

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE AERONAVES E A CULTURA DE SEGURANÇA

LIMA, Eduardo Júnior Mendonça de¹, PAZ, Luiz Rafael da Silva², SANTOS, Leon Denis Rodrigues dos (orientador)³

Resumo

Aviões em operação em todo o mundo pedem manutenção adequada para garantir a segurança do voo e qualidade. Quando falhas surgem em um componente de aeronave, ações para diagnóstico de falhas e solução de problemas devem ser executado com rapidez e eficácia. Além disto, é importante fomentar a cultura de segurança, não apenas entre os passageiros mas, sobretudo, entre os próprios funcionários. Diante dessa diversidade é que se aponta o objetivo deste artigo, em revisar a importância da manutenção de aeronaves e a sua relação com a cultura de segurança. Para atingir ao objetivo proposto, recorreu-se à pesquisa bibliográfica como forma de enriquecer a temática apresentada. Desta forma, destaca-se os pontos relativos à cultura de segurança, manutenção de aeronaves, os sistemas de inspeções e os perigos advindos dessa manutenção. 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. 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 de propriedade da aeronave.

Palavras-chave: Manutenção; Aeronaves; Segurança.

Abstract

Airplanes in operation around the world require proper maintenance to ensure flight safety and quality. When failures arise in an aircraft component, actions for fault diagnosis and troubleshooting must be performed quickly and effectively. In addition, it is important to foster a culture of safety, not only among passengers but, above all, among employees. In view of this diversity, the aim of this article is to review the importance of aircraft maintenance and its relationship with the safety culture. In order to reach the proposed objective, we resorted to bibliographical research as a way to enrich the presented theme. In this way, we highlight the points related to safety culture, aircraft maintenance, inspection systems and the dangers arising from such maintenance. Aircraft maintenance is one of the most important activities that aircraft owners should never underestimate. This is a set of activities that includes inspection, refurbishment and repair of an aircraft. It is not just about replacing a part that is already damaged; this is also about cleaning and refueling. This should be done not only on large aircraft but also on smaller aircraft. Maintenance of the aircraft is done according to the rules of ownership of the aircraft.

Keywords: Maintenance; Aircraft; Safety.

¹Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Engenharia Mecânica e Produção do UNINORTE e constará dos Anais I Encontro De Trabalhos Científicos das Engenharias Mecânica e Produção Uninorte Laureate- I ETCEMP

Eduardo Júnior Mendonça de Lima¹, Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica Uninorte Laureate (e-mail: eduardo_junior17@hotmail.com).

Luiz Rafael da Silva Paz², Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica Uninorte Laureate (e-mail: luizrafael.paz@gmail.com)

Leon Denis Rodrigues dos Santos, professor e orientador do Curso de Engenharia Mecânica da Uninorte Laureate ³(e-mail: leonsantos@bol.com.br).

1 Introdução

A aviação está intimamente associada à cultura de segurança, não tanto por causa de uma alta taxa de incidentes, mas sim por causa das graves consequências caso algo dê errado. Viajar a altas velocidades e grandes altitudes em sistemas de tráfego complexos significa que mesmo pequenos erros humanos e técnicos podem levar rapidamente a desastres.

O tráfego aéreo envolve um caso típico de baixa/alta probabilidade de consequência de riscos, onde fabricantes de aeronaves e companhias aéreas fazem o que puderem para evitar que acidentes e incidentes de segurança ocorram. Como regra geral, essas organizações alegam colocar a "segurança em primeiro lugar".

De acordo com Marcuzzo Júnior (2008), a segurança também deve ser considerada crucial para a reputação de tais organizações. Empresas envolvidas na fabricação, operação e manutenção de aeronaves, portanto, investem pesadamente em medidas de segurança e guarda cuidadosamente a sua imagem de segurança. No entanto, "segurança" não é uma condição dada objetivamente, mas sim uma condição socialmente e propriedade organizacional relativa dependente de valores organizacionais, significados e práticas de segurança.

As organizações podem de fato colocar "segurança em primeiro lugar", mas o que isso significa na prática pode depender da tecnologia em questão, o tipo de organização e as mudanças de condições de mercado em que essas organizações operam.

Por causa dos níveis comparativamente altos de consciência de risco e medidas preventivas, as companhias aéreas e outras organizações no domínio da aviação podem ser consideradas como "organizações de alta confiabilidade".

Diante dessa diversidade é que se aponta o objetivo deste artigo, em revisar a importância da manutenção de aeronaves e a sua relação com a cultura de segurança.

Cultura de segurança

O termo "cultura de segurança" surgiu nos debates científicos sobre segurança em grande parte após o desastre de Chernobyl em 1986. O conceito é muitas vezes pouco utilizado para descrever a cultura corporativa em que segurança é entendida como a prioridade número um (OLIVEIRA, 2002).

Nesse artigo se vê a cultura de segurança como um aspecto focalizado da cultura. Richter e Koch (2004) definem cultura de segurança como os 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. Isso se alinha com a definição de cultura de segurança de Silva e Lima (2003) como o 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.

Metaforicamente descreve-se a cultura de segurança ideal como um motor que impulsiona o sistema organizacional para o objetivo de sustentar a resistência contra atos inseguros.

Inicialmente, o campo da psicologia social dominou os estudos em culturas de risco e segurança. Há uma série de comentários sobre a metodologia e conteúdo destes estudos de segurança, que tendiam a estudar a cultura de segurança como uma parte especial e separada da organização. A maioria desses estudos considera risco e segurança como entidades objetivamente quantificáveis e usam pesquisas e questionários para imaginar culturas de segurança. Em tais estudos a cultura é entendida como algo que as organizações têm do que eles são. O tom funcionalista desses estudos, em que termos de segurança e cultura são amplamente definidas e explicadas como resultados organizacionais, geralmente também é favorecida por gerentes e praticantes (SILVA; LIMA, 2003). No entanto, um foco na segurança pode desconectar o tópico de segurança do contexto organizacional mais amplo, a estrutura cultural organizacional e estruturas de poder que podem ser cruciais para a compreensão da cultura de segurança. Para este efeito, uma visão em linha com Ek et al. (2007), que consideram organizações como culturas, é mais apropriado. Este modo de pensar sobre a cultura organizacional nos leva a considerar produtos de organizações, incluindo normas de segurança, incidentes e acidentes, como culturais.

Em uma organização de manutenção de aviação, serviços prestados, reparos e inspeções realizadas podem ser analisados como produtos culturais. Aborda-se a cultura de segurança a partir desta ampla perspectiva organizacional e argumenta-se que as culturas organizacionais evoluíram ao longo do tempo em uma relação dinâmica com uma ampla gama de recursos organizacionais.

Oliveira (2002) distingue entre três níveis de cultura organizacional. O nível artefato representa os artefatos, tais como edifícios, cerimônias, uniformes ou um cartaz. O nível dois indica explicitamente normas e valores organizacionais. Este é o nível onde a estratégia, os objetivos e o modo correto de agir são formulados e conscientemente expressos. O terceiro nível é sobre suposições básicas, que estão escondidas sob os artefatos e valores. Este nível molda o modo de pensar e comportamento dos funcionários.

Embora no debate sobre a cultura de segurança, por vezes, distinções são feitas entre "cultura de segurança" e "gerenciamento de segurança", neste artigo considera-se a dimensão da gestão da segurança como parte integrante do significado em relação à segurança nas organizações. Em relação ao gerenciamento McDonald et al. (2000) afirmam que o motivo de muitos acidentes no setor de transporte aéreo está profundamente enraizado em fatores da organização e gestão. Os gerentes podem, por exemplo, recrutar e promover funcionários egoístas e silenciar as vozes opostas. Thompson et al. (1998) indicam que políticas de gestão inconsistentes e práticas podem causar interpretações vagas sobre as prioridades. Se a gerência é percebida como disposto a deixar de lado a segurança para atender a produção de metas, então a força de trabalho pode pensar que alguns cortes serão permitidos. Consciente ou inconscientemente, os gerentes podem introduzir ambiguidade na cultura de segurança, a fim de alcançar metas de produção. Conflitos de objetivos, tolerância à liderança negativa e incentivar um desempenho ruim pode diluir as percepções dos funcionários sobre o jeito certo de fazer as coisas (BESCO, 2004).

O ciclo de vida de uma organização é frequentemente dividido em três fases. Campos e Dias (2012) relatam estas fases para a subsequente dominância da fragmentação, perspectivas de integração e diferenciação. Na primeira fase, incertezas sobre o presente e o futuro da organização tornam a perspectiva de fragmentação dominante e a integração e as perspectivas de diferenciação são suprimidas. Na segunda, problemas financeiros e instintos de sobrevivência da perspectiva de integração dominante sobre diferenciação e fragmentação. Como a empresa amadurece na terceira fase de desenvolvimento a perspectiva de diferenciação se torna a perspectiva geral dominante na cultura organizacional. Por exemplo, quando uma organização de manutenção de aeronave entra em problemas financeiros, funcionários podem começar a trabalhar mais e mais para ajudar a sobrevivência da empresa, assim como na fase dois da empresa iniciante de Campos e Dias (2012). Mas há mais coisas para ver nesta fase. Boughaba, Hassane e Roukia (2014), por exemplo, indicam que menor rentabilidade está correlacionada com maiores taxas de incidentes, particularmente para portadores menores. Assim, quando a integração cultural ocorre em torno dos valores de produção da organização a fim de sobreviver, a vertente de segurança da cultura pode mesmo tempo tornar-se fragmentada, resultando em incidentes e acidentes.

Manutenção de aeronaves

Para Marcuzzo Júnior (2008), a manutenção de aeronaves é um procedimento que precisa ser sistemático e consistente, com aeronaves exigindo check-ups regulares para garantir que elas sejam seguras para operar. Mesmo novas aeronaves precisam ser inspecionadas antes de poderem acomodar e transportar passageiros. Aeronaves são peças de engenharia multifacetadas, e até mesmo o menor artigo fora do lugar ou um dispositivo não acoplado corretamente, e até mesmo um pouco de detritos ou resíduos nas partes mecânicas da aeronave, podem ser suficientes para tornar o transporte de pessoas inseguro, colocando a vida dos passageiros em perigo.

Tem havido um número de casos nos últimos tempos de acidentes de aeronaves desencadeada por uma falta de manutenção adequada e completa. E, por essa razão, as companhias aéreas hoje estão se esforçando para garantir explicitamente que elas ofereçam às suas aeronaves toda a manutenção de que necessitam.

Embora a maior parte da manutenção de aeronaves seja feita nos bastidores, às vezes algumas delas podem ser feitas na pista. Os passageiros, na maioria das vezes, tendem a ter uma grande sensação de segurança ao ver a aeronave sendo inspecionada e examinada antes de embarcar em sua jornada. Sabendo que o pessoal de manutenção está mantendo a segurança de suas aeronaves em geral, faz com que elas considerem a companhia aérea com maior consideração. Os engenheiros de manutenção de aeronaves são há muito tempo os heróis não reconhecidos na indústria da aviação. Sem eles, a indústria da aviação deixaria de existir (RIBEIRO, 2009).

Segundo Payne (2006), as operações de manutenção de aeronaves são amplamente distribuídas dentro e entre as nações e são realizadas por mecânicos militares e civis. Mecânica trabalha em aeroportos, bases de manutenção, campos privados, instalações militares e a bordo de porta-aviões. Os mecânicos são empregados pelas transportadoras 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. Os aeroportos pequenos podem fornecer emprego para alguns mecânicos, enquanto os principais aeroportos centrais e as bases de manutenção podem empregar milhares.

Conforme ensinam Machado e Urbina (2015), o trabalho de 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). A manutenção da linha compreende a rota (entre pouso e decolagem) e

manutenção durante a noite. A manutenção de rota consiste em verificações operacionais e reparos essenciais de voo 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 tão extensos quanto a substituição de um motor. A manutenção durante a noite é mais extensa e inclui a realização de reparos diferidos durante os voos do dia.

Os autores supramencionados destacam ainda que o momento, a distribuição e a natureza da manutenção de aeronaves são controlados por cada companhia aérea e estão documentados em seu manual de manutenção, que na maioria das jurisdições deve ser submetido para aprovação à autoridade de aviação apropriada. A manutenção 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 manutenção de nível inferior podem ser incorporadas ao trabalho de manutenção de linha, mas um trabalho mais extenso é realizado em uma base de manutenção. Os danos causados por aeronaves e falhas de componentes são reparados conforme necessário.

O sistema de inspeção de aeronaves

O sistema de inspeção/manutenção de aeronaves é complicado. Além disso, é afetado por uma variedade de entidades geograficamente dispersas que variam de grandes transportadoras, instalações de reparo e manutenção, por meio de linhas aéreas regionais e operadores de telefonia fixa associados à aviação geral. Inspeção, como manutenção, é regulamentada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), mas, enquanto a adesão aos procedimentos e protocolos de inspeção monitorados de perto, monitorar a eficácia desses procedimentos é muito mais difícil. Assim como a inspeção eficaz é vista como um pré-requisito necessário para a segurança da confiabilidade do inspetor é fundamental para uma inspeção eficaz. Desde 90% de toda inspeção na manutenção de aeronaves tende a ser visual, é fundamental que esta inspeção visual seja realizada de forma eficaz, eficiente e consistente ao longo do tempo. Aeronave para uso comercial tem sua manutenção programada inicialmente por uma equipe que inclui agentes da ANAC, fabricantes da aeronave e operadores de *start-up*. Estes horários são então tomados pelo transportador e modificados de modo que atendam aos requisitos individuais da transportadora e atendam à aprovação legal.

Portanto, dentro do cronograma das transportadoras, haverá verificações em vários intervalos, geralmente designadas como: cheques de linha de voo, cheques durante a noite, A, B, C e o cheque mais pesado (D) (MARCUIZZO JÚNIOR, 2008).

Payne (2006) relata que o objetivo dessas verificações deve conduzir a manutenção rotineira e não-rotineira da aeronave. A manutenção inclui o agendamento do reparo de problemas conhecidos; substituindo itens após um determinado tempo de ar, número de ciclos ou tempo de calendário; reparando defeitos descobertos anteriormente (por exemplo, relatórios registrados pelo piloto e pela equipe, inspeção de linha, itens diferidos de manutenção anterior) e realizar reparos programados. Se um defeito for descoberto pelo sistema de inspeção, conduz frequentemente a reparação/ manutenção. No contexto de uma frota envelhecida, a inspeção assume um papel mais vital. Os reparos programados representam apenas 30% de toda manutenção, comparativamente a 60-80% da frota anterior, que pode ser atribuída a um aumento no número de defeitos relacionados à idade.

Em tal ambiente, a importância de inspeção não pode ser super enfatizada. Uma vez que a manutenção e a inspeção estão 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. Inicialmente, a aeronave é limpa e as escotilhas de acesso abertas para que os inspetores possam ver as diferentes áreas. Esta atividade é seguida por uma pesada inspeção. Como afirmado anteriormente, a maior parte desta inspeção é visual na natureza. Como uma parte tão grande da carga de trabalho de manutenção depende da descoberta de defeitos durante a inspeção, é imperativo que a inspeção de entrada seja concluída assim que possível após a chegada da aeronave ao local de manutenção da inspeção. Além disso, há pressão sobre o inspetor para descobrir defeitos críticos que exigem longo tempo de manutenção, logo no início do processo de inspeção. Assim, existe uma carga pesada de inspeção no início de cada verificação. É só depois da descoberta de defeitos que o grupo de planejamento pode estimar a manutenção esperada da carga de trabalho, solicitar peças de reposição e agendar itens de manutenção (MISHRA et al., 2006).

Frequentemente, instalações de manutenção recorrem a horas extras, resultando em um aumento no número total de horas de inspeção. Isso geralmente leva a horas de trabalho prolongadas. Também muito da inspeção é realizada no turno da noite, incluindo inspeções de rotina na linha de voo, que são programados para ocorrer entre o último voo do dia e o primeiro voo no seguinte. Durante a inspeção, cada defeito é gravado como um registro de Reparo não de rotina (RRNR). Este é traduzido em um conjunto de cartões de trabalho para

corrigir o defeito. O defeito é corrigido pela equipe de manutenção. Uma vez que o defeito seja corrigido, ele também pode gerar uma inspeção adicional (recompra) para garantir que o trabalho atenda aos padrões necessários. Estes subsequentes às inspeções são geralmente chamadas de inspeções de recompra. Assim, vê-se que inicialmente a carga de trabalho no inspetor é muito alta com a chegada de uma aeronave.

Como o serviço na aeronave avança, a carga de trabalho de inspeção diminui à medida que a equipe de manutenção trabalha nos reparos. A carga de inspeção aumenta novamente no final do serviço. No entanto, o ritmo do trabalho muda para o final do serviço, pois há muita interrupção frequente como a chamada de inspetores para realizar recompras de trabalhos concluídos. A análise de tarefas da inspeção de aeronaves revelou que a inspeção é uma tarefa complexa e o inspetor tem que procurar visualmente por vários defeitos que ocorrem em gravidade variável e níveis e localizações.

Verifica-se na figura 1 uma visão simplificada da relação entre a manutenção aeronáutica com as suas três classificações e a manutenção dos componentes (itens) aeronáuticos.

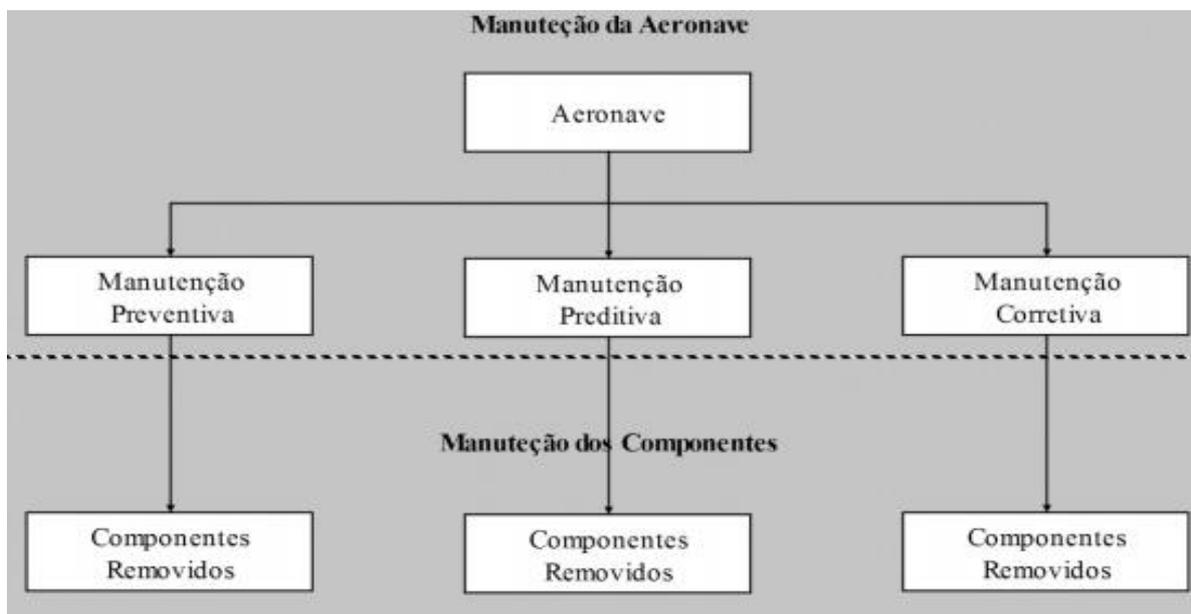


Figura 1: Modelo de manutenção aeronáutica.
Fonte: Machado; Urbina (2015).

Conforme ensinam 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.

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

Já 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 manutenção. Alguns mecanismos para a execução da manutenção preditiva são o PdM (Product Data Management)/PHM (Product History Management).

Em execução da tarefa de inspeção, o inspetor deve ser sensível à eficiência (velocidade medida) e eficácia (medida de precisão). O inspetor precisa ser sensível a esses fatores se quiser otimizar seu desempenho. Assim, é óbvio que a inspeção é um sistema complexo e, como tal, espera-se que exerça ênfase nos inspetores e todo o pessoal.

A tarefa de inspeção é ainda mais complicada pela grande variedade de defeitos que estão sendo relatados em aeronaves mais antigas. Consequentemente, é necessário um programa de inspeção mais intensivo para aviões mais antigos. A introdução de novas aeronaves não reduz estritamente a carga de trabalho de inspeção, uma vez que os novos compostos de estrutura criam um conjunto adicional de variáveis. No entanto, espera-se que o uso generalizado de aeronaves mais antigas continue no futuro. Assim, a ANAC recentemente concentrou seus esforços nessa área. O problema da inspeção é ainda mais complexo, já que os inspetores mais experientes e mecânicos estão se aposentando e estão sendo substituídos por mais jovens e com menos força de trabalho e experiência. Como os inspetores continuarão a fazer parte do processo de inspeção no futuro previsível, eles devem ser treinados para serem eficazes e eficientes. O treinamento mostrou ter um efeito poderoso no desempenho da inspeção quando aplicado a inspetores novatos e experientes. No entanto, a maioria dos treinamentos para inspetores tende a ser *on-the-job* (OJT) de formação, especialmente para tarefas visuais de inspeção. No entanto, sabe-se pela literatura que isso pode não ser o melhor método de instrução.

Claramente, o treinamento é uma questão crítica, 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 está aumentando. Como resultado, há pressão competitiva cada vez maior para reduzir os custos de manutenção / 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. 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. Para estabelecer *benchmarks* de velocidade e precisão e quantificar as compensações entre elas, primeiro precisa-se identificar os fatores que estão afetando o desempenho da inspeção. Após várias visitas a instalações de manutenção de aeronaves e análise de tarefas de atividades de inspeção anteriores, foi efetuada uma repartição pormenorizada das atividades desenvolvidas do inspetor.

Operações de manutenção de linha e perigos

Normalmente, a manutenção em rota é realizada sob uma grande restrição de tempo em linhas de voo ativas e lotadas. Os mecânicos estão expostos às condições predominantes de ruído, tempo e tráfego de veículos e aeronaves, cada um dos quais pode ampliar os perigos intrínsecos ao trabalho de manutenção. As condições climáticas podem incluir extremos de frio e calor, ventos fortes, chuva, neve e gelo. O raio é um perigo significativo em algumas áreas (ANDO; COSTA, 2004).

Embora a atual geração de motores de aeronaves comerciais seja significativamente mais silenciosa do que os modelos anteriores, eles ainda podem produzir níveis sonoros bem acima dos estabelecidos pelas autoridades reguladoras, particularmente se a aeronave for obrigada a usar a potência do motor para sair das posições do portão. Motores a jato e turbopropulsores mais antigos podem produzir exposições de nível de som superiores a 115 dBA. Unidades de energia auxiliar de aeronaves, equipamentos de energia e ar condicionado baseados em terra, rebocadores, caminhões de combustível e equipamentos de movimentação de carga aumentam o ruído de fundo. Os níveis de ruído na área de estacionamento da rampa ou da aeronave raramente são inferiores a 80 dBA, exigindo, portanto, a seleção cuidadosa e o uso rotineiro de protetores auriculares. Devem ser selecionados protetores que ofereçam excelente atenuação de ruído enquanto se sentem razoavelmente confortáveis e permitam a comunicação essencial. Sistemas duplos (tampões para os ouvidos e protetores auriculares)

proporcionam proteção aprimorada e permitem acomodação para níveis de ruído mais altos e mais baixos (MARCUIZZO JÚNIOR, 2008).

Segundo Ribeiro (2009), equipamentos móveis, além de aeronaves, podem incluir carrinhos de bagagem, ônibus de pessoal, equipamentos de apoio no solo e pontes de embarque. Para manter os horários de partida e a satisfação do cliente, este equipamento deve se mover rapidamente dentro de áreas de rampa muitas vezes congestionadas, mesmo sob condições ambientais adversas. Motores de aeronaves representam o perigo da entrada de pessoas em motores a jato ou serem atingidos por uma hélice ou explosões de escape. 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. Materiais reflexivos na roupa de trabalho ajudam a melhorar a visibilidade, mas é essencial que todo o pessoal da rampa esteja bem treinado nas regras de trânsito da rampa, que devem ser rigorosamente aplicadas.

Exposições químicas na área da rampa incluem fluidos de descongelamento (geralmente contendo etileno ou propilenoglicol), óleos e lubrificantes. O querosene é o combustível para aviação comercial padrão (Jet A). Os fluidos hidráulicos que contêm fosfato de tributilo causam irritação ocular grave mas transitória. A entrada do tanque de combustível, embora relativamente rara na rampa, deve ser incluída em um programa abrangente de entrada em espaços confinados. A exposição a sistemas de resinas usados para remendar áreas compostas, como o painel de contenção de carga, também pode ocorrer (MARCUIZZO JÚNIOR, 2008).

A manutenção durante a noite é normalmente realizada sob circunstâncias mais controladas, seja em cabides de serviço de linha ou em linhas de voo inativas. Iluminação, bancadas de trabalho e tração são muito melhores do que na linha de voo, mas provavelmente são inferiores aos encontrados nas bases de manutenção. Vários mecânicos podem estar trabalhando em uma aeronave simultaneamente, necessitando de planejamento e coordenação cuidadosos para controlar o movimento de pessoal, a ativação de componentes de aeronaves (acionamentos, superfícies de controle de voo e assim por diante) e o uso de produtos químicos. Uma boa limpeza é essencial para evitar a desordem das linhas de ar, peças e ferramentas, e para limpar derramamentos e pingos. Esses requisitos são de importância ainda maior durante a manutenção básica (VILELA et al., 2010).

Operações de base de manutenção e riscos

Hangares de manutenção são estruturas muito grandes capazes de acomodar numerosas aeronaves. Os maiores hangares podem acomodar simultaneamente vários aviões de fuselagem larga, como o Boeing 747. Áreas de trabalho separadas, ou baías, são atribuídas a cada aeronave em manutenção. Lojas especializadas para a reparação e montagem de componentes estão associadas aos hangares. As áreas de loja normalmente incluem chapas metálicas, interiores, hidráulica, plásticos, rodas e freios, equipamentos elétricos e de aviônica e de emergência. Áreas separadas de soldagem, oficinas de pintura e áreas de testes não destrutivos podem ser estabelecidas. É provável que as operações de limpeza de peças sejam encontradas em toda a instalação (MARCUIZZO JÚNIOR, 2008).

Os hangares de pintura com altas taxas de ventilação para os controles de contaminantes do ar no local de trabalho e proteção contra poluição ambiental devem estar disponíveis para a execução de pintura ou decapagem. Os decapantes frequentemente contêm cloreto de metileno e corrosivos, incluindo o ácido fluorídrico. Primers de aeronaves normalmente contêm um componente de cromato para proteção contra corrosão. As camadas superiores podem ser baseadas em epoxi ou poliuretano. O diisocianato de tolueno (TDI) é agora raramente utilizado nestas tintas, tendo sido substituído por isocianatos de peso molecular mais elevado, tais como o diisocianato de 4,4-difenilmetano (MDI) ou por pré-polímeros. Estes ainda apresentam um risco de asma se inalados (TU et al., 2001).

A manutenção do motor pode ser realizada dentro da base de manutenção, em uma instalação especializada de revisão do motor ou por um subcontratado. A revisão geral do motor requer o uso de técnicas de usinagem, incluindo moagem, jateamento, limpeza química, galvanização e pulverização de plasma. A sílica foi, na maioria dos casos, substituída por materiais menos perigosos em limpadores de peças, mas os materiais ou revestimentos de base podem criar pós tóxicos quando decapados ou triturados. Numerosos materiais de saúde do trabalhador e preocupação ambiental são usados na limpeza e galvanização de metais. Estes incluem corrosivos, solventes orgânicos e metais pesados. O cianeto é geralmente da maior preocupação imediata, exigindo ênfase especial no planejamento da preparação para emergências. As operações de pulverização de plasma também merecem atenção especial. Os metais finamente divididos são alimentados em um fluxo de plasma gerado usando fontes elétricas de alta voltagem e plaqueados em partes com a geração concomitante de níveis de ruído e energias de luz muito altas. Os riscos físicos incluem trabalho em altura, elevação e trabalho em posições desconfortáveis. As precauções incluem ventilação de exaustão local, EPI, proteção contra quedas, treinamento em elevação adequada e uso de equipamento de levantamento mecanizado quando possível e reprojeto ergonômico. Por exemplo, movimentos

repetitivos envolvidos em tarefas como amarração de fios podem ser reduzidos pelo uso de ferramentas especializadas (PAYNE, 2006).

Aplicações militares e agrícolas

Operações de aeronaves militares podem apresentar riscos únicos. O JP4, um combustível de aviação mais volátil que o Jet A, pode estar contaminado com n-hexano. A gasolina de aviação, usada em algumas aeronaves movidas à hélice, é altamente inflamável. Motores de aeronaves militares, incluindo aqueles em aeronaves de transporte, podem usar menos redução de ruído do que aqueles em aeronaves comerciais e podem ser aumentados por pós-combustores. A bordo de porta-aviões, os muitos perigos são significativamente aumentados. O ruído do motor é aumentado por catapultas a vapor e pós-combustão, o espaço da cabine de pilotagem é extremamente limitado e o próprio deck está em movimento. Por causa das demandas de combate, o isolamento de amianto está presente em alguns *cockpits* e em áreas quentes (MARCUSO JÚNIOR, 2008).

A necessidade de reduzir a visibilidade do radar (stealth) resultou no aumento do uso de materiais compostos na fuselagem, nas asas e nas estruturas de controle de voo. Essas áreas podem ser danificadas em combate ou por exposição a condições climáticas extremas, exigindo reparos extensos. Reparos realizados em condições de campo podem resultar em exposições pesadas a resinas e pós compostos. O berílio também é comum em aplicações militares. A hidrazida pode estar presente como parte das unidades de energia auxiliar e o armamento antitanque pode incluir rondas radioativas de urânio empobrecido. Precauções incluem EPI adequado, incluindo proteção respiratória. Sempre que possível, sistemas de exaustão portáteis devem ser usados (PAYNE, 2006).

Moyaed e Shell (2009) salientam que o trabalho de manutenção em aeronaves agrícolas (espanadores agrícolas) pode resultar em exposições a pesticidas como um único produto ou, mais provavelmente, como uma mistura de produtos contaminando uma aeronave única ou múltipla. Produtos de degradação de alguns pesticidas são mais perigosos do que o produto original. Rotas dérmicas de exposição podem ser significativas e podem ser aumentadas pela transpiração. Aeronaves agrícolas e partes externas devem ser completamente limpas antes do reparo, e / ou EPI, incluindo proteção respiratória e da pele, devem ser usados.

2 Materiais e Métodos

A metodologia proposta é uma pesquisa bibliográfica, que consistiu em um levantamento de livros e artigos pertinentes à área de estudo. Após a coleta desse material, foram feitos fichamentos e resumos destacando-se as informações mais pertinentes de cada material. A etapa seguinte consistiu na análise crítica e redação das observações finais acerca das informações e definições obtidas.

Desta forma, os aspectos metodológicos utilizados para a elaboração deste estudo concentraram-se na consulta à literatura disponível sobre o tema. O autor recorreu a livros, periódicos, estudos, artigos científicos publicados em revistas especializadas e artigos eletrônicos disponíveis na rede mundial de computadores.

3 Considerações finais

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 de propriedade da aeronave. 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 e eficiência da inspeção de aeronaves operações. Essas intervenções podem variar de mudanças para o humano, o processo de inspeção / sistema ou o equipamento / ferramentas 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.

4 Referências

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.

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.