

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS



**A IMPORTÂNCIA DE UMA BOA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA
NA AVIAÇÃO CIVIL**

AURÉLIO AUGUSTO GOULART SOARES

GOIÂNIA-GO
2023

AURÉLIO AUGUSTO GOULART SOARES

**A IMPORTÂNCIA DE UMA BOA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA
NA AVIAÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica e de Artes da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientadora:

Prof^a Dr^a. Anna Paula Bechepeche.

Banca examinadora:

Prof. Esp. Andréluiz da Silva Fernandes.

Prof. Esp. Salmen Chaquip Buckzem.

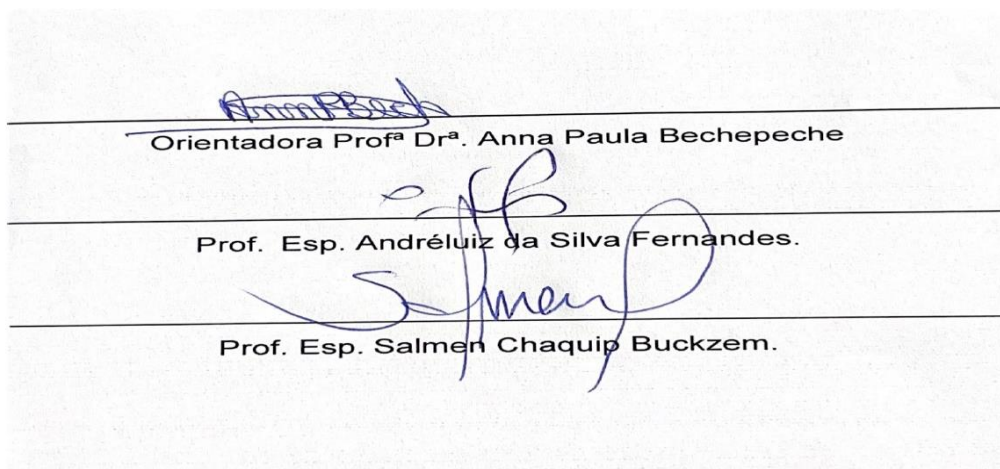
GOIÂNIA-GO

2023

AURÉLIO AUGUSTO GOULART SOARES

**A IMPORTÂNCIA DE UMA BOA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA
NA AVIAÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela Escola Politécnica e de Artes da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas, em 12/12/2023.



Orientadora Prof^a Dr^a. Anna Paula Bechepeche

Prof. Esp. André Luiz da Silva Fernandes.

Prof. Esp. Salmen Chaquip Buckzem.

GOIÂNIA-GO
2023

A IMPORTÂNCIA DE UMA BOA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA AVIAÇÃO CIVIL

Aurélio Augusto Goulart Soares¹
Anna Paula Bechepeche²

RESUMO

A manutenção de aeronaves é o processo de manutenção, reparo e atualização de aeronaves, perante a isso possui uma grande influência em relação a segurança operacional. Conforme o tipo de aeronave, isso pode envolver tudo, desde a verificação de vazamentos e a garantia de que os motores estão funcionando corretamente até a substituição de peças que não são mais fabricadas. A manutenção também minimiza o tempo de inatividade de uma aeronave e ajuda a manter os custos baixos. O reparo de aeronaves também pode ajudar a preservar o valor de uma aeronave, o que pode ser difícil de fazer dependendo da frequência com que ela é usada e do clima em que é armazenada. O artigo tem como objetivo apresentar os benefícios relacionados ao processo de manutenção preventiva na aviação civil, e a conscientização da população aeronáutica sobre a importância da manutenção aeronáutica para a conservação da segurança operacional. O método utilizou-se de uma pesquisa bibliográfica, aplicando os métodos quantitativo e qualitativo. Tendo como resultado: A manutenção da aviação é rigorosamente regulamentada e as companhias aéreas, bem como os aviões privados, devem seguir protocolos rigorosos para garantir que cumprem os regulamentos locais e internacionais em busca de conservação da segurança operacional. A má manutenção pode levar a uma série de outros problemas além de uma vida útil reduzida também pode reduzir a confiabilidade e gerar custos de manutenção mais elevados.

Palavras-chave: Aviação civil; Gestão da qualidade; Manutenção Preventiva.

ABSTRACT

Aircraft maintenance is the process of maintaining, repairing, and upgrading aircraft. Depending on the type of aircraft, this can involve everything from checking for leaks and ensuring engines are working properly to replacing parts that are no longer manufactured. Maintenance also minimizes aircraft downtime and helps keep costs down. Aircraft maintenance can also help preserve an aircraft's value, which can be difficult to do depending on how often it is used and the climate in which it is stored. The article aims to present the benefits related to the preventive maintenance process in civil aviation. The method was a literature review research. The result is:

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas. Endereço eletrônico:

² Possui graduação em Física pela Universidade Federal de Goiás (1988), mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (1991) e doutorado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1996). Atualmente é Professora efetiva da PUC/GO e da UFG.

Aviation maintenance is strictly regulated and airlines, as well as private planes, must follow strict protocols to ensure they comply with local and international regulations. Poor maintenance can lead to a number of other problems in addition to a reduced service life, it can also reduce reliability and generate higher maintenance costs.

Keywords: *Civil aviation; Quality management; Preventive maintenance.*

1 INTRODUÇÃO

O estudo aborda a relevância da qualidade na manutenção de aeronaves, considerando a prática comum de realizar essa manutenção a cada 18 meses a seis anos. A pesquisa explora como a qualidade nesse processo é fundamental para garantir a segurança, confiabilidade e eficiência operacional das aeronaves, abordando aspectos como conformidade regulatória, segurança operacional, eficiência e longevidade da aeronave. Isso depende do tipo de aeronave e da frequência com que ela é usada.

De acordo com Rafaelli (2022, p. 11):

Segundo o site de Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, (SIPAER, 2022), órgão subordinado ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes aeronáuticos (CENIPA), registraram-se entre 2012 e 2022, 309 acidentes no Brasil, sendo a manutenção aeronáutica um dos fatores contribuintes.

A má manutenção de aeronaves é um fator contribuinte para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos. Uma ou mais falhas no processo de manutenção, preparo e reparo da aeronave para o voo podem acarretar consequências fatais. Na aviação civil brasileira, no período de 2021 a 2023, a manutenção foi fator contribuinte presente em 72 acidentes aeronáuticos, dentre estes acidentes foram registrados 59 com aviões e 13 acidentes com helicópteros, dentre estes fatores foram abordados no segmento da aviação privada, agrícola e em instruções. (Sipaer, 2023).

Os diversos eventos causadores de uma ocorrência aeronáutica, com a teoria da variável determinante, passaram a ser encarados como fatores ou variável independente. Assim, permite-se analisar os dados de forma a estimar as probabilidades de um acidente ocorrer, com base nas influências das variáveis. Isso gera uma visão multifatorial do acidente e a tendência é analisá-lo sob o ponto de vista estatístico. (Santos e Rodrigues, 2020).

A manutenção preventiva, entretanto, ocorre pelo menos a cada 25 horas de voo. As aeronaves também exigem pequenas manutenções a cada 100 horas. O reparo de aeronaves é essencial para mantê-la funcionando de maneira eficiente e segura. Envolve monitorar a saúde de uma aeronave, identificar problemas antes que se tornem um problema e tomar medidas para corrigi-los antes que se agravem. Os benefícios da manutenção regular de aeronaves são três: prolonga a vida útil da aeronave, reduz custos relacionados com paradas não planejadas e melhora a segurança (Sousa, 2022).

A vida útil de uma aeronave varia, mas muitas vezes pode ser superior a 30 anos ou mais. Podemos afirmar que os aviões comerciais, assim como os aviões particulares, geralmente são feitos para durar mais. Frequentemente, eles duram até 40 anos (ou mais) em alguns casos de operação contínua e uso geral. A manutenção de rotina é o que prolonga a vida útil de uma aeronave, e os serviços de manutenção de aeronaves são essenciais por vários motivos. Primeiro, uma aeronave é um investimento incrivelmente caro com muitas aeronaves privadas custando na faixa de US\$ 250.000 para pequenos aviões de 2 a 4 lugares movidos a hélice, e até vários milhões de dólares para jatos particulares como o Gulfstream 800 (US\$ 71,5 milhões) (Sousa, 2022).

Embora os jatos particulares sejam um investimento significativo para a maioria das pessoas, a manutenção de rotina permite que os proprietários maximizem o valor desse investimento, garantindo que suas aeronaves operem pelo maior tempo possível. A manutenção também ajudará a revelar aos proprietários e operadores quaisquer possíveis problemas que possam surgir e que possam causar o encalhe de um avião ou representar qualquer perigo para a operação. Finalmente, a manutenção é fundamental para garantir a segurança e a conformidade com os regulamentos de segurança das aeronaves (Sousa, 2022).

A pesquisa procura responder a seguinte problemática: quais as dificuldades na falta de conscientização da população aeronáutica sobre a importância de manutenções regulares nas aeronaves, para a conservação da segurança operacional?

A pesquisa é relevante, pois a manutenção de aeronaves é um aspecto importante para garantir a segurança e a confiabilidade das aeronaves. É essencial que os aviões sejam mantidos de maneira adequada para garantir que estejam operando conforme o esperado. O objetivo principal é manter sua embarcação em

condições de aeronavegabilidade e em conformidade aos padrões de segurança aérea.

Os serviços de manutenção de aeronaves podem abranger diversas áreas, desde verificações regulares de rotina até reparos mais complexos. Eles também podem ajudar a prevenir o surgimento de problemas, identificando quaisquer problemas potenciais antes que se tornem graves. Ao adotar essa abordagem, a aviação civil, em geral pode se reduzir o risco de ocorrer um acidente durante um voo.

A manutenção preventiva não evita apenas problemas estruturais ou funcionais. Também ajuda a prevenir: Falha sistemática; Dano estrutural; Falha no Combustível; Falha na inspeção; Falha do instrumento e Hardware com defeito. Existem vários tipos diferentes de serviços de manutenção disponíveis; por isso, é importante tratar da qualidade deste serviço indispensável as necessidades de uma aeronave.

Trata-se de uma Revisão bibliográfica, abordando os métodos quantitativos e qualitativos. A pesquisa pode ser classificada em dois tipos gerais, quantitativa e qualitativa. Ambos os tipos de investigação implicam escrever uma questão de investigação e desenvolver uma hipótese. A investigação quantitativa envolve uma abordagem dedutiva para provar ou refutar a hipótese que foi desenvolvida, enquanto a investigação qualitativa envolve uma abordagem indutiva para criar uma hipótese. Na pesquisa quantitativa, a hipótese é formulada antes do teste. Na pesquisa qualitativa, a hipótese é desenvolvida por meio de raciocínio indutivo com base nos dados coletados (sendo esta última a opção desta pesquisa). No que diz respeito aos tipos de dados e à sua análise, a investigação qualitativa inclui geralmente dados sob a forma de palavras em vez de números mais habitualmente utilizados na investigação quantitativa (Lakato; Maconi, 2003).

Foram utilizadas as seguintes bases de dados: SciELO e Google Acadêmico. As palavras-chave foram: Aviação civil. Gestão da qualidade. Manutenção Preventiva. A busca foi realizada nas referidas plataformas entre os meses de agosto a outubro de 2023.

O artigo tem como objetivo apresentar os benefícios relacionados ao processo de manutenção preventiva na aviação civil.

2 CULTURA E SEGURANÇA

O termo "cultura de segurança" teve sua origem nos debates científicos sobre segurança, especialmente após o desastre de Chernobyl em 1986. Este conceito é frequentemente subutilizado ao descrever a cultura organizacional em que a segurança é considerada a principal prioridade de uma empresa (Oliveira, 2002).

De acordo com Richter e Koch (2004), a cultura de segurança é definida como significados compartilhados e adquiridos, experiências e interpretações relacionadas ao trabalho de segurança. Esses significados são expressos de forma parcial e simbólica, e eles orientam as ações das pessoas em relação a riscos, acidentes e prevenção. A manutenção preventiva em aeronaves tem como finalidade manter a segurança operacional da melhor forma possível com o objetivo de proteger a tripulação e os passageiros na busca de operações da forma mais segura possível.

Desta forma a aviação está ligada diretamente à segurança, uma vez que qualquer falha, seja por erros humanos ou técnicos, pode resultar em grandes desastres, podendo acarretar em prejuízos financeiros e materiais. Portanto, os fabricantes de aeronaves e companhias aéreas utilizam de todas suas ferramentas e métodos possíveis para evitar acidentes e incidentes, considerando que, de acordo com Marcuzzo Junior (2008), a segurança é fundamental para a confiabilidade dessas organizações. As empresas envolvidas na fabricação, operação e manutenção de aeronaves investem frequentemente em medidas de segurança e trabalham diariamente para manter a confiabilidade em suas operações e nas suas máquinas. Diante disso, pode-se afirmar que a segurança é uma tarefa crucial para uma operação de confiança.

Diante disso, a cultura e segurança são ações fundamentais para a mitigação de erros, em que a cultura faz com que se crie uma conscientização diariamente diante de organizações para prezarem a segurança. Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) a cultura de segurança são ações e tarefas realizadas dentro de padrões e normas técnicas para que tenha boa eficiência e mitigação do erro da melhor forma possível e tenha preocupações com as consequências de suas tarefas (ANAC, 2019).

Segundo a ANAC a cultura de segurança é: Conhecer normas e segurança desde a uma alta gestão até a parte operacional de uma organização, saber que a

cultura de segurança é fundamental para o sucesso de uma organização e também conhecer que a cultura de segurança é um valor estratégico para o alcance de objetivos econômicos e operacionais. Além disso, esta organização ainda afirma que a cultura de segurança traz benefícios positivos e eficazes, sendo eles: Mitigação de erros internos e externos em operações, alcance de objetivos, eficácia e eficiência nas medidas de segurança, aumento no nível de segurança em operações (ANAC, 2019).

2.1 O que é manutenção e onde surgiu

O conceito de manutenção surgiu a partir da década de trinta, e passou por diversas transformações, sendo divididas em três gerações diferentes.

A primeira geração abrange a época anterior da Segunda Guerra Mundial na qual as indústrias eram pouco mecanizadas e os equipamentos eram de formas simples e não tinha tanta preocupação com grandes demandas nas empresas, sendo assim as manutenções nessa época eram apenas corretivas, após a quebra dos equipamentos, no entanto, nessa época já havia, de certa forma, uma preocupação em relação à manutenção, pois além da manutenção corretiva eram realizadas limpezas e lubrificações dos equipamentos.

Já, a segunda geração abrange desde a Segunda Guerra Mundial até meados dos anos 60, diante da passagem da guerra houve uma grande demanda de produtos de vários setores e por todo tipo de produto, mas diante da Guerra a mão de obra foi decaindo fazendo com que a mecanização da época fosse aumentando. Diante disso, com o aumento da demanda e a baixa mão de obra, houve a necessidade de confiabilidade nas máquinas para haver boa produção. Havendo então exigência de fazer paradas para realização de manutenções, fazendo então com que surgisse a ideia da manutenção preventiva (Kardec; Nascif, 2009).

A última fase de manutenção foi na década de 70, quando os processos de mudanças em indústrias aceleraram. Diante disso, para a realização de manutenções os equipamentos deveriam realizar a parada de equipamentos e com essas pausas houve baixa produção e custos elevados. Diante desta situação surgiu-se a ideia do (*Just In Time*), em que as empresas se preocuparam em

aumentarem os seus estoques e fazerem mais paradas mais curtas ao longo da produção (kardec; Nascif, 2009).

Diante do exposto pode-se afirmar que Manutenção é um termo cujo significado é manter o efeito de conservação, em que, a palavra manutenção tem origem do Latim sendo a palavra original conhecida como *Manutentio*. A manutenção é o ato de manter em boa qualidade, em bom funcionamento um certo equipamento. Diante disso, sinônimos também usados para definir Manutenção é conservação e consertos (Sousa, 2022).

2.2 Os tipos de manutenção

A manutenção pode ser dividida em três métodos diferentes. Manutenção preventiva em que, busca a troca de um certo equipamento antes de sua falha ou em virtude de testes e uma certa vida útil vencida, este método também é conhecido como (*Hard Time*) tem como finalidade manter o sistema em operação contínua e dentro de uma margem de segurança operacional (Machado, 2021). A manutenção preditiva tem como finalidade saber se possui necessidade de uma parada para realização de alguma manutenção este reparo é realizado mediante a identificações de ruídos, vazamentos e até mesmo vibrações, esta ação, também é conhecido como (*On Conduction*) (Revista Ferramental, 2022).

Já a manutenção corretiva é aquela que ocorre após a identificação de uma falha de um sistema ou problemas, durante esta observação na manutenção corretiva deve ser identificado partes de falhas e fazer o reparo necessário, este método também é conhecido como (*Condition Monitoram*), em oficinas de manutenção aeronáutica esta ação é realizada em algumas fases como, por exemplo: células, motores e aviônicos (Moayed; Shell, 2009).

2.3 Manutenção aeronáutica e seus métodos

A manutenção de aeronaves é essencial para manter a aeronavegabilidade do equipamento e sua confiabilidade, além disso, o reparo é primordial para a realização de operações seguras e para a segurança operacional. Diante disso a manutenção aeronáutica é realizada de forma muito bem segura e eficaz por meio de fases e *checklists* realizados durante toda a manutenção, além desses métodos também possui responsáveis técnicos para realizar estas fiscalizações nas oficinas

mecânicas como os GSO (Gestores de Segurança Operacional) e também o Controle Técnico de Manutenção Aeronáutica (CTM) [Martins, 2021].

Os principais métodos realizados nas manutenções aeronáuticas são: Manutenção de linha, em que, ocorre durante o tempo em que a aeronave está em solo, onde o mecânico verifica visualmente se a aeronave possui alguma anormalidade ou se foi reportado alguma irregularidade pela tripulação, que foi ocorrido durante o voo (Martins, 2021).

Manutenção de *checks* A, B e C, esta manutenção ocorre quando a aeronave possui um certo tempo maior em solo e fora das operações. Diante, o *checks* A é feita uma revisão geral uma vez a cada mês no período noturno. *Checks* B é a revisão a qual é feita uma parada maior da aeronave e são realizadas as manutenções de horas recomendado pelo fabricante da aeronave. No *Checks* C é realizada a mesma manutenção realizada no *checks* B e também buscando algumas panes possíveis para corrigi-las ou corrigindo algumas panes reportada pela tripulação (Martins, 2021).

Além desses tipos de manutenção possui também uma manutenção mais completa, em que, é realizado o *Overhaul* da aeronave, e a aeronave é toda desmontada, suas peças passam todas por inspeções e peças necessárias passam por lubrificações e remontada novamente (Martins, 2021).

2.4 A importância da manutenção para a segurança operacional

Pode-se afirmar que a manutenção de aeronaves é um processo delicado, com a necessidade de realizar verificações regulares para garantir a contínua segurança operacional. Mesmo as aeronaves mais modernas devem passar por inspeções diárias para terem uma concreta certeza de que está tudo dentro dos conformes. É essencial compreender que essas máquinas são invenções da engenharia, diante disso deve haver correções e inspeções minuciosas, pois alguma configuração feita de forma inadequada ou algum componente mal conectado podem representar um risco significativo para a segurança operacional, levando a riscos catastróficos e a grandes impactos financeiros. Como essas máquinas são invenções da engenharia, possuem uma vida útil e exigem tempo de descanso para que não ocorra problemas, diante desta ação deve haver manutenção preventiva para que minimize os erros (Marcuzzo, 2008; Silva, 2020).

3 REGULAMENTOS DA ANAC VOLTADOS PARA INSPEÇÕES DE MANUTENÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) juntamente com o Código Brasileiro do Aeronauta (CBA) houve a necessidade de criação de documentos jurídicos e regulamentos para a padronização e aumento da segurança operacional. Houve então a criação de Regulamentos brasileiros da Aviação Civil (RBACs). A necessidade de criação jurídica destes regulamentos e documentos tem a finalidade de aumentar a segurança operacional na aviação civil em busca de minimizar erros que podem ser fatais (ANAC, 2019).

3.1 RBAC 145 - Organização de manutenção de produto aeronáutico

O RBAC 145 emitido pela ANAC tem como finalidade descrever a forma a qual uma organização deve se padronizar e se organizar periodicamente para a adequação em relação à prestação ou realização de serviços de manutenção aeronáutica. No entanto, no Brasil a manutenção aeronáutica pode ser realizada de duas formas distintas. Sendo então da seguinte forma: o reparo pode ser realizado pela própria empresa usuária da aeronave, desde que siga as normas técnicas da ANAC regidos pelo RBAC 121. Tendo exemplo como as companhias aéreas que realizam as próprias manutenções. Diante disto, a outra forma a qual a manutenção aeronáutica pode ser realizada é por oficinas de manutenções prestadoras de serviços, sendo mais utilizada por operadores da aviação executiva, seguindo as normas técnicas regidas no RBAC 145.

Diante disso, o RBAC 145 tem como finalidade a certificação de empresas aeronáuticas para a realização de manutenções preventivas, reconstrução, modificações de aeronaves, realização de manutenção de células, motor, componentes e outras realizações de manutenção como citado no RBAC 43 (ANAC, 2023).

3.2 RBAC 43 – Manutenção, Manutenção Preventiva, Reconstrução e Alteração

Segundo a ANAC diante do RBAC 43 este regulamento é reservado para aeronaves que possuam certificações de aeronavegabilidade brasileira de células, motor, hélice, acessório, componente e tal parte de aeronave. Segundo este

regulamento ele não se aplica a aeronaves experimentais nem para aeronaves de modelos aero desportivos. Pois aeronaves experimentais e aero desportivas são consideradas aeronaves para fins recreativos e de lazer, sem fundamentos para fins financeiros (ANAC, 2023).

Diante disso, o RBAC 43 se aplica as organizações e pessoas certificadas e capacitadas para a realização de manutenções e para peças com limite de vidas a quais foram removidas de um produto de certificado de tipo segregado ou controlado como citado na seção 43.10 do RBAC 43, e nesta seção afirma que peças possuem número de horas e um certo ciclo de vida e com isso deve haver substituição. Diante disso, com essas substituições deve haver controle dessas peças ou acessórios por meio de números de série e etiquetas para que seja comprovado e certificado que a manutenção foi feita de forma eficaz e correta (ANAC, 2023).

3.3 Controle Técnico de Manutenção (CTM)

De acordo com Lima (2015, p. 29) “nos mais de cem anos de história da aviação, grandes mudanças ocorreram não somente nas alterações tecnológicas das aeronaves que se transformaram drasticamente e tiveram um grande avanço tecnológico”, aumentando significativamente a complexidade de seus sistemas, mas também no número de companhias e de aeronaves em operação, onde exigiram novas maneiras de organizar a malha aérea e principalmente conferir segurança a todo o sistema.

Assim, neste item será tratado sobre o CTM, que segundo Adilio Marcuzzo (2008) CTM da AEROBYTE – 2014, o CTM tem como finalidade principal dentro de uma organização ou empresa de manutenção, manter a biblioteca técnica da empresa atualizada, dentro desta biblioteca se encontram documentações e registro de todas aeronaves que realizaram manutenção naquele local sendo então registrado o que foi feito na aeronave, qual peça foi trocado, quais os tipos de peças, com quantas horas foi realizada aquela manutenção e com quantas horas ou tempo aquela aeronave deve passar por manutenção novamente.

Diante disso, a tarefa de um CTM é efetuar o controle técnico de manutenção, através desta ação as organizações de manutenção devem possuir históricos da manutenção preventiva estabelecido pelo fabricante para cada modelo de aeronave e diante destas manutenções estabelecidas do fabricante, através de

uma análise concisa de um CTM que será montado um calendário de tempo e horas a qual o operador da aeronave deve realizar manutenção novamente e qual o tipo de manutenção será realizada. A Figura 1 representa este tipo de sistema utilizado pelo CTM e as empresas de manutenções.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

PROGRAMA DE MANUTENÇÃO CITATION I ESPECIFICAÇÕES DA AERONAVE E MOTOR									
AERONAVE		MOTOR I		MOTOR II		POUSOS		CAT	ANO
6	NR DE SÉRIE		NR DE SÉRIE		NR DE SÉRIE		POUSOS	0	
7	HORAS TOTAIS	0,0	HORAS TOTAIS	0,0	HORAS TOTAIS	0,0	MÉDIA VÔO		
8	MODELO	500	MODELO	JT 150-1A	MODELO	JT 150-1A			
9	PREFID		CICLOS		CICLOS				
10	DATA DE EMISSÃO	16/09/2003 última atualização							

12	TIPO DE REVISÃO	INSPEÇÃO REALIZADA		INTERVALO		PRÓXIMA INSPEÇÃO		DISPONIBILIDADE		ALERTA DE ATENÇÃO	
		HORAS	CAT/POUSO	HORAS	DIAS/CICLO	HORAS	DATA/CIC	HORAS	DIAS/CIC	RENDEZ DE HORAS	RENDEZ DE HORAS
14	FASE B	NA	NA	150	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA
15	FASE 1			300	24M	300,0	30/12/1901	300,0	-37,150		ATENÇÃO
16	FASE 2			300	24M	300,0	30/12/1901	300,0	-37,150		ATENÇÃO
17	FASE 3			300	24M	300,0	30/12/1901	300,0	-37,150		ATENÇÃO
18	FASE 4			300	24M	300,0	30/12/1901	300,0	-37,150		ATENÇÃO
19	FASE 5			1200	36M	1200,0	30/12/1902	1200,0	-36,700		ATENÇÃO
20	FASE B - MOT 1			400	12M	400,0	30/12/1900	400,0	-37,515		ATENÇÃO
21	FASE B - MOT 2			400	12M	400,0	30/12/1900	400,0	-37,515		ATENÇÃO
22	FASE 10			100	-	100,0	-	100,0	-		

Figura 1 - Programa de manutenção

Fonte: (Marcuzzo, 2008).

Por tanto, o CTM possui uma tarefa de grande responsabilidade, em que qualquer erro ou algum registro realizado de forma incorreta, ou não realizado pode afetar seriamente a segurança de voo, levando em risco a vida de tripulantes e também acarretando sérios prejuízos financeiros (Marcuzzo, 2008).

Conforme entendido por Burda Filho (2011), a CTM possui um histórico de atividades de manutenção estabelecidas pelo fabricante para cada modelo de aeronave, sendo que a manutenção preventiva pode ser realizada de hora em hora, calendário ou inspeção periódica. Isso nada mais é do que planejar parada da aeronave para realizar revisões e substituições de componentes, recomendações e boletins de serviço. Esta atividade exige, portanto, que o profissional tenha as seguintes características: concentração, conhecimento de inglês técnico (para aeronaves fabricadas no exterior), conhecimento de computador como usuário e vontade de aprender sempre.

O profissional, ao desenvolver um plano de manutenção, deve focar sua atenção na execução do trabalho sem erros, pois qualquer controle em desacordo com o programa do fabricante ou do táxi aéreo pode acarretar sérios prejuízos econômicos e até colocar em risco o negócio e a segurança de voo da aeronave controlada (Fraga, 2014).

Se houver um pequeno erro no gerenciamento da vida útil de um componente e esse erro resultar na substituição do componente antes que a vida crítica esperada seja atingida, o operador sofrerá uma perda financeira se for uma peça de alto valor. Ocorrendo um erro fazendo com que haja à substituição do componente fora do limite de vida útil, o operador corre sério risco, pois a aeronave poderá voar com um componente cuja vida útil já expirou e que poderá não desempenhar a função para a qual foi projetado, o que põe em causa a segurança dos voos (Burda Filho, 2011).

Há muito tempo não existiam programas de computador e todas as tarefas de controle eram feitas manualmente com lápis, papel e calculadora. Isso gerava muito trabalho para os profissionais da área. Porém, hoje temos diversos softwares que facilitam essas tarefas de controle, como planilhas eletrônicas, programas especiais para controle de aeronaves ou mesmo programas customizados que as empresas podem desenvolver com a ajuda de um profissional de tecnologia da informação (Burda Filho, 2011).

O departamento CTM dentro de uma empresa é de vital importância para os operadores aéreos que pretendem manter as suas aeronaves em condições de voo e para as empresas de manutenção que pretendem oferecer um serviço com elevado nível de qualidade e segurança aos seus clientes. Manter o controle sobre todos os aspectos da manutenção de aeronaves é de extrema importância não só para criar maior segurança, mas também para manter a eficiência operacional, reduzindo custos indesejados (Fraga, 2014).

Adicionalmente, segundo Burda Filho (2011), o CTM deverá notificar:

- A periodicidade (controle de potencial) dos componentes controlados por hora de voo, calendário ou ciclos de utilização.
- A rastreabilidade dos componentes controlados.
- A periodicidade das manutenções preventivas. Isso inclui os tempos entre revisões para os componentes da célula, motor e sistemas sejam eles com

vencimento por TBO, SSL ou ciclos e as trocas sistemáticas dos itens considerados de consumo.

- As revisões e inspeções que foram realizadas sobre os componentes e sistemas da aeronave e os próximos vencimentos.
- A aplicação dos boletins de serviço, das diretrizes de aeronavegabilidade ou dos documentos semelhantes, cartas, telex, fax, etc., emitidos pelo fabricante da aeronave, de componente ou de sistemas.
- O controle da documentação emitida pelo fabricante da célula e do motor.
- O controle dos ensaios não destrutivos como os ensaios de líquido penetrante, partículas magnéticas, raio-x, etc.
- O controle das taxas e emolumentos pagos aos órgãos legais e outros dados técnicos ou administrativos em função do tipo de aeronave controlada.

4 CASOS DE ACIDENTES RELACIONADOS A MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A má manutenção de aeronaves pode ocasionar sérios danos a segurança operacional, podendo provocar até acidentes fatais, como exemplo os acidentes citados a baixo.

4.1 ACIDENTE COM AERONAVE CESSNA MODELO 172

Segundo o relatório do CENIPA (2016) um acidente com a aeronave, com um piloto e três passageiros, decolou às 14h12min (UTC) do aeródromo de Barreirinhas, MA (SSRS) para realizar um voo panorâmico. Logo após sair do solo, a aeronave teve sucessivas oscilações na rotação do motor, porém esse continuou gerando potência para o voo. Já sobre o terço final da pista de decolagem, houve uma falha parcial do motor, sendo realizada uma curva à direita e, posteriormente, à esquerda, descrevendo um perfil de retorno à pista. No momento, a aeronave perdeu sustentação e colidiu contra o solo. Não houve fogo e a aeronave teve danos substanciais. O piloto e os três passageiros sofreram lesões graves.

Conforme o órgão, apesar de ser registrada para categoria privada de serviços aéreos privados (TPP), de acordo com relatos, a aeronave estava sendo operada para realizar voos panorâmicos remunerados no município de Barreirinhas, MA. Foram realizados dois voos no dia do acidente, sendo que no primeiro, também um voo panorâmico com passageiros, não houve problemas. No segundo voo,

consoante a análise de vídeo gravado a bordo por um dos passageiros, durante a decolagem o motor da aeronave apresentou oscilações em seu funcionamento. Quando a aeronave estava cerca de 70ft de altura, houve uma redução intencional da potência do motor. Mesmo com a redução, o motor oscilou por mais duas vezes. Após a segunda oscilação, de imediato o piloto iniciou curva à direita. Quatro segundos depois houve uma falha parcial do motor, momento esse em que o piloto comandou uma curva à esquerda, na tentativa de retornar à pista. Houve, nesse instante, a perda do controle da aeronave (CENIPA, 2016).

Ainda com base no vídeo gravado, durante a perda de controle, não foi possível identificar o funcionamento do alarme sonoro de estol. A aeronave colidiu contra o solo na lateral direita da cabeceira 29 de SSRS. A disposição dos destroços indica que a aeronave impactou com baixa velocidade horizontal e velocidade vertical acentuada, caracterizando uma perda de sustentação. Os destroços também indicaram que a aeronave impactou contra o solo ainda gerando potência (CENIPA, 2016).

Naquela ocasião, não houve nenhum tipo de intervenção para mitigar decorrência da falha. Segundo relatos, foi o próprio piloto que, baseado em procedimento informal, realizou um funcionamento do motor em alta rotação por alguns minutos, na intenção de retirar possíveis impurezas do combustível. Uma vez que a falha não se repetiu durante esse procedimento adotado pelo piloto, a aeronave foi considerada em condições de voo. Durante a ação inicial, as condições de armazenamento e abastecimento de combustível foram consideradas inadequadas, havendo a hipótese de contaminação do mesmo. Conforme relatos, o combustível era originado de São Luís, MA. Na localidade, não havia prestador de serviço responsável pelo fornecimento de combustível, sendo cada operador responsável por adquirir e armazenar seu próprio combustível (CENIPA, 2016).

Perante a conclusão de investigação do CENIPA, os fatores contribuintes para este acidente foram à falha de motor em voo e posteriormente a perda de controle em voo. A falha de motor está relacionada com as oscilações das rotações do motor e falha do mesmo, já a perda de controle em voo está relacionada com os comandos realizados pelo piloto da aeronave e que resultaram na perda de sustentação e estol da aeronave, que colidiu com o solo (CENIPA, 2017).

4.2 ACIDENTE COM AERONAVE MODELO BELL 206 B

Diante de casos de acidentes aeronáuticos ocorridos por má manutenção podemos citar também o acidente de uma aeronave modelo Bell 206B, com matrícula registrada a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) PT-HPG.

A aeronave decolou do Heliponto Royal Palm Plaza (SSQW), Campinas, SP, com destino ao Heliponto Bandeirantes (SDBH), São Paulo, SP, por volta das 13h45min (UTC), a fim de transportar pessoal, com um piloto e um passageiro a bordo. Com cerca de vinte minutos de voo, ocorreu uma falha do motor e foi realizada uma tentativa de pouso de emergência em um cruzamento entre a Rodovia Anhanguera e o Rodoanel Mário Covas. Câmeras de segurança da concessionária que administrava a rodovia captaram imagens indicando que a aeronave realizou uma autorrotação, possivelmente visando pousar na área de grama entre as duas faixas superiores do Rodoanel. Ao não obter sucesso na manobra, a aeronave passou entre os dois viadutos e foi atingida, ainda em voo, por um caminhão que trafegava na pista de acesso à rodovia. O caminhão teve danos substanciais na cabine e o motorista saiu ileso. A aeronave ficou destruída, houve vítimas fatais levando o tripulante e o passageiro do helicóptero a faleceram no local. (CENIPA, 2019).

O piloto da aeronave possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) e também certificado médico aeronáutico (CMA) válidos. A aeronave estava realizando um voo de transporte aéreo público não regular na modalidade táxi-aéreo, que só poderia ser realizado por um operador sujeito a certificação operacional nos termos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil 135 (RBAC 135), e a mesma não possuía certificação para este tipo de transporte na modalidade de táxi-aéreo (CENIPA, 2019).

Segundo o relatório final do (CENIPA) aponta que um dos fatores contribuintes para a ocorrência do acidente da aeronave foi a má manutenção da mesma, onde estava com o Time Between Overhaul (Tempo entre revisões gerais – TBO) vencido, além disso também houve a observação do calendário de troca de óleo da aeronave vencido (CENIPA, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disso podemos afirmar que, aeronave é um equipamento que exige altos níveis de confiabilidade durante os voos. Procedimentos de manutenção preventiva são aplicados para manter esta confiabilidade em um nível ideal. A maior frequência de aplicações de manutenção preventiva significa maior nível de confiabilidade; para obter o melhor benefício, esta manutenção deve ser feita em momentos adequados.

Apesar dos progressos já alcançados, o Brasil ainda necessita de algumas melhorias na segurança aeronáutica em algumas áreas da aviação, como no segmento privado, agrícola e de instruções, haja visto a taxa de acidentes aéreos do país nas últimas duas décadas, bem como os determinantes da manutenção. O caminho para a redução de acidentes está no estudo dos fatores humanos. A medida que os sistemas das aeronaves se tornam mais sofisticados, a probabilidade de falha do sistema ameniza. O ser humano tem suas limitações naturais e para não ser confundido ao erro é necessário adotar medidas preventivas.

Portanto, a indústria da aviação é aquela em que a segurança é fundamental e o controle de qualidade desempenha um papel crítico para garantir a segurança dos passageiros e tripulantes. Um processo completo de controle de qualidade ajuda a identificar possíveis problemas, garante que a manutenção atenda aos requisitos regulamentares e, em última análise, evita acidentes. As consequências do mau controle de qualidade podem ser devastadoras, levando à falha do equipamento, ferimentos ou mortes, bem como reparos dispendiosos ou ações legais.

O controle de qualidade envolve um conjunto de procedimentos que visam garantir que os produtos ou serviços oferecidos atendam a padrões específicos. Na manutenção da aviação, significa monitorar cuidadosamente todos os aspectos do reparo e manutenção de aeronaves, incluindo treinamento de pessoal, calibração de ferramentas, práticas de manutenção de registros e inspeções de aeronaves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC. **Solicitação para Aprovação de Lista de Equipamentos Mínimos (MEL)**. 2019. Disponível em: www.anac.gov.br. Acesso em: out. 2023

ANAC. Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil **RBAC Nº 145. EMENDA Nº 08**. 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-145> Acesso em: out. 2023

CENIPA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final Simplificado**. 2016. Disponível em: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PT-CTB_27_08_2016_AC..pdf Acesso em: out. 2023

CENIPA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final Simplificado**. 2019. Disponível em: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PTHPG_11FEV2019_AC..pdf Acesso em: out. 2023

BURDA FILHO, Heinz. **Controle Técnico de Manutenção**. 2011. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TCC-LUCENA.pdf> Disponível em: Acesso em: nov. 2023

FRAGA, F. **Seção de controle técnico de manutenção (CTM) para o batalhão de operações aéreas do corpo de bombeiros militar do estado de Santa Catarina: uma ferramenta de gerenciamento de aeronaves**. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. 2014. Disponível em: https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2014/04/Monografia_Cadete-CBMSC-FABIO-FRAGA_25-Abr-2014.pdf Acesso em: out. 2023.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio de Aquino. **Manutenção – Função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2003.

LIMA, A. L. **Proposta de gerenciamento do processo de manutenção de aeronaves baseado em indicadores de desempenho**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como partes dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção. 2015. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/623/dissertacao_li ma2_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: out. 2023

MACHADO, T. **Manutenção preditiva na indústria**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UNIC, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Mecânica. 2021. Disponível em:

https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/37492/1/TIAGO_MACHADO.pdf Acesso em: out. 2023

MACHADO, M. M.C. Manutenção Aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica. **Gest. Prod.** v. 22, n. 2, Apr-Jun 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530X1031> Acesso em: out. 2023

MARTINS, A. F. **O especialista no controle técnico de manutenção nas organizações de manutenção.** Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel. 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/13555/1/ALEXANDRE_F_MARTINS_TCC.pdf Acesso em: out. 2023

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

MOAYED, F. A; SHELL, R. L. Comparação e avaliação de operações de manutenção em sistemas de produção enxuta versus não enxuta. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 15 n. 3, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/13552510910983224> Acesso em: out. 2023

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

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.

SANTOS, R. M; RODRIGUES, M. S. O erro humano na manutenção de aeronaves: fatores causadores e seu impacto para os acidentes aeronáuticos nos últimos 20 anos no Brasil. **LAJBM.** v. 11, n. 1, P. 90-102, jan-jun/2020. Taubaté, SP, Brasil.

SILVA, V. P. **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. 2020. Disponível em:

<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/553/1/Vitor%20artigo%202020-12-09%20final%20Entregar.pdf> Acesso em: out. 2023

O que é manutenção Preventiva e como aplicar; Revista Ferramental; Data de publicação 07/04/22: <https://www.revistaferramental.com.br/artigo/o-que-e-manutencao-preventiva-e-como-funciona>.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1089 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3246.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Auxíliã Augusto Galvão Soares
do Curso de Ciências Humanas, matrícula 2020.1.0047.0005-8
telefone: (62)99157-3608 e-mail: galvaoauxilia323@gmail.com
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado A importância e a qualidade da manuseio primitivo aplicado a criação cirúlc, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 23 de Agosto de 2023.

Assinatura do autor: Auxíliã Augusto

Nome completo do autor: Auxíliã Augusto Galvão Soares

Assinatura do professor-orientador: Amora Paula Beehepeche

Nome completo do professor-orientador: Amora Paula Beehepeche