

# OS FATORES HUMANOS CONTRIBUINTES PARA A SEGURANÇA DE VOO APLICADOS NA MANUTENÇÃO DE AERONAVES<sup>1</sup>

## HUMAN FACTORS CONTRIBUTING TO FLIGHT SAFETY APPLIED IN AIRCRAFT MAINTENANCE

**Kleber Rodrigues Cardoso<sup>2</sup>**

### RESUMO

Estudo de natureza bibliográfica do tipo qualitativo descritivo, que tem por objetivo analisar os fatores humanos contribuintes para a segurança de voo aplicados na manutenção de aeronaves. Foi descrita a importância da manutenção de aeronaves, bem como falou-se a respeito da cultura de segurança, os principais erros humanos na manutenção aeronáutica e deu-se ênfase aos fatores humanos contribuintes para a segurança de voo. Foram encontrados doze fatores contribuintes, os quais foram detalhados, a fim de que o leitor possa compreender a relação entre os mesmos e os acidentes aéreos, uma vez que constatou-se que 80% destes acidentes ocorrem por erro humano.

**Palavras-chave:** Fatores humanos; Manutenção; Aeronaves; Segurança de voo.

### ABSTRACT

Bibliographic study of descriptive qualitative type, which aims to analyze the human factors contributing to flight safety applied in aircraft maintenance. The importance of aircraft maintenance was described, as well as the safety culture, the main human errors in aircraft maintenance and emphasis was placed on the human factors that contribute to flight safety. Twelve contributing factors were found, which were detailed, so that the reader can understand the relationship between them and air accidents, since it was found that 80% of these accidents occur due to human error.

**Keywords:** Human factors; Maintenance; Aircraft; Flight safety.

---

1 Artigo apresentado em 15 de setembro de 2023 ao Centro de Instrução de Aviação do Exército.

2 1º Tenente do Exército Brasileiro. Aluno do Curso de Gerência de Manutenção de Aeronaves. Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx). E-mail: kleber.rodrigues.cardoso@gmail.com

## **1 INTRODUÇÃO**

Sempre que se ouve falar que ocorreu um acidente aéreo, os primeiros pensamentos, além de saber se todas as pessoas que estavam viajando estão bem, é a respeito da causa, ou diretamente de quem é a culpa. Muitas vezes a suposição inicial pode levar a presumir que poderia ter sido devido a erros de manutenção, falha do equipamento ou falha de operação.

Pelas estatísticas fornecidas por algumas Autoridades Aeronáuticas, uma percentagem significativa dos acidentes aeronáuticos é causada por fatores associados à Manutenção Técnica. Nesses casos, não adiantaria muito para evitar que isso acontecesse novamente apenas encontrar o culpado sem a preocupação em entender os motivos, o porquê (BRASIL, 2023).

De acordo com Serra (2004), para analisar isso, é preciso admitir que: alguém se enganou, porque é um ser humano. Com isso não se pretende justificar, mas sim conscientizar sobre a importância de analisar os fatores que afetam o ser humano e o levam a cometer erros, a serem vulneráveis. Os fatores que os tornam mais vulneráveis nem sempre podem ser eliminados, mas se for dada a devida atenção a eles, pode-se tomar ações que eliminem seu impacto negativo, ou pelo menos mitiguem suas consequências. É então que se fala em Fatores Humanos na Manutenção de Aeronaves.

Desta forma questiona-se: quais os principais riscos gerados pelos fatores humanos na segurança de voo, durante a manutenção de aeronaves? Este estudo tem por objetivo analisar os fatores humanos contribuintes para a segurança de voo aplicados na manutenção de aeronaves, o que se faz através de uma pesquisa bibliográfica do tipo qualitativa, através do método exploratório.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

A frase “a segurança é a principal prioridade” é frequentemente ouvida e lida na aviação. Sendo uma das indústrias mais regulamentadas, a segurança na aviação começa com a manutenção imaculada e periódica das aeronaves. Devido às diversas condições ambientais e operacionais, as aeronaves estão sujeitas a desgaste extremo. Os componentes estruturais, trem de pouso, motores e demais sistemas devem passar por manutenção de rotina, mantendo a aeronave voando com segurança e rentabilidade para os operadores.

Deve-se seguir um plano de manutenção que inclui milhares de tarefas de manutenção, boletins de serviço e diretrizes de aeronavegabilidade, juntamente com a aprovação das autoridades reguladoras. Independentemente da extensão, os aspectos essenciais da

manutenção devem ser seguidos.

Segundo Machado *et al.* (2015), a manutenção aeronáutica consiste basicamente em uma série de inspeções periódicas que devem ser realizadas em todas as aeronaves após um determinado período de tempo ou após um determinado uso, devendo seguir um programa de inspeção contínua.

A inspeção é um dos elementos mais importantes da manutenção de aeronaves. Desde inspeções de entrada e de linha até exames finais e de peças, os técnicos passam um tempo considerável inspecionando componentes e sistemas de aeronaves. Embora a aeronave possa chegar para um nível específico de manutenção, a inspeção de entrada determina o escopo do trabalho, o tempo de resposta, o custo e outros detalhes (MACHADO *et al.*, 2015).

Os inspetores de manutenção devem ser qualificados, licenciados e ter escopo (de acordo com o tipo de aeronave) para realizar trabalhos de manutenção. Os operadores contam com o pessoal de manutenção para diagnósticos críticos e análises precisas (facilidade de manutenção) dos componentes da aviação (MACHADO *et al.*, 2015).

A manutenção aeronáutica sempre foi um dos pontos mais delicados da aviação, tanto quando uma aeronave voa, devido aos altos custos operacionais, quanto quando falha por falta de um sobressalente, tornando-o inoperante. Em ambos os casos, incorrem-se custos fixos muito elevados (MACHADO *et al.*, 2015).

Dependendo dos limites utilizáveis e reparáveis, os componentes da aeronave podem ser reparados ou substituídos. Peças, componentes e conjuntos devem ser reparados por fornecedores certificados cujos processos sejam aprovados pelas autoridades reguladoras da aviação. Além disso, as ferramentas e consumíveis utilizados para reparar peças de aeronaves também devem ser aprovados pelos reguladores para manter o estado operacional da peça (RODEGUERO e BRANCO, 2015).

Quando um componente excede o limite reparável ou está no fim da sua vida útil, deve ser substituído. A desmontagem, manuseio e montagem de peças devem estar em conformidade com os processos de aviação aprovados. Todos os conjuntos, sistemas e componentes grandes, incluindo motores, devem ser exaustivamente testados antes de serem certificados quanto à aeronavegabilidade (RODEGUERO e BRANCO, 2015).

Todas as peças e componentes instalados na aeronave deverão ser devidamente documentados em cada evento. As peças devem ser rastreáveis desde a sua origem de fabricação (incluindo a origem da matéria-prima) até o fim da vida útil (RODEGUERO e BRANCO, 2015).

O pessoal de manutenção utiliza etiquetas especializadas em cada etapa do processo,

indicando o status atual de manutenção da peça. Todas as tags, juntamente com as informações, devem ser registradas. Algumas peças críticas também recebem gravações especializadas ao final de cada reparo para auxiliar na rastreabilidade dos reparos (RODEGUERO e BRANCO, 2015).

No Brasil, o artigo 66 da Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, denominado Código Brasileiro de Aeronáutica (CBAer), estabelece que "Compete à autoridade aeronáutica promover a segurança de voo, devendo estabelecer os padrões mínimos de segurança relativos à inspeção, manutenção em todos os níveis, reparos e operação de aeronaves, motores, hélices e demais componentes aeronáuticos" (BRASIL, 1986, s/p).

De acordo com Silva (2020), os intervalos de tempo estipulados entre as diferentes inspeções de manutenção dependem tanto do fabricante da aeronave quanto do operador da aeronave. Essas revisões normalmente dependem do número total de horas de voo da aeronave e do número de ciclos da aeronave (número de pousos).

Os tipos de manutenção de aeronaves podem ser classificados em:

Manutenção não programada: manutenção realizada no momento em que é detectada uma falha que coloque em risco a aeronavegabilidade da aeronave.

Manutenção programada: aquela realizada com base no acompanhamento de um determinado plano de revisões e peças de reposição, cujo objetivo é a conservação da aeronavegabilidade da aeronave e o restabelecimento do nível de confiabilidade especificado (SILVA, 2020).

Para Vitor (2019), a cultura de segurança consiste em um conjunto de normas, crenças, valores, atitudes e premissas inerentes à operação de uma organização e que se refletem nas ações e comportamento de todas as entidades dessa organização e seu pessoal. A segurança da aviação deve ser responsabilidade de todos, de baixo para cima.

Uma cultura eficaz de segurança da aviação é baseada em: reconhecer que a eficácia da segurança da aviação é crucial para o sucesso das atividades; apreciar práticas positivas de segurança da aviação entre os funcionários; harmonizar a segurança da aviação com os objetivos básicos da organização; e entender a segurança da aviação como um valor essencial e não como uma obrigação ou despesa onerosa (VITOR, 2019).

Uma cultura de segurança da aviação eficaz oferece vários benefícios: os funcionários estão envolvidos e assumem a responsabilidade pelas questões de segurança da aviação; aumenta o nível de cumprimento das medidas de proteção da segurança da aviação; os funcionários reduzem o risco de incidentes e violações de segurança da aviação ao pensar e

agir de forma mais consciente em relação à segurança; os funcionários são mais propensos a detectar e relatar comportamentos/atividades irregulares; os funcionários têm maior sensação de segurança; e a segurança da aviação é aprimorada sem a necessidade de grandes despesas (VITOR, 2019).

De acordo com Rodeguero e Branco (2015), o maior impacto na segurança das aeronaves no futuro não virá da melhoria da tecnologia. Em vez disso, virá da educação dos funcionários para reconhecer e prevenir o erro humano. Uma revisão dos dados relacionados a acidentes indica que aproximadamente 75-80 por cento de todos os acidentes de aviação são resultado de erro humano. Desses acidentes, cerca de 12% estão relacionados à manutenção. Embora os erros do piloto e copiloto tendam a ter efeitos imediatos e altamente visíveis, os erros de manutenção tendem a ser mais latentes e menos óbvios. No entanto, eles podem ser mortais.

Segundo Martins *et al.*, (2019), os fatores humanos preocupam-se com a otimização do desempenho, incluindo a redução de erros para que o mais alto nível de segurança seja alcançado e mantido, sendo que os mesmos são o estudo de como as pessoas interagem com seu ambiente.

Fatores humanos são aqueles elementos que afetam o comportamento e desempenho, especialmente aqueles que podem levar um indivíduo a cometer erros. Sempre que se fala em fatores humanos relacionam-se os mesmos a irregularidades, no entanto, deve-se ter em mente que os fatores humanos existem tanto nas ações certas quanto nas erradas. Como ações impróprias geralmente resultam em erro humano, também é preciso definir esse termo (MARTINS *et al.*, 2019).

Erro humano é o ato não intencional de executar uma tarefa incorretamente que pode degradar o sistema. Existem três tipos de erro humano: omissão, que diz respeito a não realizar um ato ou tarefa; comissão, que é quando se executa uma tarefa incorretamente e *overreach*, quando se realiza uma tarefa não autorizada. Há também quatro consequências do erro humano: pouco ou nenhum efeito; danos ao equipamento/hardware; danos pessoais e catastrófico (MARTINS *et al.*, 2019).

Bueno (2018) afirma que condições humanas como fadiga, complacência e estresse, são muito importantes na manutenção da aviação, tendo em vista que essas condições, juntamente com muitas outras, são chamadas de fatores humanos. Fatores humanos causam ou contribuem diretamente para muitos acidentes aéreos. É universalmente aceito que 80% dos erros de manutenção têm a ver com fatores humanos. Se não forem detectados, eles podem levar a perda de tempo, lesões de trabalhadores e até mesmo acidentes.

A segurança da aviação é altamente dependente da manutenção. Quando não feita corretamente, contribui para uma proporção significativa de acidentes e incidentes aeronáuticos. Exemplos de erros de manutenção são peças instaladas incorretamente, peças ausentes e falha na execução das verificações necessárias. Em comparação com muitas outras ameaças à segurança da aviação, os erros cometidos por um técnico de manutenção de aviação (TMA) podem ser mais difíceis de detectar. Frequentemente, esses erros estão presentes, mas não são visíveis e têm o potencial de permanecer inativos, afetando a operação segura da aeronave por longos períodos de tempo (BUENO, 2018).

Os TMAs enfrentam um conjunto único de fatores humanos na aviação. Eles podem trabalhar à noite ou logo pela manhã, em espaços confinados, em plataformas elevadas e em uma variedade de condições adversas de temperatura e umidade. O trabalho pode ser fisicamente exigente, mas também requer atenção aos detalhes. Devido à natureza das tarefas de manutenção, esses profissionais geralmente gastam mais tempo se preparando para uma tarefa do que executando-a. A documentação adequada de todo o trabalho de manutenção é um elemento-chave, e os técnicos normalmente gastam tanto tempo atualizando os registros de manutenção quanto executando o trabalho (BUENO, 2018).

A conscientização dos fatores humanos pode levar à melhoria da qualidade, um ambiente que garante a segurança contínua do trabalhador e da aeronave e uma força de trabalho mais engajada e responsável. A redução de erros, mesmo os menores, pode trazer benefícios mensuráveis, como redução de custos, prazos de entrega mais curtos, menos lesões relacionadas ao trabalho, menos reivindicações de garantia e muito mais, redução de eventos importantes que podem ser atribuídos a um erro de manutenção (MARTINS *et al.*, 2019).

O termo "fatores humanos" tornou-se cada vez mais popular à medida que a indústria da aviação comercial percebe que o erro humano, e não a falha mecânica, é a causa da maioria dos acidentes e incidentes de aviação. A ciência ou tecnologia de fatores humanos são campos multidisciplinares que incorporam dados da psicologia, engenharia, design industrial, estatística, pesquisa operacional e antropometria. É um termo que abrange a ciência de entender as propriedades da capacidade humana, a aplicação desse entendimento ao projeto, desenvolvimento e implantação de sistemas e serviços e a arte de garantir a aplicação bem-sucedida dos princípios de Fatores Humanos no trabalho de manutenção (MARTINS *et al.*, 2019).

O espectro de fatores humanos que podem afetar a manutenção da aviação e o desempenho no trabalho é vasto. Eles cobrem uma ampla gama de desafios que influenciam as pessoas de maneiras muito diferentes, uma vez que os seres humanos não têm todos as

mesmas habilidades, pontos fortes, fracos ou limitações. Infelizmente, tarefas de manutenção aeronáutica que não levam em consideração as inúmeras limitações humanas podem levar a erros técnicos e lesões (MARTINS *et al.*, 2019).

O estudo e a aplicação dos fatores humanos são complexos porque não há uma resposta simples para corrigir ou mudar a forma como as pessoas são afetadas por certas condições ou situações. O objetivo geral da pesquisa de fatores humanos de manutenção da aviação é identificar e otimizar os fatores que afetam o desempenho humano na manutenção e inspeção. O foco começa no técnico, mas se estende a toda a organização técnica e de engenharia. A pesquisa é simplificada pela incorporação de muitas disciplinas que afetam os fatores humanos em um esforço para entender como as pessoas podem trabalhar com mais eficiência e manter o desempenho no trabalho (BUENO, 2018).

Segundo Rangel (2007), o modelo "SHEL" é um conceito para investigar e avaliar erros de manutenção. Como outras ferramentas de fatores humanos, seu objetivo é determinar não apenas qual é o problema, mas onde e por que ele existe. SHEL foi iniciado pelo Professor Elwyn Edwards (Professor Emérito, Universidade de Aston, Birmingham, Reino Unido) em 1972. Posteriormente, foi ligeiramente modificado pelo falecido Capitão Frank Hawkins, Consultor de Fatores Humanos da KLM, em 1975. O acrônimo SHEL representa: software, hardware, entorno, liveware.

O modelo examina a interação com cada um dos quatro componentes do SHEL e não considera interações que não envolvam fatores humanos. O termo "software" não se refere ao uso comum do termo aplicado a programas de computador. Em vez disso, inclui uma visão mais ampla do layout do manual, layout da lista de verificação, simbologia, linguagem (técnica e não técnica) e software. O hardware inclui aspectos como a localização dos componentes, sua acessibilidade e o ferramental. O ambiente leva em consideração os fatores de temperatura, umidade, som, luz e hora do dia. Liveware refere-se à interação do técnico com outras pessoas, dentro e fora do trabalho. Entre eles estão chefes, colegas, familiares, amigos e ele mesmo (RANGEL, 2007).

De acordo com Gomes (2010), no centro do modelo SHEL estão as pessoas que executam as operações. Embora os seres humanos sejam notavelmente adaptáveis, eles estão sujeitos a variações consideráveis em seu desempenho. Os seres humanos não são normalizados no mesmo grau que as máquinas e equipamentos, então as bordas deste bloco não são simples e retas. As pessoas não têm um diálogo perfeito com os vários componentes do mundo onde trabalha, para evitar tensões que possam comprometer o desempenho humano, devem levar em consideração os efeitos das irregularidades nas interfaces entre os

vários blocos SHEL e o bloco central deve ser compreendido. Para evitar estresse no sistema, os outros componentes devem ser cuidadosamente ajustados para humanos.

O modelo SHEL é particularmente útil para visualizar as interfaces entre os vários componentes do sistema de aviação, incluindo:

a) Elemento humano-suporte físico (L-H). Quando se fala em fatores humanos, a interface entre o ser humano e tecnologia é um dos mais comumente considerados. Esta interface determina a forma como o ser humano interage em relação ao ambiente físico de trabalho, por exemplo, o projeto dos assentos para adequá-lo às características do corpo humano, as apresentações para ajustar às características sensoriais e de processamento de informações do usuário, e movimento, codificação e colocação de controles apropriados para o usuário. Porém, existe uma tendência humana natural de se adaptar às disparidades entre L e H. Essa tendência pode encobrir deficiências graves que só se tornam aparentes após um acidente (GOMES, 2010).

b) Elemento humano-software (L-S). A interface L-S é a relação entre humanos e sistemas de apoio no local de trabalho, por exemplo, regulamentos, manuais, listas de verificação, publicações, procedimentos operacionais padrão (POPs) e software de computador. Também inclui questões de "facilidade de uso", como aceitação geral, precisão, formato e apresentação, vocabulário, clareza e simbologia (GOMES, 2010).

c) Elemento Humano-Elemento Humano (L-L). A interface L-L é a relação entre humanos e outras pessoas no local de trabalho. Tripulações de voo, controladores de tráfego aéreo, mecânicos de manutenção de aeronaves e outro pessoal de operações funcionam como um grupo, e as influências do grupo desempenham um papel na determinação do comportamento e desempenho do ser humano. O advento do gerenciamento de recursos da tripulação (CRM) dá bastante atenção a esta interface. Instrução em CRM e sua extensão aos serviços de trânsito (ATS) e manutenção incentiva o trabalho em equipe e se concentra no gerenciamento de erros operacionais (GOMES, 2010).

As relações entre funcionários e administradores também estão incluídas na abrangência dessa interface, já que a cultura, o ambiente e as pressões operacionais da empresa podem afetar significativamente o desempenho humano (BUENO, 2018).

d) Elemento humano-ambiente (L-E). Essa interface envolve uma relação entre o indivíduo e os ambientes internos e externos. O ambiente interno de trabalho inclui aspectos físicos como temperatura, luz ambiente, ruído, vibração e qualidade do ar. O ambiente externo compreende elementos como visibilidade, turbulência e terreno. O ambiente de trabalho da aviação 24 horas por dia inclui distúrbios nos ritmos biológicos normais, como



por exemplo, a estrutura do sonho. Além disso, o sistema de aviação opera em um contexto de extensas restrições políticas e que, por sua vez, afetam o ambiente geral da empresa. Isso inclui fatores como a adequação das instalações físicas e infraestrutura de apoio, a situação financeira local e a eficácia dos regulamentos. Assim como o ambiente de trabalho imediato pode criar pressões para o caminho mais curto, uma infraestrutura de apoio inadequada também pode comprometer a qualidade da tomada de decisão (BUENO, 2018).

Nenhuma discussão sobre fatores humanos está completa sem referência ao Modelo de Causa de Acidentes de James Reasons. Este diagrama, apresentado em 1990 e revisado pelo Dr. Reason em 1993, é frequentemente conhecido como o modelo do queijo suíço e mostra como vários "buracos" em diferentes sistemas devem ser alinhados para que ocorra um erro. Somente quando todos os furos estiverem alinhados é que o incidente pode ocorrer (BUENO, 2018).

Existem dois tipos de falhas que podem ocorrer: ativas e latentes. Uma falha ativa é aquela em que os efeitos são imediatos. Um exemplo desse tipo seria uma aeronave escorregando de um dos macacos devido ao posicionamento incorreto do técnico. Neste exemplo, o macaco da aeronave é o item aprovado do equipamento de suporte de solo e foi mantido adequadamente (MARTINS *et al.*, 2019).

Uma falha latente ocorre como resultado de uma decisão ou ação tomada muito antes do incidente ou acidente realmente ocorrer. As consequências de tal decisão podem permanecer latentes por muito tempo. Um exemplo de falha latente também pode ser a aeronave deslizando sobre uma junta, mas, neste caso, pode ser que um macaco não aprovado tenha sido usado porque o financiamento para comprar o correto não foi aprovado (MARTINS *et al.*, 2019).

O erro humano é definido como uma ação humana com consequências não intencionais. Quando o erro está associado à manutenção da aviação e às consequências negativas que ela produz, torna-se extremamente problemático. Treinamentos, avaliações de risco, inspeções de segurança, etc., não devem se limitar a uma tentativa de prevenir erros, mas torná-los visíveis e identificá-los antes que tenham consequências prejudiciais e infelizes. Simplificando, o erro humano não pode ser evitado, mas pode ser gerenciado (MARTINS *et al.*, 2019).

Um erro não intencional é um desvio acidental ou um desvio da precisão. Pode ser um erro de ação, de opinião ou julgamento causado por mau raciocínio, descuido ou conhecimento insuficiente. Por exemplo, um técnico em manutenção lê os valores de torque de um cartão de trabalho e inadvertidamente transpõe o número 26 para 62. Ele não pretendia

cometer esse erro, mas o fez sem saber e sem querer. Um exemplo de erro não intencional seria selecionar o cartão de trabalho errado para executar um reparo ou tarefa específica. Novamente, este não é um erro intencional, mas um bug (GOMES, 2010).

Na manutenção da aviação, um erro intencional deve ser verdadeiramente considerado uma violação. Se alguém, consciente ou intencionalmente, escolher fazer algo errado, isso é uma violação, o que significa que alguém se desviou intencionalmente de práticas, procedimentos, regras ou regulamentos seguros (GOMES, 2010).

Um erro ativo é a atividade individual específica que constitui um fato óbvio. Um erro latente são os problemas da empresa que levaram ao evento. Por exemplo, um técnico de manutenção sobe em uma escada para fazer um reparo sabendo que a escada está quebrada. Neste exemplo, o erro ativo foi cair da escada. O bug latente era a escada quebrada que alguém deveria ter substituído (GOMES, 2010).

Devido ao grande número de acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados à manutenção ocorridos no final dos anos 1980 e início dos anos 1990, a Transport Canada identificou doze fatores humanos que degradam a capacidade das pessoas de operar com eficácia e segurança, o que pode levar a erros de manutenção. Esses doze fatores, conhecidos como "dúzia suja", acabaram sendo adotados pela indústria da aviação como um meio direto de discutir o erro humano na manutenção. É importante conhecer a dúzia suja, como reconhecer seus sintomas e, o mais importante, como evitar ou conter os erros produzidos pela dúzia suja. Ao compreender a interação entre fatores organizacionais, de grupo de trabalho e individuais que podem levar a erros e acidentes, os técnicos de manutenção podem aprender a prevenir ou gerenciá-los proativamente no futuro (SERRA, 2004).

**Falta de comunicação:** os técnicos de manutenção devem se comunicar uns com os outros e explicar quais trabalhos foram realizados e quais não foram realizados ao mudar de turno.

**Complacência:** as pessoas tendem a ficar excessivamente confiantes em si mesmas depois de se tornarem competentes em uma determinada tarefa, o que pode mascarar a consciência dos perigos.

**Falta de conhecimento:** em um mundo de tecnologia em constante mudança, os mantenedores precisam se manter atualizados sobre os equipamentos atuais e como repará-los.

**Distração:** uma distração pode ser qualquer coisa que nos afaste da tarefa em mãos. Qualquer distração durante o trabalho pode nos fazer pensar que estamos mais adiantados no processo do que realmente estamos.

Falta de trabalho em equipe: as diferenças de personalidade no local de trabalho devem ser deixadas de lado. As organizações devem enfatizar que a falta de trabalho em equipe pode acabar afetando a segurança do trabalho de manutenção.

Fadiga: ocupações que exigem que uma pessoa trabalhe muitas horas ou fique acordada à noite podem causar fadiga. A fadiga pode causar uma diminuição da atenção e do nível de consciência, o que pode ser muito perigoso ao realizar tarefas de manutenção.

Falta de recursos: quando não há recursos disponíveis para consertar algo adequadamente, deve-se tomar a decisão de suspender a manutenção até que as peças certas estejam disponíveis.

Pressão: a pressão para consertar as coisas está sempre presente na aviação. O pessoal de manutenção não deve deixar que as pressões de tempo atrapalhem a conclusão de um reparo com segurança.

Falta de assertividade: a falta de assertividade ao não alertar os outros quando algo não parece certo pode levar a muitos acidentes fatais.

Estresse: o estresse é a resposta subconsciente às demandas impostas a uma pessoa.

Falta de consciência: depois de realizar as mesmas tarefas várias vezes, os mantenedores podem desenvolver uma falta de consciência de seus arredores. Eles tendem a não ter bom senso e vigilância porque já fizeram a mesma tarefa muitas vezes.

Norma: é a abreviação de "normal", ou a maneira como as coisas são feitas normalmente. São regras não escritas que são seguidas ou toleradas pela maioria da organização. Regras negativas podem desviar da regra de segurança estabelecida e levar a um acidente (SERRA, 2004).

Segundo Verona (2017), as três estratégias básicas para controlar erros operacionais são baseadas nas três defesas básicas do sistema de aviação: tecnologia, treinamento e regulamentação (incluindo procedimentos).

As estratégias de redução intervêm diretamente na fonte do erro operacional reduzindo ou eliminando os fatores que contribuem para esse erro. Entre essas estratégias está a melhoria do acesso a componentes da aeronave para manutenção, melhoria da iluminação em que a tarefa é executada e a redução das distrações ambientais, ou seja: design centrado no ser humano; fatores ergonômicos; e instrução (VERONA, 2017).

As estratégias de captura assumem que o erro operacional já foi cometido. A intenção é: "capturar" o erro operacional antes que suas consequências adversas sejam sentidas. As estratégias de captura diferem das estratégias de redução porque não servem diretamente para eliminar o erro; quer dizer: lista de verificação; fichas de tarefa; e folhas de progresso de voo

(VERONA, 2017).

As estratégias de tolerância referem-se à capacidade de um sistema aceitar um erro operacional sem consequências sérias. Um exemplo de medida para aumentar a tolerância do sistema contra erros operacionais é a incorporação de múltiplos sistemas hidráulicos ou elétricos em uma aeronave para fornecer redundância, ou um programa de inspeção estrutural que oferece várias oportunidades para detectar uma trinca por fadiga de materiais antes de atingir um comprimento crítico, ou seja: redundâncias do sistema; e inspeções estruturais (VERONA, 2017).

O gerenciamento de erros operacionais não deve ser limitado ao pessoal de operações. O desempenho de tal pessoal, como mostrado no modelo SHELL, é influenciado por organizações, regulamentos e outros à volta. Por exemplo, processos organizacionais como comunicações inadequadas, procedimentos ambíguos, programação ilógica, recursos insuficientes e orçamento irrealista, constituem terreno fértil para erros operacionais. Como já discutido, todos esses são procedimentos sobre os quais uma organização deve ter um grau razoável de controle direto (VERONA, 2017).

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O campo dos fatores humanos, especialmente na manutenção da aviação, é um campo de estudo crescente. O principal erro que desencadeia um acidente é devido a falhas no desenvolvimento das atividades de pessoal qualificado. Elas podem ser causadas por fatores como a falta de comunicação com o restante da equipe de trabalho e fatores como estresse no trabalho, fadiga e pressão. Um ambiente de trabalho ruim em termos de condições externas prejudica seriamente a manutenção aeronáutica. Desta forma pode-se concluir, neste ponto, que dados esses fatores, erros de omissão, que refletem falhas na execução de uma ação, erros de comissão, que se referem aos momentos em que uma ação é executada incorretamente ocorrem.

A sequência de erro é dada quando uma determinada ação é executada fora da sequência correta. Além do aparecimento de erros temporários que refletem aqueles momentos em que um indivíduo executa uma ação em um momento inapropriado, muito rapidamente ou lentamente.

Motivos pessoais e carga de trabalho afetam negativamente e podem causar estresse e pressão, o que levaria a consequências como distrações e, portanto, erros que causam falhas ativas e fadiga. Fatores, não menos importantes, como o ruído percebido e a luminosidade e temperatura a que está exposto no local de trabalho, têm um efeito

significativo sobre os resultados.

Desta forma, ficou comprovado, através da literatura pesquisada, que os fatores humanos, se bem trabalhados, são contribuintes para a segurança do voo aplicados na manutenção de aeronaves.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação: Apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: Informações e documentação - Projeto de Pesquisa - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: Informações e documentação - numeração progressiva das seções de um documento - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- BRASIL. **Lei nº 7.565 de 19 de dezembro de 1986**. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. 1986. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7565compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565compilado.htm). Acesso em: 17 jul. 2023.
- BUENO, M. R. **Um estudo sobre fatores humanos com foco em acidentes e incidentes aéreos**. 2018. Disponível em: <https://www.ri.ufs.br/bitstream/riufs/10440/2/EstudoFatoresHumanos.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- BRASIL. **Comissão de Investigação**. 2023. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/artigos/190-comissao-de-investigacao>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- GOMES, F. M. F. S. **Fatores humanos em manutenção de aeronaves**. 2010. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3655/1/Factores%20Humanos%20em%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%20de%20Aeronaves.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2023.
- HENRIQUES, M. V. *et al.* **Fatores humanos na aviação civil: um panorama no campo de estudos**. 2019. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_297\\_679\\_37031.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_297_679_37031.pdf). Acesso em: 16 jul. 2023.
- MACHADO, M. C.; URBINA, L. M. S.; ELLER, M. A. G. **Manutenção aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica**. 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/gp/a/7BfwNL9NRZwrMXVd68TpsSd/?lang=pt&format=pdf#:~:text=1%20Introdução-,As%20atividades%20de%20manutenção%20aeronáutica%20formam%20uma%20parte%20essencial%20da,custo%20\(Knotts%2C%201999\)](https://www.scielo.br/j/gp/a/7BfwNL9NRZwrMXVd68TpsSd/?lang=pt&format=pdf#:~:text=1%20Introdução-,As%20atividades%20de%20manutenção%20aeronáutica%20formam%20uma%20parte%20essencial%20da,custo%20(Knotts%2C%201999).). Acesso em: 16 jul. 2023.
- MARTINS, D. A. *et al.* **O conceito de fatores humanos na aviação**. 2019. Disponível em: [https://www.fef.unicamp.br/feff/sites/uploads/deafa/qvaf/fadiga\\_cap14.pdf](https://www.fef.unicamp.br/feff/sites/uploads/deafa/qvaf/fadiga_cap14.pdf). Acesso em: 17 jul. 2023.
- RANGEL, T. L. C. **Fatores que influenciam o desempenho de pilotos agrícolas e os**

**incidentes e acidentes aeronáuticos.** 2007. Disponível em: [https://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/1453/1/2007\\_TatianaLiciadaSilvaRangel.pdf](https://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/1453/1/2007_TatianaLiciadaSilvaRangel.pdf). Acesso em: 18 jul. 2023.

RODEGUERO, M. A.; BRANCO, H. **Gerenciando o risco na aviação geral:** segurança de voo. São Paulo: Bianch, 2015.

SERRA, P. R. Fatores Humanos em manutenção de aeronaves. **IPEV**, São José dos Campos, SP, v.1, n.9, p.46-54, set. 2004.

SILVA, V. P. **Segurança de voo:** a importância da manutenção de aeronaves. 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/553/1/Vitor%20artigo%202020-12-09%20final%20Entregar.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2023.

VERONA, L. A. **Acidentes aéreos no Brasil.** São Paulo: Appris, 2017.

VITOR, P. **Cultura de segurança:** da teoria à prática. São Paulo: Juruá, 2019.