

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

**SEGURANÇA DE VOO: A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE AERONAVES**

GOIÂNIA

2020

Vitor Pereira da Silva

## **SEGURANÇA DE VOO: A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE AERONAVES**

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

Prof.: Fabrício Schlag

GOIÂNIA

2020

VITOR PEREIRA DA SILVA

**SEGURANÇA DE VOO: A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE AERONAVES**

GOIÂNIA-GO, \_\_/\_\_/2020

**BANCA EXAMINADORA**

Me. Fabricio Schlag \_\_\_\_\_ CAER/PUC Nota:\_\_\_\_\_.

Esp. André Luiz da Silva \_\_\_\_\_ CAER/PUC Nota:\_\_\_\_\_.

Me. Marcos Paulo dos Santos \_\_\_\_\_ CAER/PUC Nota:\_\_\_\_\_.

GOIÂNIA

2020

## SEGURANÇA DE VOO: A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE AERONAVES

Aluno: Vitor Pereira da Silva

Orientador: Fabricio Schlag

### RESUMO

Todo avião em operação necessita de manutenção adequada para que possa garantir qualidade e segurança no voo, pois, não é algo que possa ser ignorado e é de vital importância contra acidentes. A manutenção simplesmente trata de prioridades, seja na aviação comercial ou particular. Diante deste panorama é que este artigo foi construído, reforçando a importância da manutenção de aeronaves com avaliações periódicas, para que o bom funcionamento das aeronaves seja mantido. Tendo isto em vista, a pesquisa bibliográfica foi a principal fonte deste artigo, para que os pontos relativos à manutenção e os perigos advindos de sua falta sejam destacadas no mesmo, além disto, este documento reforça um conjunto de ações, entre inspeção, reforma e reparo de uma aeronave, para que as empresas possuam uma cultura de segurança eficiente, garantindo o bom funcionamento de suas aeronaves ao longo dos anos.

Palavra-chave: aeronave, viação, manutenção.

## INTRODUÇÃO

O tráfego aéreo, assim como o tráfego terrestre, não ocorre sem riscos. Por isso, fabricantes de aeronaves e companhias aéreas esforçam-se ao máximo para evitar acidentes e incidentes de segurança, alegando sempre a "segurança em primeiro lugar". Tendo em vista que um pequeno erro técnico ou humano pode acarretar em grandes desastres e prejuízos bilionários a indústria. Além do que, isso afeta diretamente a reputação dessas organizações, como é destacado na obra de Marcuzzo Júnior (2008). Diante destes pontos, para evitar tragédias e prejuízos financeiros e a reputação das organizações é importante que a aviação não seja desvinculada de uma cultura de segurança forte.

Não é sem motivo que na fabricação, operação e manutenção de aeronaves, há pesados investimentos em medidas de segurança, resguardando a imagem de de todas as organizações envolvidas nesse processo. Dessa forma, esta cultura, torna-se um termo complexo que envolve uma condição social da propriedade organizacional, relativa aos valores da organização, às práticas de segurança e seus significados, a tecnologia empregada, o tipo de organização a que se refere e também às mudanças de sistemas de mercado onde tais organizações operam.

Diante desse panorama surge o objetivo do presente artigo, que é revisar e reafirmar a importância da manutenção de aeronaves para a construção de uma cultura de segurança.

# I CULTURA DE SEGURANÇA DE VOO APLICADA A MANUTENÇÃO

## 1.1 Manutenções

No contexto pós-desastre de Chernobyl, em 1986, surge o termo "cultura de segurança", entre os debates científicos sobre segurança. Richter e Koch (2004) definem a cultura de segurança como significados compartilhados e aprendidos, experiências e interpretações de trabalho e segurança - expressas parcialmente e simbolicamente - que orientam as ações das pessoas em relação a riscos, acidentes e prevenção. Uma informação que vai de encontro à cultura de segurança de Silva e Lima (2003), que veem essa questão como um conjunto de crenças, normas, atitudes, papéis e práticas sociais e técnicas dentro uma organização preocupada em minimizar a exposição de indivíduos dentro e fora de uma organização para condições consideradas perigosas.

No entanto, Ek et al. (2007), numa consideração mais apropriada, veem a própria organização como cultura, um modo de pensar que considera os produtos das organizações, como, normas de segurança, incidentes e acidentes, como elementos culturais. Assim, a cultura de segurança teria evoluído ao longo do tempo, em uma relação dinâmica com uma ampla gama de recursos organizacionais.

Oliveira (2002) percebe três níveis na construção da cultura organizacional. O nível um, representado por artefatos, como edifícios, cerimônias, uniformes ou um cartaz. O nível dois, formado por normas e valores organizacionais, onde a estratégia, os objetivos e normas de conduta são idealizados e formalmente expressos. E, por fim, o terceiro nível, em que transitam as suposições, escondidas sob os artefatos e valores e que moldam o modo de agir e pensar dos funcionários.

Nas questões de gerenciamento de segurança, McDonald et al. (2000) afirmam que a raiz de muitos acidentes no segmento de transporte aéreo reside basicamente na organização e gestão da mesma. Já 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 percebe-se que a gerência disposta a reduzir a segurança para se focar em metas produtivas, consciente ou inconscientemente, introduz ambiguidade na cultura de segurança, diluindo as percepções dos funcionários sobre o modo correto de trabalhar (BESCO, 2004).

Nas questões relativas à manutenção de aeronaves, Marcuzzo Júnior (2008) afirma que a manutenção é um procedimento que precisa ser sistemático e consistente, com *check-ups* regulares nas aeronaves, garantindo que estejam seguras para operar, inclusive das aeronaves novas. Toda aeronave é uma peça de engenharia multifacetada, onde o menor item fora do lugar ou não acoplado corretamente ou detritos ou resíduos em partes mecânicas, podem ser o bastante para tornar o transporte de pessoas inseguro.

Tanto é que existem vários casos de acidentes de aeronaves documentados, que foram desencadeados por uma manutenção inadequada, razão pela qual as companhias aéreas se esforçam para oferecer às aeronaves toda a manutenção necessária. E, apesar de grande parte da manutenção das aeronaves ser realizada fora das vistas do público, em locais próprios, não raro são feitas na pista. Aparentemente saber que os responsáveis pela manutenção estão mantendo a segurança de suas aeronaves antes e sua jornada, faz com que os passageiros considerem a companhia aérea com maior admiração (RIBEIRO, 2009).

Conforme descreve Machado e Urbina (2015), as tarefas de manutenção são divididas em duas categorias: o que é necessário para manter as operações funcionais (manutenção de linha); e procedimentos de verificação, manutenção e reforma da aeronave (manutenção de base). Especificamente as ações de manutenção compreendem o trânsito entre o pouso e uma nova decolagem, com verificações operacionais e reparos essenciais para tratar de alguma discrepância observada durante o voo; e, posteriormente uma manutenção noturna. São reparos normalmente pequenos, como a substituição de uma luz de advertência, pneus e outros componentes, embora em raros casos possam estender-se à substituição de um motor. A manutenção noturna tem por norma ser mais extensiva.

Um detalhe a ser observado é que o momento, a logística e a natureza da manutenção de aeronaves são organizados por cada companhia aérea. A norma geral é que todo esse processo seja documentado no manual de manutenção e posteriormente submetido à aprovação de autoridade de aviação apropriada.

As manutenções de aeronaves acontecem durante verificações regulares, entendidas como verificações de A a D, detalhadas no manual de manutenção. São atividades programadas para garantir a inspeção, manutenção e reforma de toda a aeronave, num sistema complexo, que depende de uma variedade de organizações, normalmente geograficamente distantes umas das outras.

Os trabalhos de inspeção e manutenção, são regulamentadas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), mas, monitorar a eficácia desses procedimentos é muito difícil. Já que o trabalho de inspeção na manutenção de aeronaves pode ser visual, como, uma simples caminhada em volta da aeronave ou mais complexa, como, o desmonte completo da aeronave. Assim, dentro do cronograma das transportadoras, haverá verificações em vários intervalos, como: cheques de linha

de voo e etc. O objetivo dessas verificações é conduzir a manutenção rotineira e não-rotineira da aeronave (PAYNE, 2006). As ações de manutenção incluem a realização de reparos conhecidos ou já programados; substituição de itens após determinado tempo de voo, número de ciclos ou calendário. Se um defeito novo for descoberto pelo grupo inspetor, este o encaminha para reparação e/ou manutenção. O cronograma manutenção e inspeção é transferido para um conjunto de cartões de trabalho, enquanto a aeronave passa por cada local de manutenção.

Por padrão, a aeronave é higienizada e as escotilhas de acesso abertas para os inspetores realizarem a inspeção. Toda a manutenção depende de se encontrar defeitos durante essa inspeção, portanto é fundamental que a inspeção de entrada seja concluída o mais breve possível. Naturalmente, há uma pressão sobre o inspetor para que descubra os defeitos críticos logo no início do processo, para que se possa estimar a manutenção necessária, solicitar peças de reposição (MISHRA et al., 2006).

## 1.2 Filosofia de manutenção

No caso da manutenção preventiva, Tu et al. (2001) registram ser essa a atitude de substituição de componentes ou subsistemas antes da falha, com frequência programada (*hard time*) ou fruto de teste ou, com o objetivo de manter a operação contínua da aeronave. Moayed & Shell (2009) consideram que a manutenção é corretiva quando realizada após a identificação e diagnóstico de um problema (*condition monitoring*). Nesse diagnóstico, os técnicos de manutenção precisam identificar as partes que falharam, fazendo o respectivo reparo.

A manutenção preditiva, segundo Machado e Urbina (2015) precisa prever os limites de operação de um componente ou subsistema (*on-condition*). Avaliadas as tendências para uma possível falha funcional, este deve ser retirado para manutenção. O PdM (*Product Data Management*) e o PHM (*Product History Management*) são algumas ferramentas disponíveis para a execução da manutenção preditiva.

Na execução de sua tarefa, o inspetor precisa ser sensível à eficiência (velocidade medida) e eficácia (medida de precisão), para otimizar seu desempenho. A inspeção é mais complexa pela alta variedade de defeitos relatados em aeronaves mais antigas, sendo necessário um plano de inspeção mais intensivo nesses casos. O fato de haver novas aeronaves não necessariamente reduz a carga de trabalho de inspeção, já que novos componentes de estrutura criam novos conjuntos de variáveis.

Por isso, é necessário que as empresas concentrem esforços para que novos inspetores que substituírem profissionais antigos sejam treinados na manutenção de aeronaves antigas, para que as mesmas possam ser mantidas em bom funcionamento.

Aliás, os treinamentos mostram um efeito poderoso no desempenho da inspeção. No entanto, destaca-se que a maioria dos treinamentos para inspetores tendem a ser *on-the-job* (OJT), principalmente para tarefas visuais e que a literatura revela não ser o melhor método de instrução.

É ponto pacífico que treinamento é questão crítica. A confiabilidade e a segurança de uma frota de aeronaves só podem ser garantidas quando da condução correta das inspeções. Um fato agravante é que o custo das inspeções

umenta com o tempo. Portanto, há pressão competitiva cada vez mais intensa para a redução de custos com manutenção e inspeção, sobretudo com a redução de pessoal trabalho dentro carga de trabalho obrigatória, sem comprometer a segurança ou interromper os horários dos voos.

Assim a perspectiva de gestão de uma companhia aérea, duas metas precisam ser alcançadas por um programa de manutenção/inspeção: segurança e rentabilidade. Assim, enquanto a segurança é uma preocupação primordial, a rentabilidade só pode ser alcançada quando a segurança é alcançada economicamente. As duas metas conflitantes de segurança e lucratividade estão incorporadas na função da inspeção na forma de precisão e velocidade, respectivamente. Precisão denota detectar os defeitos que devem ser remediados para a operação segura da aeronave, mantendo alarmes ao mínimo. Velocidade significa que a tarefa deve ser executada em tempo hábil sem a utilização excessiva de recursos.

### **1.3 O RBAC 145**

O RBAC 145 (Regulamento Brasileiro da Aviação civil nº 145) veio com incumbência de regulamentar a realização de serviços de manutenção em um artigo ou produto aeronáutico, emitido pela ANAC, na forma de um Certificado de Homologação de Empresa (CHE).

O RBAC 145 exige que a empresa candidata demonstre condições de atender certos requisitos: pessoal qualificado, instalações adequadas às atividades informadas e acesso às publicações atualizadas dos artigos aeronáuticos que se proponha a executar os serviços de manutenção. O regulamento traz uma “Subparte B”, com a descrição de Padrões, Classes, Tipos de serviço e Limitações de acordo com artigos aeronáuticos pretendidos e a extensão dos serviços a ser realizado, para o enquadramento da empresa.

Os parâmetros para as empresas são definidos por letras: “C”, “D”, “E”, “F”, “E”, “H”, que correspondem a Classes, quase todas definidas pelos números de 1 a 4 (BRASIL, 2013). A empresa candidata ao certificado precisa apresentar, no ato da solicitação, o Manual de Procedimentos de Inspeção (MPI), que explicita detalhadamente como a empresa desenvolverá as atividades de manutenção, o sistema e procedimentos de inspeção, definição de responsabilidades, apresentar modelos de formulários de inspeção e o método de execução dessas inspeções.

O MPI define ainda padrões de inspeções de determinado fabricante em relação a produtos aeronáuticos, aos quais a organização estivesse buscando certificação. Os supervisores e inspetores devem possuir uma cópia atualizada do MPI, facilmente compreendido pelos demais colaboradores da empresa. O MPI deve sofrer atualizações constantes, inclusive sendo estas encaminhadas para ciência e arquivo junto à ANAC.

Apesar da adequação das organizações à nova regulação não ter implicado a parada de suas operações, já que a ANAC determinou um prazo para os ajustes necessários, estes trouxeram novos requisitos e prazos para seu cumprimento. As empresas que já funcionavam autorizadas pela ANAC, detentoras do CHE, se viram obrigadas a reformular toda sua documentação e reestruturar-se a fim de atender a nova realidade.

Como primeira providência estabelecida no RBAC 145, uma organização de manutenção precisa designar perante ANAC o Gestor Responsável – GR que, dentre outras funções, assegura “que todas as operações sejam conduzidas sob

este regulamento, assumindo a responsabilidade primária (*accountability*) pela organização de manutenção” (BRASIL, 2017).

Os “Padrões” referidos no RBHA 145 passaram a ser chamados de “Categorias” subdivididas em: Célula, Motor, Hélice, Rádio, Instrumento, Acessório e Serviços Especializados. Detalhou requisitos contidos no MPI, criando outros. Passou a requerer a emissão do Manual de Organização de Manutenção (MOM), o Manual de Controle de Qualidade - MCQ, o Programa de Treinamento e a adoção de um Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO). Atendidos os requisitos do RBAC 145 uma organização de manutenção recebe o Certificado de Organização de Manutenção (COM).

Quanto ao MOM, esta precisa detalhar a estrutura da organização, as responsabilidades dos diversos setores e pessoal dedicado à manutenção, os processos para a realização das atividades, o registro dos serviços realizados, controle, rastreio e etapas de recebimento, acesso, emenda e distribuição dos dados de aeronavegabilidade, advindos da ANAC, do detentor do certificado de tipo ou da organização do projeto de tipo, inclusive as Diretrizes de Aeronavegabilidade.

O MOM também deve fazer menção aos demais manuais e formas de controle e registro de procedimentos, caso não estejam explicitados no seu conteúdo.

No caso da gestão de qualidade, no caso de uma organização de manutenção de produto aeronáutico, a publicação da Instrução Suplementar – IS Nº 145-009, revisão A, de 06 de setembro de 2013, orientou as organizações sobre a elaboração de um manual de controle de qualidade. Cita elementos das normas de sistemas de gestão da qualidade que podem ser adotados, sem exigência de outra certificação. O Manual de Controle de Qualidade (MCQ) pode definir requisitos similares aos de um sistema de gestão, sem a necessidade de ISO 9000, embora possa tê-lo, para tentar alcançar um melhor nível de gestão organizacional e de recursos humanos.

O MCQ precisa detalhar o sistema de controle de qualidade instituído pela organização e os processos usados para realizar a inspeção de recebimento de um artigo aeronáutico ou matéria prima, inspeção preliminar, inspeção de danos ocultos quando um artigo estiver envolvido em acidente, inspeção final e aprovação para o retorno ao serviço, estabelecer e manter o controle do pessoal autorizado a assinar as aprovações e liberações, estabelecer e manter a proficiência do pessoal técnico, descrever a forma de controle de calibração periódica dos equipamentos de medida de precisão, estabelecer a forma como realiza auditorias internas e como recebe as auditorias ou inspeções externas, bem como a forma de tratar as não conformidades.

O MCQ precisa ainda, quando for o caso, fazer referência às normas ou especificações do fabricante de um artigo aeronáutico relativos a inspeção do referido artigo.

Já na parte humana, o RBHA 145, parágrafo 145.39 – Requisitos para Pessoal – Geral e 145.40 – Requisitos Especiais para Pessoal, assim como no Apêndice C, exige qualificação, experiência ou especificamente como citado na letra (e) do parágrafo 145.39: “(e) Cada oficina homologada deve possuir empregados com conhecimento detalhado das particulares técnicas e procedimentos de manutenção para as quais a oficina foi homologada, adquiridos em cursos promovidos pelos fabricantes, em escolas homologadas ou em larga experiência com o produto ou com as técnicas envolvidas” (BRASIL, 2005).

Dessa forma, houve modificação expressiva quanto ao treinamento de pessoal, com a obrigatoriedade da emissão do Programa de Treinamento, que deve conter a periodicidade (reciclagem/recorrência) de treinamentos técnicos (produtos aeronáuticos) e administrativos (regulatórios). A organização precisa definir a necessidade e a periodicidade de cada treinamento e como controlar as datas de vencimentos. Os treinamentos são divididos em vários níveis, de acordo com o escopo e complexidade do programa: Treinamento em doutrinação; Treinamento técnico (inicial e recorrente), Treinamento especializado e avançado (inicial e recorrente) e Treinamento corretivo recorrente. “O programa de treinamento deve assegurar que cada pessoa designada para executar manutenção, manutenção preventiva ou alteração e funções de inspeção e de registro seja capaz de executar as tarefas a ela designadas” (BRASIL, 2014).

O RBAC 145 também determina a implantação de um Sistema de Gestão de Segurança Operacional. Esse foi um dos novos parâmetros exigidos para as oficinas de manutenção de produto aeronáutico, ficando estabelecido que a organização de manutenção deve nomear um Representante da Alta Direção para a Segurança Operacional – RSO, pessoa designada pelo Gestor Responsável e aceita pela ANAC para controlar as ações relativas à condução e implementação do SGSO da organização, inclusive representando a mesma junto à ANAC nos assuntos relacionados (BRASIL, 2014).

O SGSO trouxe uma abordagem pontual, direcionada a fatores humanos na manutenção de aeronaves, determinando ações de treinamento das particularidades da gestão da segurança operacional e de fatores humanos. Segundo Renato et al (2013), “um sistema de reporte de perigos e pessoal treinado para essa atividade permite que se avalie a conduta de quem contribuem para o erro”. Observando o aspecto treinamento do SGSO vê-se a oportunidade de uma vez implementada uma cultura de segurança operacional (*safety*) adequada, a resistência em reportar perigos se reduza entre o pessoal de manutenção, contribuindo para que participação do fator manutenção de aeronaves nas estatísticas de acidentes e incidentes aeronáuticos diminua.

Como pudemos observar, a publicação do RBAC 145 provocou uma elevação na complexidade das organizações. Novas responsabilidades foram estabelecidas, exigindo que as organizações definissem formalmente e nominando esses agentes dentro de sua estrutura. Como requisito, cada função ou atividade admitida dentro da organização precisa, atualmente, ser discriminada no MOM. No MCQ foram definidos requisitos similares aos de um sistema de gestão, sem a obrigatoriedade de uma certificação como a ISO 9000 e o SGSO passou a ser obrigatório a todas as organizações de manutenção, mesmo para aquelas que não estavam vinculadas ao trabalho junto a operadores regidos pelos RBAC 121 e 135.

### **1.3 Controle Técnico de Manutenção**

#### **1.3.1 Fichas de inspeção**

A partir dos programas de manutenção das aeronaves, aprovados pelos fabricantes de cada uma delas, foi possível criar fichas de inspeção para cada uma

das atividades previstas no manual. Com estes documentos, padroniza-se cada atividade de manutenção a ser realizada nas aeronaves, reduzindo a possibilidade de que algum item não seja inspecionado e, por consequência, o manual de manutenção do fabricante não seja cumprido na íntegra, prejudicando a segurança.

Além disso, como os manuais de manutenção originais estão escritos em língua estrangeira (espanhol no caso da aeronave argentina e inglês no caso da aeronave americana), as fichas de inspeção já traduzidas para a língua portuguesa facilitam o trabalho durante as inspeções e reduzem a possibilidade de mal entendimento acerca dos termos presentes nas mesmas.

### **1.3.2 Etiquetas de inspeção**

De acordo com as atividades de manutenção realizadas, seguindo as fichas de inspeção confeccionadas e exibidas na seção anterior, também podem ser criadas etiquetas de inspeção padronizadas de cada empresa aérea, para que o devido registro das mesmas seja realizado em local adequado e de forma adequada e uniforme, como estabelece a regulamentação.

Neste caso, para cada tipo de aeronave e para cada tipo de inspeção (50 horas e 100 horas, por exemplo) foram criados três padrões de etiquetas diferentes, sendo um para registro na caderneta correspondente a Célula, Motor, Hélice, Rádio, Instrumento, Acessório e Serviços Especializados. Para cada inspeção realizada, então, estes modelos são preenchidos, especificando os detalhes de cada atividade e as características e identificações da aeronave, como matrícula, números de série, Tempo Desde Novo (TSN) e Ciclos Desde Novo (CSN), quando aplicável.

### **1.3.3 Mapas Informativos de Controle de Componentes**

Para possibilitar o acompanhamento de todos os componentes de vida útil controlada embarcados nas aeronaves, conforme exige a regulamentação vigente, devem ser confeccionados mapas informativos de controle de componentes para cada uma das aeronaves da frota, como, por exemplo, mapas de controle dos itens especiais e das operações que constam no programa de manutenção.

### **1.3.4 Mapas de Situação de Diretrizes de Aeronavegabilidade**

Assim como os mapas informativos de controle de componentes, também precisam ser confeccionados mapas de situação de DA para cada uma das aeronaves da frota, permitindo o devido acompanhamento do cumprimento das mesmas, conforme exige a regulamentação vigente.

Para cada aeronave, portanto, podem existir mapas de DA distintos, separando as DA de Célula, Motor, Hélice, Rádio, Instrumento, Acessório e Serviços Especializados, incluindo tanto as de caráter repetitivo, que exigem maior acompanhamento devido à constante necessidade em serem cumpridas novamente, quanto as de ação final.

### 1.3.5 Planilha de controle de utilização

Para obter um panorama geral sobre utilização das aeronaves da frota e, conseqüentemente, permitir um efetivo controle sobre as atividades de manutenção previstas, pode ser criada uma planilha de controle de utilização online, atualizada após cada voo realizado, mantendo a mesma sempre fidedigna à real situação das aeronaves. Periodicamente, ainda, uma conferência pode ser feita para cruzar os dados da planilha com os dados do diário de bordo das aeronaves, validando os valores encontrados ou corrigindo possíveis defasagens.

Na planilha, além de constarem as horas voadas após a última atividade de manutenção de cada aeronave, as horas disponíveis para voo até a próxima atividade e o teor desta próxima inspeção, também podem ser controladas as validades do CA, da IAM e do seguro das aeronaves. Existem ainda os campos das observações, para eventuais reportes de panes, da data e da identificação da pessoa que modificou a planilha pela última vez.

### 1.3.6 Histórico e previsão de inspeções

Pode ser efetuado um levantamento estatístico sobre as atividades de manutenção das aeronaves da frota, visando um melhor entendimento sobre as inspeções realizadas nas mesmas, como a frequência com que acontecem, o teor das inspeções, quantas acontecem em um dado período de tempo, o tempo médio levado em cada serviço, entre outros detalhes.

Isto permite uma melhor previsão das atividades a serem realizadas no futuro, por parte da instituição, com base no histórico das aeronaves. Para isso, podem ser catalogadas as manutenções realizadas em cada uma das aeronaves, tomando o cuidado de se observar qual o caráter das inspeções, a data de entrada e a data de saída da aeronave em serviço e o local onde foram realizadas tais atividades.

## 1.4 Solicitação para Aprovação de Lista de Equipamentos Mínimos (MEL)

A Lista de Equipamentos Mínimos (*Minimum Equipment List*, ou simplesmente “MEL”) é um manual desenvolvido por operadores de aeronaves, objetivando permitir a operação ou a liberação da aeronave para o voo (despacho), mesmo com equipamentos inoperantes em um período determinado, enquanto o reparo não pode ser efetuado. O fato da ANAC exigir que os equipamentos instalados em um avião estejam em conformidade com a Normas e Requisitos Operacionais, não necessariamente impede que uma aeronave seja operada com algum sistema ou componente inoperantes, desde que de acordo com a MEL aprovada.

A MEL precisa basear-se numa Master *Minimum Equipment List* (MMEL) específica para o modelo da aeronave, emitida pelo fabricante e aprovada pela autoridade aeronáutica do país detentor do certificado de tipo, levando-se em consideração a configuração particular dos equipamentos e as condições operacionais da aeronave. Mas a MEL precisa estabelecer limites quanto ao período e condições para a operação com equipamentos inoperantes.

Após formatar a MEL, em conformidade com as recentes revisões de regulamentos, instruções, MMEL, manuais de manutenção e operação, e demais publicações aplicáveis aos seus fundamentos, o detentor do certificado (operador) deverá apresentar uma Lista de Equipamentos Mínimos à ANAC. E, embora a aprovação pela ANAC, emitida por meio de um FOP 211 (empresas RBAC 135) ou FOP 111 (empresas RBAC 121), seja condição fundamental, não é suficiente. Ainda é necessário que o operador tenha em seu sistema de manuais procedimentos para a utilização da MEL, tanto por parte da manutenção quanto por parte da tripulação. O operador precisa ainda estabelecer procedimentos administrativos que garantam o controle dos itens inoperantes e processos para providenciar as correções nos tempos previstos na MEL.

### **1.5 Operações de manutenção de linha e perigos**

Normalmente, a manutenção em rota é realizada sob uma grande limitação de tempo nas linhas de voo ativas. Mecânicos são geralmente expostos a condições de ruído, tempo e tráfego de veículos e outras aeronaves, ampliando os perigos já naturais à tarefa de manutenção. As condições climáticas ainda podem incluir extremos de frio e calor, ventos fortes, chuva, gelo, neve e ainda raios (ANDO; COSTA, 2004).

E, embora a atual geração de motores de aeronaves comerciais seja significativamente mais silenciosa do que os modelos anteriores, ainda podem extrapolar em muito os níveis sonoros estabelecidos pelas autoridades reguladoras, principalmente quando a aeronave é obrigada a usar a potência do motor para sair das posições do portão. Motores a jato e turbo propulsores mais antigos podem produzir exposições de nível de som superiores a 115 dBA. Além disso, unidades de energia auxiliar de aeronaves, equipamentos de energia, ar condicionado baseados em terra, rebocadores, caminhões de combustível e equipamentos de movimentação de carga aumentam o ruído de fundo.

De maneira geral, os níveis de ruído na área de estacionamento da rampa ou da aeronave raramente são inferiores a 80 dBA, exigindo, portanto, o uso persistente de protetores auriculares que ofereçam atenuação de ruído, sejam confortáveis e permitam a comunicabilidade. Sistemas duplos de tampões para ouvidos e protetores auriculares proporcionam ainda mais proteção (MARCUIZZO JÚNIOR, 2008).

A visibilidade reduzida durante a noite e as intempéries aumentam o risco de que mecânicos e outros funcionários da rampa possam ser atingidos por equipamentos móveis. Ribeiro (2009) afirma que equipamentos móveis, além de aeronaves, podem incluir carrinhos de bagagem, ônibus de pessoal, equipamentos de apoio no solo e pontes de embarque. A necessidade de garantir os horários de partida, estes equipamentos normalmente se movem rapidamente nas áreas de rampa, não raro congestionadas devido ao fluxo. Motores de aeronaves representam perigo quanto à entrada de pessoas, acidentes com hélice ou explosões de escape. Materiais reflexivos na roupa de trabalho ajudam a melhorar a visibilidade, mas o treinamento do pessoal nas regras de trânsito da rampa é essencial e devem ser rigorosamente aplicadas.

Há ainda a possibilidade de haver exposições químicas na área da rampa, como fluidos de descongelamento, óleos e lubrificantes, além do querosene, que é o

combustível para aviação comercial padrão (Jet A). Fluidos hidráulicos constituído de fosfato de tributila causam irritação ocular grave, mas passageira.

## **1.6 Operações de base de manutenção e riscos**

Os hangares onde acontecem a manutenção são estruturas vastas, capazes de acomodar muitas aeronaves. Os maiores são capazes de acomodar simultaneamente vários aviões de fuselagem larga, como o Boeing 747, por isso espaços de trabalho separados (baías) são determinados a cada aeronave em manutenção. Cada hangar possui espaços especializados em reparação e montagem de componentes que normalmente incluem chapas metálicas, interiores, hidráulica, plásticos, rodas e freios, equipamentos elétricos, de aviônica e de emergência. Áreas anexas de soldagem, oficinas de pintura e áreas de testes podem ser delimitadas. E é comum encontrar operações de limpeza de peças em toda a instalação (MARCUSZO JÚNIOR, 2008).

Hangares próprios para pintura, com altas taxas de ventilação para evitar acúmulos passíveis de causar inalações perigosas ou explosões e proteção contra poluição ambiental devem estar disponíveis. Produtos decapantes frequentemente contêm cloreto de metileno e corrosivos, como o ácido fluorídrico, os primers de aeronaves normalmente contêm um componente de cromato para proteção contra corrosão e as camadas superiores podem ser baseadas em epóxi ou poliuretano.

Já a manutenção do motor pode ser realizada dentro da base de manutenção, em uma área especializada de revisão do motor ou por uma empresa subcontratada. A revisão geral do motor requer o uso de técnicas de usinagem, como moagem, jateamento, limpeza química, galvanização e pulverização de plasma. Os materiais ou revestimentos de base podem gerar pó ou resíduos tóxicos se decapados ou triturados e inúmeros materiais utilizados, prejudiciais à saúde do trabalhador ou ao meio ambiente, são usados na limpeza e galvanização de metais: corrosivos, solventes orgânicos e metais pesados, mas dentre eles o cianeto é um dos que geram maior preocupação imediata, exigindo ênfase especial no planejamento da preparação para emergências. Nas operações de pulverização de plasma, metais divididos finamente são alimentados em um fluxo de plasma, gerado através de fontes elétricas de alta voltagem e plaqueados em partes, gerando níveis de ruído e energias luminosas muito altas. Os riscos físicos são vários, incluindo trabalho em altura e posições desconfortáveis. Tal atividade necessita de ventilação de exaustão local, EPI, proteção contra quedas, treinamento em elevação adequada e uso de equipamento de levantamento mecanizado e reprojeto ergonômico.

## CONCLUSÃO

A manutenção de aeronaves é uma das atividades mais importantes que os proprietários de aeronaves nunca devem subestimar. Este é um conjunto de atividades que inclui inspeção, reforma e reparo de uma aeronave.

A manutenção de aeronaves não é apenas sobre a substituição de uma peça que já está danificada; isso também é sobre limpeza e reabastecimento. Isso deve ser feito não apenas em grandes aviões, mas também em aviões menores. A manutenção da aeronave é feita de acordo com as regras definidas por agências reguladoras. Esta é a razão pela qual nenhuma empresa está isenta quando se trata disso. Existem diferentes autoridades de aeronavegabilidade no mundo cujo trabalho é garantir que cada proprietário faça sua parte na manutenção da segurança e das boas condições de sua aeronave.

Tendo identificado os fatores que afetam a inspeção de aeronaves, o próximo passo envolve identificação de intervenções para melhorar a eficácia da inspeção de aeronaves operações. Essas intervenções podem variar de treinamento dos técnicos, revisão do processo de inspeção do sistema ou do equipamento de suporte. Como primeiro passo, sugere-se o potencial do treinamento off-line para melhorar o desempenho da inspeção.

Sugere-se que mais estudos sejam realizados em língua vernácula, uma vez que o conteúdo ainda é escasso.

## REFERÊNCIAS

ANAC. Solicitação para Aprovação de Lista de Equipamentos Mínimos (MEL). Disponível em: [www.anac.gov.br](http://www.anac.gov.br). Acesso em: 24/04/2020.

ANDO, J. K.; COSTA, H. G. Seleção de estratégias de manutenção em operadoras de táxi aéreo “offshore”: modelagem pelo ELECTRE I. In Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (pp. 1-8). Florianópolis: ABEPRO, 2004.

BESCO, R.O. Human performance breakdowns are rarely accidents: they are usually very poor choices with disastrous results. *Journal of Hazardous Materials* 115, 155–161, 2004.

BOUGHABA, A.; HASSANE, C.; ROUKIA, O. Safety Culture Assessment in Petrochemical Industry: A Comparative Study of Two Algerian Plants. *Safety and Health at Work, Argélia*, v. 5, p. 60-65, 2014.

CAMPOS, D. C.; DIAS, M. C. F. A cultura de segurança no trabalho: um estudo exploratório. *Sistemas & Gestão*, v. 7, p. 594-604, 2012.

CSA - Centro de Serviços Aeronáuticos. Facilitando o entendimento de: Soft Time, Hard Time, On Condition e Condition Monitoring. Disponível em <https://csamro.com.br/>. Acesso em 24/04/2020.

EK, A. et al. Safety cultura in Swedish air traffic control. *Safety Science*, n. 45, p. 791-811, 2007.

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

MACHADO, M. C.; URBINA, L. M. S. Manutenção Aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 243-253, 2015.

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

MISHRA, R. P.; ANAND, G.; KODALI, R. Development of a framework for world-class maintenance systems. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, 5(2), 141-165, 2006.

MOAYED, F. A.; SHELL, R. L. Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15(3), 285-296, 2009.

OLIVEIRA, J. C. Gestão de Segurança e Saúde do Trabalhador - Uma questão para reflexão. In: *Novos desafios em saúde e segurança do trabalho*. NETO, A. C. e SALIM C. A. (Orgs.). Belo Horizonte: Fundacentro - Segrac, 2002.

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.

RIBEIRO, R. P. F. Controlo de Programa de Manutenção de Aeronaves – Variante Estruturas e Sistemas. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2009.

RICHTER, A.; KOCH, C. Integration, differentiation and ambiguity in safety cultures. *Safety Science* 42, 703–722, 2004.

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, 2004. vol. I, p. 257-270.

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.

VILELA, J. A. et al. Manutenção em aeronaves: fator contribuinte para a segurança de aviação. *R. Conex. SIPAER*, v. 1, n. 2, mar. 2010.