeronáutica fora do escopo das empresas aéreas certificadas pelo RBAC 121. Uma empresa aérea homologada conforme os RBAC 121 ou 135 não precisa homologar suas oficinas de manutenção segundo o RBHA 145, ou podem contratar estes serviços de oficinas, desde que homologadas pelo RBHA 145, caso não possuam meios próprios para conduzir a manutenção de seus aviões (MACHADO, URBINA, SCARPEL, 2011).

1.6.4 RBHA 43 – Manutenção, manutenção preventiva, recondicionamento, modificações e reparos

É o documento que rege todos os serviços de manutenção aeronáutica no Brasil em sentido amplo, ou seja, tudo que se relaciona a manutenção, manutenção preventiva, modificações, recondicionamentos, reparos e outros serviços, de qualquer motor, célula, equipamento, componente de qualquer aeronave que opere com um certificado de aeronavegabilidade do Brasil. O RBHA 43 versa sobre quem está autorizado a realizar serviços de manutenção, como devem ser feitos os registros de manutenção, quais regras se aplicam às inspeções em aeronaves e suas partes, sendo de extrema importância sua observação pelas empresas que desempenham esse tipo de trabalho.

1.7 MANUTENÇÃO DE AERONAVES NA PANDEMIA COVID-19

Com o setor aéreo seriamente afetado pela crise gerada pelo coronavírus, surge a pergunta: o que as companhias aéreas fizeram e estão fazendo com as aeronaves que ficaram paradas em virtude da pandemia?

Um avião estacionado, sem previsão de retorno para operar, não pode ficar completamente estagnado até que companhia voe com ele novamente. Significa dizer que uma aeronave deve ser mantida sempre em condições de operação para poder voltar às atividades (VICENTI, 2020).

Dessa forma, inspeções periódicas são realizadas durante todo o período de estacionamento e variam segundo a categoria de aeronave. Os motores precisam ser iniciados ocasionalmente, a cabine deve ser arejada e os sistemas hidráulicos e de direção precisam ser testados. Sempre que uma aeronave está estacionada, a cabine é limpa. Os componentes vulneráveis são igualmente higienizados e lubrificados para evitar corrosão durante o estacionamento (VICENTI, 2020).

Vicenti (2020) destaca que a cabine de passageiros e os motores dos aviões são submetidos a controles de umidade, trens de pouso são lubrificados, a pressão de pneus é verificada e os tanques de combustível são drenados para evitar acúmulo de água e é colocado proteção em todas as entradas de ar e de sistemas sensíveis das aeronaves e “para impedir o ingresso de insetos”, sendo certificadas regularmente.

Segundo Alexandre Peronti, diretor de manutenção, as rodas de aviões podem ser deformadas caso fiquem paradas por muito tempo. Por isso, é fundamental fazer, regularmente, a movimentação da roda. A empresa também vem adotando a proteção das entradas de ar dos motores (Figura 03) (PERONTI, 2020).

Figura 3 – Aeronave com entradas de ar dos motores cobertas



Fonte: Peronti (2020).

Peronti (2020) também revela que a Latam tem colocado proteção sobre as janelas dos aviões parados para evitar a incidência de luz dentro das aeronaves, pois materiais feitos de plástico e eletrônicos podem ser danificados, além de vedar as aberturas existentes. “Pássaros podem querer entrar nestes locais e fazer ninho dentro”, conta o diretor de manutenção da companhia.

2 ANÁLISE DE ACIDENTE OCASIONADO POR FALTA DE MANUTENÇÃO E AS RECOMENDAÇÕES JUNTO À ANAC

2.1 ANÁLISE DE ACIDENTE OCORRIDO EM 2019 POR FALTA DE MANUTENÇÃO

A aeronave decolou do Heliporto Royal Palm Plaza (SSQW), Campinas, SP, com destino ao Heliporto Bandeirantes (SDBH), São Paulo, SP, por volta das 13h45min (UTC), a fim de transportar pessoal, com um piloto e um passageiro a bordo.

Com cerca de vinte minutos de voo, ocorreu uma falha do motor e foi realizada uma tentativa de pouso de emergência em um cruzamento entre a Rodovia Anhanguera e o Rodoanel Mário Covas (CENIPA, 2019).

Câmeras de segurança da concessionária que administrava a rodovia captaram imagens indicando que a aeronave realizou uma autorrotação, possivelmente visando pousar na área de grama entre as duas faixas superiores do Rodoanel (CENIPA, 2019).

Ao não obter sucesso na manobra, a aeronave passou entre os dois viadutos e foi atingida, ainda em voo, por um caminhão que trafegava na pista de acesso à rodovia (CENIPA, 2019).

O caminhão teve danos substanciais na cabine e o motorista saiu ileso. A aeronave ficou destruída. O tripulante e o passageiro do helicóptero faleceram no local (CENIPA, 2019).

A causa do acidente, segundo o CENIPA (2019), foi do Tipo: [SCF-PP] falha ou mau funcionamento do motor e subtipo: falha do motor em voo. No relatório final do acidente, página 30, 1º parágrafo, consta:

Os resultados constantes dos exames, realizados na Divisão de Materiais (AMR) do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), sediado no DCTA, indicaram, após exames visual e estereoscópico, ruptura por sobrecarga aplicada ao material. As lâminas flexíveis apresentavam aspectos distintos entre o lado referente ao rotor de cauda e o da saída da roda livre. As condições encontradas mostravam um possível travamento da parte do eixo ligado ao rotor de cauda e um giro continuado da parte do eixo ligado à Gear Box e, conseqüentemente, ao conjunto de roda livre. (CENIPA, 2019).

Existia a possibilidade de que o limite de vida útil permitido de certas partes especificadas nas Limitações de Aeronavegabilidade, Seção 05-10-00 (Manual de Manutenção e Operação), fosse excedido antes do *Time Between Overhaul* TBO

recomendado. Portanto, era responsabilidade do operador garantir que nem o tempo total e nem o tempo limite de vida útil de nenhum desses componentes fossem excedidos (CENIPA, 2019).

O M250-C20 Series *Overhaul* Manual descrevia, entre outras coisas, que um desses componentes, o rolamento nº 2, que era a peça de suporte traseiro do rotor do compressor, deveria ser inspecionado e submetido a critérios de aceitação durante a realização da revisão geral do módulo do compressor (CENIPA, 2019).

No relatório final do acidente, página 57, 11º parágrafo, consta “Além disso, havia indícios de rasuras nas páginas internas de ambas as cadernetas, páginas sem identificação e/ou em desacordo com o tempo de abertura.” E o relatório continua: “Tais informações suscitam dúvidas sobre todos os registros de manutenção da aeronave PT-HPG, levando à necessidade de consultas a registros disponibilizados pela ANAC e por diferentes OM [Organização de Manutenção] que realizaram serviços para o operador.” (CENIPA, 2019).

Nos registros de manutenção foi possível, por meio das Log Cards, identificar que o compressor instalado na aeronave, SN CAC-30992F, tinha passado por Overhaul em 01JUL1988 (CENIPA, 2019).

O módulo do compressor, SN CAC-30992F, havia, ainda, sido submetido a reparo por motivo de limalha e permaneceu, após essa manutenção, com 3.136,8 horas *Time Since Overhaul* (TSO) e 1.817 *Cycles Since Overhaul* (CSO), conforme SEGVOO 003 nº ATC 00417/2011, datado de 09DEZ2011 (CENIPA, 2019).

Nos dias 08 e 09 de maio de 2017, a aeronave PT-HPG foi submetida a Vistoria Técnica Especial (VTE), realizada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), e a aeronave foi considerada “não aeronavegável” (CENIPA, 2019).

Juntamente com o Laudo de Vistoria, foi emitido um documento denominado Resumo das Não Conformidades (RNC), onde estavam descritas as “não conformidades” encontradas na vistoria que motivaram o resultado de “não aeronavegável” para a aeronave (CENIPA, 2019).

Dentre as não conformidades relatadas no RNC, a última linha do item nº 03 descrevia que a inspeção de 3.500 horas do compressor SN CAC 30992F, encontrava-se vencida (CENIPA, 2019).

Conforme o registro constante na Caderneta de Motor, Parte IV-Registros de Instalação e Remoção de Componentes Controlados, o compressor SN CAC 30992F foi removido pelo motivo “Revisão Geral”, pois havia atingido 3.510,1 horas TSO.

Ainda conforme esse registro na Caderneta de Motor, o compressor SN CAC 31284 foi instalado na aeronave e não havia operado após o último *Overhaul* (TSO 0,0 horas) (CENIPA, 2019).

Com a substituição do compressor e a comprovação das correções das não conformidades, a ANAC fez a liberação da aeronave em 09AGO2017, conforme Ofício nº 128(SEI)/2017/GTAI-SAR/GGCP/SAR-ANAC, datado de 10AGO2017 (CENIPA, 2019).

Após a remoção do compressor pela empresa HBR, não foi encontrado e/ou apresentado qualquer registro que comprovasse que o compressor SN CAC 30992F tivesse sido submetido à revisão geral (*Overhaul*) após 01JUL1988 (CENIPA, 2019).

Setenta dias após aprovação da aeronave em vistoria pela ANAC, o conjunto de compressor SN CAC-31284 foi removido e o conjunto do compressor SN CAC-30992F foi reinstalado no motor da aeronave PT-HPG, pela OM WM Helicópteros.

Não foram encontrados registros, nas cópias dos SEGVOO 003 nº ATC 00417/2011 e nº ATC 00414/2011, que fizessem menção a qualquer serviço de *Overhaul* realizado no compressor CAC-30992F pela OM (CENIPA, 2019).

Ao consultar o controle de entrada e saída de itens, datado de 09DEZ2011, da OM ATC, foi possível observar que o módulo do compressor entrou e saiu da empresa com 3.136,8 horas de TSO. Isso corroborava a informação de que o último *Overhaul* realizado no módulo do compressor ocorreu em 01JUL1988. (CENIPA, 2019).

Durante a análise do estado geral do motor, foi observado que ele estava travado e sua coloração evidenciou ter sido exposto a alta temperatura externa.

O bico injetor de combustível (*Fuel Nozzle*) e a válvula de sangria (*Bleed Valve*) foram examinados externamente e nenhum bloqueio ou dano foi observado. (CENIPA, 2019).

Durante a separação da seção do compressor e da Gear Box, foi encontrado o rolamento nº 2 travado e com o separador de esferas fraturado em várias partes. (CENIPA, 2019).

Foi possível, por meio das marcações no rolamento nº 2, identificar que se tratava de um componente *Parts Manufacturer Approval* (PMA), com projeto e produção aprovados pela *Federal Aviation Administration* (FAA), fabricado pela *Timken Alcor Aerospace Technologies Inc.* (CENIPA, 2019).

O rolamento nº 2 foi submetido a exames estereoscópicos, no DCTA, e ficou evidenciado desgaste e perda de material nas pistas externa e interna do rolamento (CENIPA, 2019).

Além disso, as análises realizadas no rolamento evidenciaram que a fratura ocorreu por mecanismo de sobrecarga, sem que houvesse indícios de fadiga no material (CENIPA, 2019).

Ao analisar o sistema de lubrificação e a Gear Box, verificou-se que o elemento filtrante do filtro de retorno do óleo de baixa pressão (Scavenge Oil Filter) se encontrava seco e coberto por fuligem e foram achados resíduos metálicos em pó dentro do recipiente, porém não havia fragmentos em quantidade e tamanhos suficientes para bloquear a passagem de óleo e acionar o sistema de by-pass (CENIPA, 2019).

O filtro de pressão de óleo foi inspecionado visualmente e não foi observado qualquer sujeira/detrimento ou material estranho. O óleo residual contido no recipiente do filtro de pressão de óleo visualmente apresentava-se limpo, com coloração e cheiro normais (CENIPA, 2019).

A bomba de óleo foi desmontada, mas nenhuma anormalidade aparente foi encontrada, apenas óleo residual queimado, o que impedia seu funcionamento, travando suas engrenagens e eixos (CENIPA, 2019).

Considerando o que estava previsto pelo Manual de Operação e Manutenção (OMM) RR M250-C20, o qual exigia que as trocas de óleo fossem realizadas a cada 600 horas ou 12 meses, o que ocorresse primeiro, e confrontando com os registros de manutenção constantes da Caderneta de Motor disponível, verificou-se que o intervalo calendário de troca foi excedido por várias vezes (CENIPA, 2019).

Na página 09, no item 1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo segundo o relatório do CENIPA: “O piloto estava realizando um voo de transporte aéreo público não regular na modalidade táxi-aéreo, que só poderia ser realizado por um operador sujeito a certificação operacional nos termos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil 135 (RBAC 135).

Para operar em consonância com esse RBAC seria necessário que, além do Certificado de Operador Aéreo (COA), emitido em nome do detentor do certificado, e a autorização para prestação de serviços de transporte aéreo público remunerado de passageiros ou carga, o operador tivesse apresentado um programa de treinamento

aprovado pela ANAC que assegurasse o treinamento adequado ao desempenho das atribuições de cada tripulante.” (CENIPA, 2019).

Era de conhecimento do operador o fato de que instalar o módulo do compressor sem a realização do *overhaul*¹¹, bem como exceder os intervalos de troca de óleo, contrariava o programa de manutenção previsto para o motor da aeronave, tornando-a, portanto, “não aeronavegável”. Do mesmo modo, o fato de a OM aprovar o retorno ao serviço da aeronave sem a comprovação da realização do *overhaul* do módulo do compressor igualmente contrariava o programa de manutenção previsto para o motor da aeronave, posto que o helicóptero estaria “não aeronavegável”. (CENIPA, 2019).

O retorno financeiro que o voo traria para a empresa, numa época de escassez de voos contratados, pode ter motivado o piloto-proprietário a assumi-lo, mesmo está não estando certificada para tal (CENIPA, 2019).

2.2 RECOMENDAÇÕES DE ALTERAÇÕES JUNTO À ANAC

Vimos neste artigo que no Brasil os trabalhos de inspeção e manutenção são regulados pela ANAC, mas monitorar a eficácia desses procedimentos é extremamente difícil. Payne (2006) afirma que, no contexto de uma frota envelhecida, é a inspeção que assume um papel mais vital.

Com base no relatado neste estudo e na falha que provocou o acidente com o helicóptero PT-HPG em 2019, vastamente noticiado, e com o aumento e disponibilidade da tecnologias, a ANAC deveria possuir um sistema de banco de dados online com todas as oficinas de manutenção e mecânicos por ela licenciadas e credenciadas.

Assim que uma aeronave desse entrada na oficina, ela seria inserida no banco de dados, assim como todas as ações relacionados à manutenção: técnico responsável, peças a serem substituídas, custo, tempo de serviço são algumas informações a serem inseridas, podendo também ser inseridas quaisquer dúvidas a serem respondidas diretamente por um fiscal da ANAC, caso determinada situação demande mais atenção.

¹¹ Perícia mais profunda realizada na aeronave. Nela, o avião é totalmente desmontado e remontado para a manutenção. Até mesmo a pintura é refeita, deixando-o como aparentemente novo.

Com isso, seria evitado o uso de cadernetas de célula em OM (Organização de Manutenção), pois, a cada vistoria, a depender do técnico, torna-se quase impossível decifrar as informações registradas devido à grafia de alguns deles. Casos de discrepância, como visto no acidente do helicóptero PT-HPG, não mais existiriam, pois todas as informações constariam do banco de dados da ANAC, preenchidas via computador, *tablet* ou celular. A medida, se obrigatória fosse, poderia minimizar ou até mesmo evitar a ocorrência de fatalidades, haja vista que as falhas normalmente seriam apontadas e informadas ao sistema da ANAC em tempo real, durante a revisão da aeronave, antes de sua próxima decolagem. Vale mencionar que ao “escolher” não promover a revisão, ou ao fazê-la sem a observância dos regulamentos, ou não informar à autoridade aeronáutica a situação da aeronave, o acidente torna-se uma tragédia anunciada.

A alimentação constante do banco de dados ora proposta daria, portanto, à ANAC condições de conhecer as manutenções em operação, quais aeronaves estão voando irregularmente, quais operam com MEL e quais estão voando dentro do reparo programado, cruzando, assim, as informações de ciclos e tempo de calendário com os dados que o piloto ou responsável da aeronave enviaria a cada plano de voo. Poderia ser ainda útil o cruzamento de tais informações com as inseridas no aplicativo Voe Seguro da ANAC. Esses dados seriam cruzados pela manutenção e pela organização da oficina, mostrando, assim, uma faixa de percentual de quanto essa aeronave é própria para uso de passageiros que estão dispostos a contratar seus serviços.

Fiscais da ANAC poderiam consultar, a partir de alertas do sistema, situações de todas as aeronaves do Brasil, apontando falhas nos preenchimentos de cadernetas e práticas inseguras de manutenção, sem ter que se deslocar até uma oficina, agilizando o procedimento de inspeção e reduzindo a burocratização e os altos custos de deslocamento. O fiscal da ANAC poderia estar em Brasília, a título de exemplo, e acessar o programa de manutenção online para saber quais aeronaves estão em manutenção ou quais precisam entrar em manutenção por "Tempo de recomendação entre revisões gerais", no caso, *v.g.*, de uma inspeção de 3.500 horas. Tem-se, assim, uma ferramenta que possibilita cobrar diretamente do responsável uma justificativa ou uma informação imediata.

No caso de divergências intencionais no preenchimento de dados, os responsáveis deveriam, ainda, ser punidos em procedimento administrativo ou mesmo judicialmente, pois estariam infringindo normas ou falsificando um documento.

Estando hoje disponível a tecnologia, em maior ou menor grau, a todos os setores econômicos, percebe-se que os acidentes aéreos causados por falta de manutenção seriam quase que extintos, tornando o avião um meio de transporte ainda mais seguro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto no estudo, viu-se que não se deve subestimar a manutenção de aeronaves, sendo a inspeção, o reparo e a reforma dos equipamentos umas das atividades mais importantes na aviação.

A manutenção de aeronaves não se trata apenas de uma simples ou complexa substituição de peça danificada, mas também abastecimento, limpeza e diversas ações rotineiras. Não são destinadas, ainda, tão somente a grandes aviões ou a companhias aéreas, mas também a aviões menores e privados, seguindo as regras definidas pela agência reguladora do país, pois são elas que garantem, cada vez mais, uma manutenção eficaz e, portanto, mais segura.

Gerenciar as horas de voos, períodos de manutenção e ciclos são de total importância para uma manutenção precisa e para que se evite gastos excessivos, pois um acidente pode comprometer os recursos, a saúde financeira, afetar os clientes, ocasionar perda de vidas e, até mesmo, levar a empresa à falência. Portanto, a melhoria na eficácia da inspeção, assim como a identificação e melhoria dos fatores a ela relacionados, como o treinamento aos técnicos, pode melhorar consideravelmente o processo de manutenção e, assim, evitar a necessidade de um recheque e uma revisão mal feita.

A partir dos achados obtidos por meio de pesquisas em livros e em artigos na *internet*, foi possível chegar à conclusão de que as companhias aéreas com matrícula brasileira seguem os padrões de manutenção impostos pelos documentos que regulam esses serviços. Embora cada companhia tenha uma característica diferente, todas visam manter a segurança. Vale aqui alertar que a observância de um regulamento faz toda a diferença entre evitar um acidente e causá-lo.

Seja em uma oficina própria seja em uma oficina terceirizada, é imprescindível que haja um programa de manutenção notável, o que demanda criterioso planejamento para que não haja perda no tempo de indisponibilidade da aeronave. Dito de outro modo, na medida do possível, é desejável que haja agilidade da execução dos serviços e diminuição do tempo de permanência das aeronaves em solo.

Para o transporte de pessoas, há diferentes níveis de regulamento: alguns são direcionados exclusivamente aos voos “regulares” – voos comerciais de companhias aéreas – e outros para os voos “não regulares”, como o táxi-aéreo.

Após o acidente com o Helicóptero PT-HPG, ocorrido no dia 11 de fevereiro de 2019, que acabou tirando a vida de duas pessoas, a ANAC disponibilizou um aplicativo, no dia 17 de abril de 2019, para dispositivos móveis (obtidos na *Google Play* e na *Apple Store*), chamado 'Voe Seguro – Táxi-Aéreo', em que o passageiro coloca o prefixo ou a razão social da empresa que está contratando e o aplicativo informa se aquela aeronave é de táxi-aéreo ou se está homologada para transportar passageiros diversos pagantes.

Foi possível observar, ainda, que o helicóptero acidentado voou 30 anos sem manutenção adequada no compressor e com trocas de óleo fora do padrão, o que aponta para excelente qualidade do material aeronáutico.

Ficam as lições, assim, tanto para operadores quanto para as oficinas, do quão importante é seguir os procedimentos de manutenção e operação para que o nível de segurança aérea se mantenha elevado.

REFERÊNCIAS

ANAC. (s.d.). **Solicitação para Aprovação de Lista de Equipamentos Mínimos (MEL)**. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/iac/iac-3507/@@display-file/arquivo_norma/IAC3507.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.

CENIPA, **Relatórios Finais, PT-HPG**. 2019. Disponível em: http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PTHPG_11FEV2019_AC..pdf. Acesso em: 27 mar. 2022.

MACHADO, M. C.; URBINA, L. M. S. **Manutenção Aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica**. Gest. Prod., São Carlos, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/7BfwNL9NRZwrMXVd68TpsSd/?lang=pt>. Acesso em: 01 abr. 2022.

MACHADO, M. C.; URBINA, L. M. S.; SCARPEL, R. A. **Capacitação Técnica das Empresas de Manutenção Aeronáutica no Brasil**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.

MAIS GOIÁS. **Ricardo Boechat é homenageado com nome em viaduto de São Paulo**. 2021. Disponível <https://www.maisgoias.com.br/ricardo-boechat-e-homenageado-com-nome-em-viaduto-de-sao-paulo/>. Acesso em: 19 fev. 2022.

ISTO É. **Piloto de helicóptero que levava Boechat já tinha perdido irmão em acidente**. 2019. Disponível <https://istoe.com.br/piloto-de-helicoptero-que-levava-boechat-ja-tinha-perdido-irmao-em-acidente/>. Acesso em: 19 fev. 2022.

MARCUZZO JUNIOR, Adílio. **Legislação Aeronáutica Comentada: ênfase em manutenção**. São Paulo, 2008.

MARTINS, Estefânia. **Como padronizar a manutenção de aeronaves usando um checklist?** 2021. Disponível em: <https://blog-pt.checklistfacil.com/manutencao-de-aeronaves/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MCDONALD, N.; CORRIGAN, S.; DALY, C.; CROMIE, S. Safety management systems and safety culture in Aircraft maintenance organizations. **Safety Science**, 34, 151-176, 2000.

MECÂNICOS DE PLANTÃO. **MMEL & MEL**. 2017. Disponível em: <https://mecanicosdeplantaio.com.br/site/mmel-mel/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

OLIVEIRA, J. C. **Gestão de Segurança e Saúde do Trabalhador - Uma questão mal compreendida**. [2003] In: Novos desafios em saúde e segurança do trabalho. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/kFvWqHDVNTf63ncfjZHP5Kg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 mar. 2022.

PAINEL SIPAER. **Panorama das ocorrências**. 2022. Disponível em: http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqvw%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37&anonymous=true
Acesso em: 12 fev. 2022.

PAYNE, N. **Research to identify the types of maintenance tasks being completed from memory by B1 licensed aircraft engineers in the UK and the reasons for this memory usage**. Dissertação (MSC in Human Factors and Safety Assessment in Aeronautics). Universidade de Cranfield, 2006.

PERONTI, Alexandre. **Coronavírus: o que as companhias estão fazendo com os aviões parados**. 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/nossa/noticias/redacao/2020/04/17/coronavirus-o-que-as-companhias-estao-fazendo-com-os-avioes-parados.htm>. Acesso em: 22 fev. 2022.

RIBEIRO, R. P. F. **Controlo de Programa de Manutenção de Aeronaves – Variante Estruturas e Sistemas**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/625>. Acesso em: 16 mar. 2022.

RICHTER, A.; KOCH, C. **Integration, differentiation and ambiguity in safety cultures**. *Safety Science*, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753503001140>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SILVA, C. A. S.; LIMA, M. L. Culturas de segurança e aprendizagem com acidentes. In: VALA, J.; GARRIDO, M.; ALCOBIA, P. (Org.). **Percursos da investigação em psicologia social e organizacional**. Lisboa: Ed. Colibri, 2003. vol. I.

THOMPSON, R.C.; HILTON, T. F; WITT, L.A. **Where the safety rubber meets the shop floor: a confirmatory model of management influence on workplace safety**. *Journal of Safety Research* 29, 15-29, 1998.

TU, P. V. L.; YAM, R.; TSE, P.; SUN, A. O. An integrated maintenance management system for an advanced manufacturing company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 17(9), 692-703, 2001.

VINCENTI, Marcel. **Coronavírus: o que as companhias estão fazendo com os aviões parados**. Disponível em: <https://www.uol.com.br/nossa/noticias/redacao/2020/04/17/coronavirus-o-que-as-companhias-estao-fazendo-com-os-avioes-parados.htm>. Acesso em: 19 mar. 2022.