

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS



**CONTROLE TÉCNICO DE MANUTENÇÃO (CTM): A SEGURANÇA DE VOO
COMEÇA NOS REGISTROS**

Yasmim Larissa Jordan Fagundes

GOIÂNIA
2025

Yasmim Larissa Jordan Fagundes

**CONTROLE TÉCNICO DE MANUTENÇÃO (CTM): A SEGURANÇA DE VOO
COMEÇA NOS REGISTROS**

Projeto de Pesquisa para trabalho de conclusão do
curso Ciências Aeronáuticas da Pontifícia
Universidade Católica de Goiás

Orientador:
Prof. AndréLuiz da Silva Fernandes

GOIÂNIA
2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. AndréLuiz da Silva Fernandes
Orientador – Curso de Ciências Aeronáuticas

Prof. Dr. Humberto César Machado
Examinador interno - Curso de Ciências Aeronáuticas

Prof. Me. Lucas Pereira Furtado
Examinador Interno - Curso de Ciências Aeronáuticas

GOIÂNIA
2025

RESUMO

O CTM é relevante para comprovar a eficiência, segurança e durabilidade dos equipamentos e sistemas utilizados em diferentes setores da indústria e dos serviços na aviação civil. Ele envolve o planejamento, a execução e o monitoramento das atividades de manutenção, com o objetivo de reduzir falhas, evitar paradas não programadas e otimizar o desempenho dos aviões. Através desse controle, é possível manter registros detalhados de intervenções realizadas, identificar padrões de desgaste, prever necessidades futuras de manutenção e melhorar continuamente os processos. A importância do controle técnico de manutenção preventiva e corretiva está diretamente ligada à redução de custos operacionais e ao aumento da produtividade da frota. Aviões bem mantidos tendem a apresentar menor índice de defeitos e maior vida útil. O controle técnico oferece ao gestor suporte para as tomadas de decisões estratégicas. Com dados precisos sobre o histórico de manutenção e desempenho dos aviões, os gestores podem planejar investimentos, substituições ou melhorias com maior embasamento técnico.

Palavras chaves: Aviação. Manutenção. Registros. Segurança de voo de CTM

ABSTRACT

CTM is essential for verifying the efficiency, safety, and durability of equipment and systems used in various sectors of industry and civil aviation services. It involves the planning, execution, and monitoring of maintenance activities, aiming to reduce failures, avoid unscheduled downtime, and optimize aircraft performance. This control allows for detailed records of interventions performed, identification of wear patterns, prediction of future maintenance needs, and continuous improvement of processes. The importance of technical control of preventive and corrective maintenance is directly linked to reducing operating costs and increasing fleet productivity. Well-maintained aircraft tend to have lower defect rates and longer service lives. Technical control supports managers in strategic decision-making. With accurate data on aircraft maintenance history and performance, managers can plan investments, replacements, or improvements with greater technical support.

Keywords: Aviation. Maintenance. Records. Flight Safety and CT

1. INTRODUÇÃO

A aviação contemporânea é reconhecida como um dos meios de transporte mais seguros e eficientes do mundo, resultado de décadas de aperfeiçoamento tecnológico e da aplicação rigorosa de padrões normativos internacionais. Esse nível de confiabilidade não é alcançado apenas pela sofisticação das aeronaves, mas, sobretudo, pela existência de sistemas organizados de controle técnico e de manutenção, que asseguram que todos os componentes aeronáuticos operem em conformidade com os parâmetros estabelecidos por fabricantes e órgãos reguladores. De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a manutenção aeronáutica constitui um dos pilares fundamentais para a garantia da segurança operacional e para a prevenção de acidentes e incidentes aéreos.

Nesse contexto, o controle técnico de manutenção ocupa uma posição estratégica, visto que envolve não apenas o cumprimento de programas obrigatórios de inspeção e revisão, mas também o monitoramento contínuo do desempenho e da integridade estrutural das aeronaves. A confiabilidade dos sistemas, a eficiência das operações e, principalmente, a segurança de voo estão diretamente relacionadas à qualidade e ao rigor com que as atividades de manutenção são planejadas, executadas e documentadas. Assim, a sistematização desses processos contribui para a mitigação de riscos, a redução de custos operacionais e a otimização da disponibilidade das frotas.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a importância do controle técnico de manutenção na aviação, destacando sua relevância na prevenção de falhas, na mitigação de riscos e na garantia da segurança operacional. Para tanto, serão discutidos os fundamentos técnicos e normativos que orientam as organizações de manutenção aeronáutica (OMA), os sistemas informatizados de registro e monitoramento de dados, bem como o papel desempenhado pelos profissionais especializados que atuam nesse setor.

A relevância da pesquisa reside no fato de que a aviação civil, diante de um ambiente de constante evolução tecnológica e de exigências regulatórias cada vez mais rigorosas, demanda padrões elevados de segurança. Esse cenário impõe a necessidade de atualização contínua das práticas de manutenção e da adoção de tecnologias capazes de antecipar falhas e otimizar processos. Portanto, compreender o funcionamento e a importância do controle técnico de manutenção não se restringe a uma perspectiva operacional, mas se constitui em um.

Nas seções a seguir, será apresentada uma análise da evolução das aeronaves e de suas filosofias de manutenção, além de uma avaliação do trabalho realizado pelo Controle Técnico de Manutenção (CTM) e das melhorias identificadas. Para subsidiar essa análise, foi realizada uma visita técnica, que possibilitou o aprofundamento das questões relacionadas aos procedimentos de manutenção das aeronaves abordadas ao longo deste estudo.

2. Evolução do avião e das manutenções

O sonho de voar acompanha a humanidade desde a Antiguidade, sendo retratado em mitos, como a lenda de Ícaro, e em estudos de inventores e cientistas que buscavam compreender a aerodinâmica e os princípios do voo. No entanto, foi apenas no início do século XX que esse desejo se materializou de forma concreta. Em 23 de outubro de 1906, o brasileiro Alberto Santos Dumont realizou, em Paris, o voo do 14-Bis, considerado o primeiro voo homologado por uma entidade oficial. O feito foi reconhecido pela Federação Aeronáutica Internacional (FAI), diferenciando-se de experiências anteriores por ocorrer em espaço público, diante de testemunhas e sem o auxílio de dispositivos externos para a decolagem (FEDERAÇÃO AERONÁUTICA INTERNACIONAL, 2024).

O desenvolvimento da aviação ao longo do século XX esteve diretamente relacionado às necessidades impostas pelos grandes conflitos mundiais. Na Primeira Guerra Mundial (1914–1918), as aeronaves ainda eram frágeis, fabricadas em madeira e tecido, utilizadas principalmente em missões de reconhecimento. A manutenção, nesse contexto, tinha caráter essencialmente corretivo: os mecânicos trabalhavam em condições improvisadas, muitas vezes em campo de batalha, recuperando rapidamente danos estruturais e substituindo peças de forma artesanal, com recursos limitados. As falhas eram frequentes e o tempo de vida útil de um avião era extremamente curto, o que evidenciava a necessidade de avanços técnicos e de um sistema de suporte mais organizado (Renouard, 2014).

Na Segunda Guerra Mundial (1939–1945), a situação foi diferente. O crescimento exponencial da frota, a diversidade de modelos empregados e a intensidade das operações aéreas exigiram a criação de estruturas de manutenção padronizadas e escaláveis. Oficinas móveis, conhecidas como hangares de campanha, foram desenvolvidas para atender aeronaves em diferentes frentes de combate. Além disso, consolidou-se o conceito de manutenção preventiva e preditiva, com inspeções regulares, substituição programada de

componentes e registro sistemático de dados técnicos. Outro avanço significativo foi a padronização de peças: antes das guerras, muitas aeronaves tinham componentes exclusivos, o que dificultava reparos rápidos; durante os conflitos, a indústria passou a produzir peças intercambiáveis, permitindo trocas ágeis e reduzindo o tempo de inatividade das aeronaves. Esse modelo de gestão da manutenção tornou-se referência para o setor civil no pós-guerra (BOYNE, 2006; UNITED STATES AIR FORCE, 1995).

No Brasil, o impacto dessas transformações foi sentido tanto na aviação militar quanto na civil. Com a criação da Força Aérea Brasileira (FAB) em 1941, o país passou a investir em treinamento técnico de mecânicos e engenheiros, além de estabelecer oficinas e centros de manutenção em bases aéreas estratégicas. Após a guerra, esses conhecimentos foram incorporados pela aviação civil, fortalecendo empresas nacionais como a VARIG, que se destacou não apenas pela operação de voos pioneiros, mas também pela criação de centros de manutenção próprios, capazes de atender sua frota e até prestar serviços a outras companhias.

Essas iniciativas contribuíram para consolidar uma cultura de manutenção mais estruturada, tecnicamente orientada e alinhada aos padrões internacionais de segurança. Assim, o período pós-guerra marcou o início de uma fase de profissionalização e modernização da manutenção aeronáutica no Brasil, estabelecendo as bases para o desenvolvimento dos regulamentos técnicos, das práticas padronizadas e dos sistemas de controle que hoje fundamentam a aviação civil contemporânea.

2.1 A filosofia da manutenção de aeronaves

Segundo Aluizio Weber (2021), em *A Evolução da Filosofia da Manutenção de Aeronaves*, a manutenção aeronáutica não deve ser entendida apenas como um conjunto de atividades corretivas ou de reparo imediato, mas como um componente essencial para a eficiência operacional das companhias aéreas e, sobretudo, para a preservação da segurança de voo. Ao longo da história da aviação, a filosofia de manutenção passou por profundas transformações, acompanhando tanto os avanços tecnológicos quanto a crescente complexidade das operações aéreas (Weber, 2021)

Em seus primórdios, até a primeira metade do século XX, a manutenção possuía caráter essencialmente corretivo. Nessa fase, predominava a prática de reparar falhas apenas após sua ocorrência, sem qualquer planejamento prévio ou antecipação de problemas. Essa lógica, embora funcional em um período em que as aeronaves eram mais

simples e as operações menos intensas, tornava o processo extremamente arriscado e oneroso, uma vez que uma falha ocorrida em voo poderia comprometer não apenas a missão, mas também a segurança da tripulação e dos passageiros (Weber, 2021).

Com a expansão da aviação, sobretudo a partir da Segunda Guerra Mundial e da consolidação da aviação comercial, tornou-se evidente a necessidade de uma abordagem mais sistemática. Foi nesse contexto que se incorporaram práticas de manutenção preventiva e preditiva, as quais passaram a incluir inspeções programadas em intervalos definidos, a substituição periódica de componentes e o monitoramento do desgaste das peças com base em dados técnicos (Weber, 2021). Essa mudança representou um marco importante, pois permitiu reduzir a frequência de falhas inesperadas, aumentar a confiabilidade das aeronaves e dar maior previsibilidade ao planejamento das companhias aéreas.

Na contemporaneidade, a filosofia da manutenção passou a ser orientada pela confiabilidade. Esse novo paradigma trouxe a aplicação de métodos baseados em análise de risco, que procuram identificar, antecipadamente, os pontos críticos de uma aeronave e estabelecer ações específicas para garantir que sua falha não comprometa a operação (Weber, 2021). A modularização dos componentes, por meio das chamadas *Line Replaceable Units* (LRUs) e *Shop Replaceable Units* (SRUs), possibilitou a substituição rápida de partes defeituosas, minimizando o tempo de aeronaves em solo (*aircraft on ground*) e assegurando maior disponibilidade operacional. Além disso, a incorporação de sistemas redundantes, a utilização de listas mínimas de equipamentos (*Minimum Equipment List – MEL*) e o avanço de tecnologias de monitoramento em tempo real reforçaram a capacidade das companhias aéreas de manterem níveis elevados de segurança e eficiência (Weber, 2021).

Dessa forma, a filosofia de manutenção atual busca não apenas prolongar a vida útil das aeronaves, mas também otimizar o uso de recursos financeiros e humanos, reduzir os períodos de indisponibilidade e assegurar a máxima confiabilidade das operações (Weber, 2021). Trata-se de uma concepção madura, que reflete o desenvolvimento tecnológico e a crescente regulação do setor, mas também a consciência de que a segurança aérea depende diretamente da qualidade e da robustez dos processos de manutenção.

Esse amadurecimento levou naturalmente à necessidade de padronização de procedimentos e de supervisão por órgãos reguladores, uma vez que a complexidade crescente da aviação exigia normas claras para garantir a uniformidade e a conformidade das práticas de manutenção. No Brasil, essa regulação foi consolidada principalmente por

meio dos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC), editados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Entre eles, destacam-se o RBAC 43, que estabelece regras para a execução e registro de manutenção, e o RBAC 145, que regulamenta as organizações responsáveis por tais serviços (ANAC, 2018). Esses regulamentos não apenas traduzem os princípios da filosofia contemporânea da manutenção, mas também garantem que sua aplicação esteja alinhada com padrões internacionais de segurança e qualidade, criando um elo direto entre a evolução histórica do setor e a realidade normativa atual (Weber, 2021; OACI, 2010).

3. OS REGULAMENTOS APLICADOS NA MANUTENÇÃO DE AERONAVES

3.1 RBAC 43 - Manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração

O RBAC 43 regula diretamente a manutenção, reconstrução, alteração e inspeção de aeronaves certificadas para operar sob normas brasileiras de aeronavegabilidade. Esse regulamento é aplicável a aeronaves, motores, hélices, acessórios e componentes que possuam certificado de tipo, excluindo, entretanto, aeronaves experimentais e aerodesportivas, que são destinadas a fins recreativos e não comerciais (ANAC, 2023).

Um ponto central do RBAC 43 é a definição de responsabilidades quanto à execução da manutenção, restringindo-a a profissionais ou organizações certificadas. Ademais, o regulamento estabelece critérios para o controle de peças e componentes sujeitos a limites de vida útil, como previsto na seção 43.10. Nessa perspectiva, cada item deve ser rastreado por número de série e documentação comprobatória, garantindo que substituições sejam realizadas dentro dos prazos técnicos estipulados, o que fortalece a confiabilidade do processo e a segurança de voo (ANAC, 2023).

3.2 RBAC 145 – Certificação e operação de organizações de manutenção de produtos aeronáuticos

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 145 (RBAC 145), estabelecido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), tem como objetivo principal definir os critérios de certificação e operação das Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico (OMA). Esse regulamento especifica como tais empresas devem estruturar-se e manter processos padronizados, assegurando a conformidade com normas técnicas nacionais e internacionais (ANAC, 2023).

No contexto brasileiro, a manutenção aeronáutica pode ser realizada por duas vias distintas. A primeira refere-se às próprias empresas operadoras da aeronave, como companhias aéreas, que realizam seus serviços de manutenção internamente, desde que atendam às exigências técnicas estabelecidas pela ANAC, em especial aquelas previstas no RBAC 121. Já a segunda opção é a contratação de oficinas de manutenção certificadas, modelo comumente adotado por operadores da aviação executiva, que devem atuar em conformidade com os requisitos do RBAC 145 (ANAC, 2023).

Além de normatizar aspectos estruturais e organizacionais, o RBAC 145 também abrange a execução de diferentes atividades de manutenção, incluindo inspeções preventivas, reconstruções, modificações e substituições de partes críticas, conforme diretrizes igualmente previstas no RBAC 43. Assim, o regulamento garante que tais intervenções sejam conduzidas de forma controlada, documentada e segura (ANAC, 2023).

Embora o RBAC 145 estabeleça padrões claros para a certificação e funcionamento das organizações de manutenção aeronáutica, sua efetiva aplicação depende diretamente da eficiência do Controle Técnico de Manutenção (CTM).

Esse sistema é o responsável por transformar os requisitos normativos em registros organizados e rastreáveis, garantindo que cada inspeção, substituição ou modificação esteja documentada e em conformidade com a legislação vigente. No entanto, a integração entre a prática operacional e as exigências regulatórias ainda enfrenta desafios, sobretudo no que se refere à atualização constante da biblioteca técnica, ao gerenciamento do ciclo de vida de componentes e à capacitação de profissionais para operar softwares especializados de controle. Como observa Marcuzzo (2008), falhas nesses processos podem comprometer a confiabilidade do sistema e até gerar riscos à segurança de voo.

Nesse sentido, o CTM assume papel duplo: ao mesmo tempo em que é requisito de conformidade normativa, também representa uma ferramenta estratégica de gestão, cuja eficácia depende da capacidade da organização em alinhar rigor técnico, recursos tecnológicos e formação continuada de seus profissionais (ANAC, 2023; Burda Filho, 2011).

3.3 Controle técnico de manutenção (CTM)

A crescente complexidade tecnológica das aeronaves modernas, associada ao aumento expressivo do número de operadores e companhias aéreas em atuação, tornou indispensável o desenvolvimento de métodos mais eficientes de controle e registro das atividades de manutenção. Nesse cenário, surge o Controle Técnico de Manutenção (CTM)

como uma ferramenta essencial, cuja função primordial consiste em manter atualizado todo o histórico de intervenções realizadas em aeronaves. Essa prática assegura não apenas a rastreabilidade dos serviços executados, como também a conformidade com os programas de manutenção preventiva estabelecidos pelos fabricantes e regulamentados pelas autoridades aeronáuticas competentes (LIMA, 2015).

Segundo Marcuzzo (2008), o CTM atua como um sistema organizador das informações referentes a cada aeronave, contemplando desde a substituição de peças e componentes até o registro das horas de voo acumuladas, ciclos de pouso e prazos para inspeções futuras. A partir desse conjunto de dados, é possível elaborar um calendário de manutenção detalhado, permitindo que o operador antecipe necessidades técnicas, organize melhor sua frota e evite falhas inesperadas durante a operação. Assim, o CTM não apenas centraliza e disponibiliza informações, mas transforma-as em indicadores estratégicos de tomada de decisão. Todavia, qualquer inconsistência ou falha nesses registros pode comprometer de maneira significativa a segurança de voo, além de gerar elevados custos operacionais decorrentes de atrasos, retrabalhos ou substituições desnecessárias.

Burda Filho (2011) complementa essa perspectiva ao destacar que o CTM deve englobar múltiplos aspectos do gerenciamento da manutenção, como a definição da periodicidade das inspeções, o acompanhamento do ciclo de vida de componentes críticos, a aplicação de boletins de serviço emitidos pelos fabricantes, a observância de diretrizes de aeronavegabilidade e o controle rigoroso da documentação técnica. Esse conjunto de atividades exige não apenas organização, mas também precisão e confiabilidade. Nesse sentido, a informatização do processo trouxe avanços expressivos para o setor: enquanto no passado os registros eram realizados manualmente, muitas vezes suscetíveis a erros humanos ou perdas de informação, atualmente softwares especializados permitem maior precisão, rapidez e eficiência no acompanhamento dos dados.

Para Fraga (2014), o Controle Técnico de Manutenção não se restringe a uma obrigação regulatória imposta por órgãos de aviação civil, mas deve ser compreendido como um instrumento estratégico de gestão. Sua aplicação é indispensável tanto para operadores que desejam garantir a aeronavegabilidade de suas frotas quanto para empresas de manutenção que almejam assegurar elevados padrões de qualidade e confiabilidade. Mais do que um mecanismo de registro, o CTM contribui simultaneamente para a segurança operacional, por meio da prevenção de falhas, e para a redução de custos, ao evitar gastos decorrentes de panes não planejadas ou substituições prematuras de componentes. Desse modo, a correta utilização do CTM revela-se um diferencial

competitivo no setor aeronáutico, representando a integração entre tecnologia, segurança e eficiência econômica.

Dessa maneira, observa-se que o Controle Técnico de Manutenção (CTM) transcende a simples execução de registros operacionais, constituindo-se como um sistema estruturado de gestão da informação técnica. Sua eficácia está intrinsecamente relacionada à padronização e à confiabilidade dos documentos que registram cada etapa do processo de manutenção, desde o recebimento do componente até sua liberação para o serviço. Nesse sentido, a documentação técnica assume papel central na materialização do CTM, pois traduz, de forma objetiva e verificável, as práticas de controle, inspeção e conformidade exigidas pelas autoridades aeronáuticas (Fraga, 2014).

Assim, o exame detalhado dos instrumentos documentais utilizados como o Check List de Recebimento, a Ordem de Serviço e o Hartzell Document Cross Reference Search permite compreender como o controle técnico se operacionaliza na rotina das oficinas, assegurando a rastreabilidade, a integridade dos dados e a conformidade normativa (Fraga, 2014)..

4. ESTUDO DE CASO VISITA TÉCNICA

A visita técnica realizada às instalações da Right Aviation constituiu uma etapa fundamental para a compreensão prática dos procedimentos que envolvem o Controle Técnico de Manutenção (CTM). A observação direta das atividades permitiu analisar, de maneira concreta, como a gestão documental é estruturada e executada com rigor, assegurando a precisão e a confiabilidade das informações registradas. Durante a vivência, foi possível identificar que todo o fluxo sistêmico segue padrões operacionais criteriosos, alinhados às normas regulamentadoras do setor aeronáutico. Essa aproximação com a rotina profissional evidenciou a importância do CTM para a segurança operacional e para a rastreabilidade dos componentes aeronáuticos, reforçando a relevância da organização e do controle nos processos de manutenção. Assim, a visita contribuiu de forma significativa para ampliar a compreensão acerca da responsabilidade técnica inerente a esse tipo de operação, constituindo uma base sólida para as análises apresentadas ao longo deste capítulo.

A partir dessa experiência prática e do contato direto com os procedimentos internos da empresa, tornou-se possível compreender com maior clareza como a documentação técnica sustenta todo o processo de manutenção. Nesse contexto, o processo físico de manutenção da hélice, conforme documentado nos três instrumentos analisados,

organiza-se em um fluxo lógico e complementar que garante rastreabilidade, controle técnico e conformidade normativa. O primeiro documento, o *Check List* de Recebimento de Componentes na Oficina, funciona como ponto inicial de verificação e controle de integridade do componente antes de qualquer intervenção. Nele são registradas informações administrativas como prefixo, data de entrada, responsável pelo envio e cliente e operacionais, tais como modelo, número de série e tipo de serviço proposto.

Mais que um inventário, o check list atua como mecanismo de mitigação de riscos: avalia a qualidade da embalagem, a presença de documentação de bordo (por exemplo, cadernetas e o Form 8130-3), se o componente foi recebido montado ou desmontado, e condições que podem comprometer a identificação de danos preexistentes. Do ponto de vista metodológico essa etapa é crítica, pois estabelece a linha base para a avaliação subsequente qualquer dano não registrado no recebimento pode ser atribuído indevidamente ao processo de oficina caso surjam divergências posteriores.

Em termos práticos, o check list demonstra preocupação com cadeias de custódia e evidência documental, porém o formulário poderia ser tecnicamente enriquecido incluindo campos para: identificação do responsável pela conferência (com matrícula ou registro), registro fotográfico obrigatório do estado à chegada, campo para verificação de lacres ou etiquetas de transporte e indicação clara de procedimentos quando documentação obrigatória estiver ausente (por exemplo, ações para obtenção do Form 8130-3 ou registro de não conformidade com foto e assinatura). Essas adições fortalecem a rastreabilidade em auditorias e em casos de reclamações de garantia. (Documento: Check List de Recebimento).

Após a etapa de recebimento, a Ordem de Serviço (OS) formaliza o escopo técnico e operacional a ser executado. Analisando sua estrutura, observa-se que a OS contém identificação do componente (fabricante, P/N, S/N), datas de entrada e saída previstas e uma lista sequencial de operações desde revisão, desmontagem, limpeza química e mecânica, inspeções visuais e dimensionais, ensaios não destrutivos (LP/PM/EC), retrabalhos, rolamento a frio e tratamentos superficiais (banho de cádmio, alodine), até pintura, montagem, lubrificação, balanceamento e testes em bancada.

Essa listagem revela um procedimento integrado que contempla tanto a avaliação quanto a restauração e validação do desempenho da hélice. Tecnicamente, a OS é adequada por permitir a assinatura do mecânico executante e do inspetor de manutenção para cada item, favorecendo responsabilidade técnica item a item; entretanto, a versão analisada poderia ser aperfeiçoada em vários pontos: incluir campos para referências técnicas

específicas (ex.: indicar manual e parágrafo consultado para cada procedimento), registrar instrumentos e calibrações utilizados (números de patrimônio e último controle metrológico), especificar critérios de aceite quantitativos (tolerâncias dimensionais, valores de rugosidade, limites de aceleração/vibração em testes), e demandar anexação de relatórios de ensaios não destrutivos com laudo técnico assinado por operador qualificado.

A ausência desses detalhes reduz o potencial probatório da OS diante de uma auditoria técnica ou investigação pós-ocorrência, onde será necessário demonstrar que procedimentos padronizados e instrumentos confiáveis foram utilizados. Além disso, recomenda-se que a OS remete explicitamente a Service Bulletins ou ADs aplicáveis consultados durante a intervenção, para evidenciar a conformidade normativa e a tomada de decisão técnica. (Documento: Ordem de Serviço).

Complementarmente, o Hartzell Document Cross Reference Search atua como fonte normativa e bibliográfica: é o instrumento que relaciona manuais de revisão (overhaul manuals), manuais do proprietário, Service Bulletins, Service Letters, Service Instructions e Airworthiness Directives aplicáveis ao modelo HC-B3TN-3. A utilidade prática desse documento é dupla: primeiro, orienta quais procedimentos e limites são mandatórios ou recomendados pelo fabricante; segundo, permite identificar requisitos adicionais de aeronavegabilidade emitidos por autoridades (por exemplo, ADs) que podem transformar uma ação em obrigação legal.

A partir dessa referência, a oficina deve extrair procedimentos e critérios, por exemplo, inspeções repetitivas de determinados itens, substituição de componentes por lote, ou limites de vida. Minha análise indica que a simples posse do cross reference não substitui a incorporação ativa dessas normas à OS e aos laudos de NDT; portanto, é imprescindível que a oficina documente quais SBs/ADs foram avaliados e quais medidas foram aplicadas ou justificadas. Em termos de gestão do conhecimento, seria recomendável manter um anexo na OS com a listagem dos documentos Hartzell consultados, com data de extração, versão/ revisão e observação sobre exigência ativa (obrigatória, recomendada, informativa). Isso torna explícita a aderência técnica e legal do serviço. (Documento: Hartzell Document Cross Reference Search).

Do ponto de vista de segurança do trabalho e integridade técnica, o fluxo apresentado pelos documentos demonstra boa cobertura das etapas essenciais recebimento, diagnóstico, execução e validação mas deixa margem para fortalecer controles que assegurem evidências técnicas robustas: relatórios de NDT com assinaturas e certificados dos operadores, registros de calibração dos instrumentos usados, fotos de antes/depois

vinculadas à OS, e um sumário técnico final atrelado à OS que sintetize medições críticas, leituras de balanceamento e resultados de bancada. Além disso, recomenda-se adotar procedimentos digitais de assinatura e armazenamento em servidor seguro, com backups e controle de versão, facilitando buscas e preservando a integridade da informação ao longo do tempo.

4.1 Diretrizes da FAA (Airworthiness Directives – ADs)

As Airworthiness Directives (ADs), emitidas pela *Federal Aviation Administration* (FAA), constituem instrumentos legais de cumprimento obrigatório que visam corrigir condições inseguras em produtos aeronáuticos, incluindo aeronaves, motores, hélices e seus componentes. Essas diretrizes são elaboradas a partir da constatação, por meio de investigações técnicas ou relatórios de falhas em serviço, de que um produto apresenta risco potencial à segurança operacional. Cada AD estabelece medidas preventivas ou corretivas que devem ser cumpridas por operadores, proprietários e oficinas certificadas, de forma a restabelecer a aeronavegabilidade e garantir a integridade estrutural do componente.

As ADs possuem estrutura padronizada, contendo informações como a identificação e aplicabilidade (modelos e números de série afetados), o motivo da emissão (condição insegura identificada), as ações exigidas (inspeções, reparos, substituições ou limitações de operação), o prazo de cumprimento (*compliance time*) e as referências técnicas necessárias para a execução dos procedimentos. Além das diretrizes emitidas pela FAA, no Brasil a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estabelece complementos regulatórios por meio de documentos como a Instrução Suplementar IS 39001, que orienta operadores e organizações de manutenção sobre a correta interpretação e aplicação das diretivas de aeronavegabilidade.

É por meio dessa estrutura organizacional e normativa que FAA e ANAC asseguram que todas as entidades envolvidas no processo de manutenção compreendam as obrigações específicas, bem como os métodos aceitos para a correção das falhas identificadas.

No contexto das hélices Hartzell, objeto deste estudo, destacam-se diretrizes que abordam aspectos críticos da montagem e inspeção dos parafusos de fixação, da verificação dimensional e da integridade estrutural das pás. Um exemplo é a AD 2005-14-12, que determina a realização de inspeções visuais e verificações de torque em

determinados lotes do parafuso de fixação P/N B-3339, bem como a substituição das peças que apresentem desgaste ou defeito de fabricação. Essa medida foi motivada pela constatação de que alguns parafusos não suportavam adequadamente o torque de instalação, podendo causar desprendimento da hélice e perda de controle da aeronave. Outra diretriz relevante é a AD 2006-24-07, que impõe inspeções rigorosas em hélices e componentes críticos revisados por oficinas terceirizadas que falharam em seguir corretamente os procedimentos do fabricante. Tal situação demonstra que as ADs não apenas tratam de defeitos materiais, mas também de falhas processuais que possam comprometer a segurança do voo.

A aplicação prática dessas diretrizes na rotina de manutenção exige procedimentos rigorosos de controle documental e técnico. A oficina deve, primeiramente, verificar a aplicabilidade da AD ao componente recebido, comparando os números de série e part numbers com as informações descritas no texto oficial da diretriz. Em seguida, é preciso registrar o prazo de conformidade e assegurar que as ações exigidas sejam executadas dentro do período estipulado. Todas as atividades realizadas devem ser documentadas na Ordem de Serviço, acompanhadas de relatórios técnicos, registros de medições, certificados de calibração e assinaturas dos profissionais responsáveis. Essa documentação constitui a evidência formal de que a AD foi cumprida corretamente, evitando sanções administrativas e garantindo a rastreabilidade do processo.

É importante ressaltar que, embora as Service Bulletins (SBs) emitidas pelos fabricantes tenham caráter inicialmente recomendatório, passam a ter força obrigatória quando incorporadas a uma AD. Isso significa que o não cumprimento de um SB referenciado por uma AD implica o descumprimento da própria diretriz. No caso das hélices Hartzell, muitos dos *Service Bulletins* relacionados tratam de inspeções de rolamentos, substituição de componentes por novos lotes e procedimentos de balanceamento, todos voltados à prevenção de falhas estruturais. Assim, a oficina deve manter um controle atualizado sobre as versões e revisões desses boletins, garantindo que o procedimento executado esteja em conformidade com a última atualização aprovada pela FAA.

O não cumprimento das ADs implica riscos de ordem técnica, operacional e legal. Do ponto de vista técnico, a ausência de execução das ações corretivas pode resultar em falhas catastróficas, como a ruptura de pás ou desprendimento da hélice. Operacionalmente, impede a liberação do componente para voo, uma vez que a aeronave é considerada não aeronavegável até que a conformidade seja comprovada. Juridicamente,

configura infração às normas de aeronavegabilidade, sujeitando o operador ou a oficina a penalidades administrativas e à perda de certificação. Por essa razão, o cumprimento e o registro formal das ADs representam uma das etapas mais importantes na manutenção aeronáutica.

A análise das diretrizes da FAA também revela o papel fundamental da rastreabilidade e da documentação técnica no contexto da segurança de voo. Cada AD reflete um aprendizado obtido a partir de falhas reais e evidencia a necessidade de um sistema de controle de manutenção robusto, capaz de registrar cada inspeção e cada peça substituída. No caso da hélice Hartzell, a existência de múltiplas ADs aplicáveis demonstra a complexidade do componente e a importância de seguir fielmente as instruções do fabricante. Assim, o alinhamento entre os documentos técnicos como o *Hartzell Document Cross Reference Search*, a Ordem de Serviço e o Check List de Recebimento garante que todas as obrigações regulatórias sejam devidamente observadas, prevenindo incidentes e assegurando a confiabilidade operacional.

Dessa forma, as Airworthiness Directives da FAA representam o elo entre a regulação e a prática técnica, transformando a experiência acumulada da aviação mundial em padrões obrigatórios de segurança. A correta interpretação e aplicação dessas diretrizes pela oficina responsável pela manutenção da hélice Hartzell são essenciais para garantir que o produto retorne ao serviço em conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade e com os princípios de segurança de voo definidos internacionalmente pela autoridade norte-americana.

4.2 Registros e Manutenção (SRM)

Após a conclusão dos procedimentos técnicos e das inspeções previstas na Ordem de Serviço, o Setor de Registros e Manutenção (SRM) é responsável pela emissão dos documentos oficiais que atestam o cumprimento das exigências legais e normativas, autorizando a hélice a retornar ao serviço. Essa etapa representa o encerramento formal do processo de manutenção, funcionando como elo entre o trabalho técnico executado e a comprovação documental exigida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Os principais instrumentos utilizados nessa fase são a Ficha de Cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade (FCDA), o Certificado de Liberação Autorizada (SEGVOO) e a Etiqueta de Aprovação de Aeronavegabilidade, cada um com funções complementares e imprescindíveis para garantir a rastreabilidade e a segurança do componente liberado.

A Ficha de Cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade (FCDA), padronizada sob o código F-145-11, registra de forma detalhada a análise de todas as Airworthiness Directives (ADs) e Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA) aplicáveis ao componente. Seu objetivo é demonstrar, de maneira formal e rastreável, que todas as determinações emitidas pela FAA ou pela ANAC foram verificadas e devidamente cumpridas ou consideradas não aplicáveis ao modelo, número de série e lote da hélice em revisão. No documento analisado, a FCDA indica que diversas ADs como as de números 70-05-06, 72-08-04, 74-14-01, 86-05-12, 96-18-14, 2003-04-23 e 2006-24-07 foram avaliadas e declaradas não aplicáveis ao modelo Hartzell HC-B3TN-3D, com justificativas técnicas fundamentadas em critérios de fabricação, número de série ou histórico de manutenção. Essa análise sistemática é essencial, pois comprova que o produto foi submetido à triagem normativa completa antes da liberação, garantindo que nenhuma diretriz obrigatória foi negligenciada (RUNWAY AVIATION BRASIL, 2025a).

Além disso, a FCDA documenta os dados de tempo desde novo (*Time Since New – TSN*), tempo desde revisão (*Time Since Overhaul – TSO*), data da execução, licenças dos responsáveis técnicos e códigos de certificação ANAC, reforçando a responsabilidade técnica e legal dos profissionais envolvidos. Essa rastreabilidade assegura que, em eventuais auditorias ou investigações, seja possível comprovar a conformidade da manutenção com as normas de aeronavegabilidade vigentes. A análise do documento evidencia maturidade procedimental e aderência às boas práticas de manutenção aeronáutica, em especial àquelas definidas pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 145, que exige controle documental detalhado de todas as ações executadas em oficinas homologadas.

Em complemento à FCDA, o Certificado de Liberação Autorizada – SEGVOO (Formulário F-100-01), equivalente nacional do Form 8130-3 norte-americano, é o documento que formaliza a aprovação da hélice para retorno ao serviço. Emitido pela oficina certificada RUNWAY AVIATION BRASIL, o certificado confirma que a revisão foi realizada de acordo com os procedimentos e especificações dos manuais do fabricante entre eles os manuais 118F Rev. 40, 133C Rev. 48 e 159 Rev. 93 e em conformidade com o RBAC 43.9, norma que regulamenta o retorno ao serviço de componentes aeronáuticos no Brasil (RUNWAY AVIATION BRASIL, 2025b).

No campo de observações, o SEGVOO detalha todas as etapas executadas: revisão geral, ensaios não destrutivos (líquido penetrante, partículas magnéticas e corrente parasita), rolamento a frio, inspeção óptica, shot peening, lubrificação, balanceamento

estático e testes em bancada. O documento também especifica o histórico técnico da hélice, registrando o tempo total de serviço (1.734,3 horas), o tempo desde revisão (0,0 horas) e o limite de revisão periódica (TBO) de 3.000 horas ou 36 meses, conforme o *Service Letter* HC-SL-61-61Y Rev. 16 do fabricante.

Esse detalhamento tem função probatória e técnica: assegura que o trabalho executado seguiu dados de projeto aprovados, que a hélice se encontra em condição segura de operação e que não existem diretrizes pendentes de cumprimento, conforme comprovado pela FCDA anexa. O SEGVOO também explicita que sua emissão não autoriza automaticamente a instalação da peça, cabendo ao operador ou instalador confirmar a elegibilidade do componente junto à autoridade aeronáutica de seu país. Tal observação, alinhada às práticas internacionais da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), evita o uso indevido de componentes em aeronaves não compatíveis e reforça o princípio da responsabilidade compartilhada entre oficina e operador.

Por fim, a Etiqueta de Aprovação de Aeronavegabilidade funciona como o elemento de identificação física da conformidade técnica. Fixada diretamente no componente após a revisão, a etiqueta consolida as principais informações contidas nos documentos anteriores, tais como o modelo da hélice, número de série, tempos de operação, serviços realizados e manuais de referência utilizados. O texto da etiqueta analisada informa que a hélice Hartzell HC-B3TN-3D, S/N BUA-XXXX, foi submetida a revisão completa, incluindo desmontagem, inspeção visual e dimensional, testes não destrutivos, shot peening, lubrificação e balanceamento estático, estando em plenas condições de aeronavegabilidade (RUNWAY AVIATION BRASIL, 2025c).

A etiqueta também orienta que, após a instalação da hélice na aeronave, deve ser realizado um complemento de graxa Nyco GN3058 entre uma e duas horas de funcionamento, em conformidade com os manuais técnicos. Esse tipo de observação demonstra o compromisso com o seguimento de procedimentos pós-manutenção, reforçando a cultura de segurança operacional. Além disso, a etiqueta especifica que a oficina não foi responsável pela remoção ou instalação da hélice, deixando clara a delimitação de responsabilidade entre os agentes envolvidos, um aspecto fundamental em termos legais e técnicos.

A análise conjunta da FCDA, do SEGVOO e da Etiqueta de Aeronavegabilidade evidencia um sistema documental integrado que garante a rastreabilidade completa do processo de manutenção. Cada documento cumpre uma função específica dentro da cadeia de liberação técnica: a FCDA assegura o cumprimento das diretrizes regulatórias, o

SEGVOO certifica a conformidade técnica com os manuais e regulamentos, e a etiqueta materializa fisicamente essa conformidade no componente. Esse conjunto demonstra a aplicação prática dos princípios de governança técnica, transparência operacional e segurança de voo exigidos pela ANAC, refletindo a maturidade organizacional da oficina e a aderência às melhores práticas da aviação civil internacional.

4.3 Instruções Suplementares IS 43.9-001B e IS 145.109-001C

A liberação de uma hélice após o processo de revisão e manutenção exige não apenas a execução técnica conforme os manuais do fabricante, mas também a elaboração e o controle rigoroso da documentação regulamentar que comprova a conformidade do serviço com as normas da autoridade aeronáutica. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), por meio das Instruções Suplementares (IS), estabelece orientações técnicas para a confecção e utilização de cada documento exigido nesse processo, a fim de garantir a rastreabilidade, a integridade e a segurança operacional dos componentes aeronáuticos.

A Instrução Suplementar IS 145.109-001 C, aprovada pela Portaria nº 1.967/SAR de 12 de junho de 2017, define os critérios para obtenção, atualização e controle das publicações técnicas utilizadas pelas organizações de manutenção certificadas segundo o RBAC 145. Essa IS tem como objetivo assegurar que as oficinas possuam acesso atualizado a todos os dados de aeronavegabilidade, manuais técnicos e diretrizes emitidas por autoridades aeronáuticas ou fabricantes, documentos indispensáveis para a execução correta das inspeções, reparos e liberações de serviço. Conforme a IS, cada Organização de Manutenção (OM) deve manter em seu sistema um conjunto atualizado de publicações técnicas, incluindo Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA), Instruções de Aeronavegabilidade Continuada (ICA), Manuais de Revisão Geral (OHM), Boletins de Serviço (SB), Cartas de Serviço (SL) e demais dados técnicos aprovados ou aceitos pela ANAC

Essas publicações formam a base técnica que fundamenta o trabalho de revisão da hélice, permitindo que cada etapa seja executada segundo parâmetros de projeto aprovados pelo fabricante e validados pela autoridade primária (no caso da Hartzell, a Federal Aviation Administration – FAA). Assim, a IS 145.109-001 C destaca que nenhuma oficina pode realizar manutenção ou alteração em componentes sem possuir acesso às publicações técnicas atualizadas e aplicáveis, sendo este um requisito essencial do RBAC 145.201. Além disso, determina que as oficinas devem descrever em seus Manuais de Controle da

Qualidade (MCQ) os procedimentos internos de obtenção, revisão e arquivamento dessas publicações, garantindo que os dados utilizados sejam sempre rastreáveis e correspondam à revisão vigente.

Com base nesse aparato normativo, o Setor de Registros e Manutenção (SRM) elabora três principais documentos para formalizar a conclusão e a liberação da hélice: a Ficha de Cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade (FCDA), o Certificado de Liberação Autorizada (SEGVOO) e a Etiqueta de Aeronavegabilidade. A função desses registros é demonstrar documentalmente o cumprimento integral das obrigações técnicas e legais exigidas para o retorno ao serviço.

O Certificado de Liberação Autorizada (SEGVOO) é regulamentado pela Instrução Suplementar IS 43.9-001B, aprovada pela Portaria nº 1.867/SAR, de 23 de julho de 2020. Essa instrução estabelece as orientações oficiais para o preenchimento e uso do formulário F-400-04 (SEGVOO 001), documento que registra e aprova o retorno ao serviço de produtos aeronáuticos, incluindo grandes reparos e revisões gerais. Segundo a IS 43.9-001B, o SEGVOO possui dupla finalidade: fornecer ao operador ou proprietário o registro formal de que o componente foi inspecionado e aprovado conforme os regulamentos, e fornecer à oficina executante a comprovação de que o serviço foi realizado segundo dados técnicos aprovados e normas aplicáveis.

O documento é composto por campos específicos que registram informações essenciais, como identificação do artigo revisado (modelo e número de série), dados do proprietário, identificação da oficina certificada, número de licença dos responsáveis técnicos e descrição detalhada dos serviços executados. Os campos finais contemplam a declaração de conformidade, na qual o técnico responsável atesta que a manutenção foi realizada em conformidade com os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBAC) e com os dados técnicos aprovados pela ANAC, e a aprovação para retorno ao serviço, assinada por profissional habilitado.

A IS 43.9-001B também ressalta que o SEGVOO substitui o antigo “formulário de grande reparo” e possui equivalência funcional ao Form 8130-3, utilizado pela FAA. Essa padronização facilita o reconhecimento internacional da documentação emitida no Brasil, promovendo interoperabilidade entre autoridades aeronáuticas. O formulário, segundo a norma, deve ser arquivado pelo executante por pelo menos cinco anos, servindo como evidência legal e técnica de que a manutenção foi conduzida e aprovada conforme as práticas regulamentares.

Em complemento ao SEGVOO, a Etiqueta de Aeronavegabilidade tem caráter operacional e visual: é fixada diretamente na hélice para indicar, de forma imediata e padronizada, que o componente passou por revisão e foi considerado aeronavegável. Essa etiqueta sintetiza as informações contidas no certificado — incluindo modelo, número de série, tempo desde revisão (TSO), data da execução, e referências normativas e manuais técnicos utilizados, funcionando como meio de rastreabilidade física e de verificação rápida em inspeções e auditorias.

Por fim, a Ficha de Cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade (FCDA) complementa o conjunto documental ao registrar a verificação detalhada de todas as Diretrizes de Aeronavegabilidade (AD/DA) aplicáveis ao componente. Ainda que não exista uma IS específica dedicada a esse formulário, sua confecção é respaldada pelos princípios da IS 145.109-001 C, que determina a obrigatoriedade de consulta, controle e atualização das publicações técnicas. A FCDA comprova que todas as diretrizes obrigatórias emitidas pela FAA e reconhecidas pela ANAC foram devidamente analisadas, cumpridas ou consideradas não aplicáveis, garantindo que o produto esteja em plena conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade antes de ser liberado para operação.

Assim, de acordo com as instruções suplementares analisadas, observa-se que cada documento FCDA, SEGVOO e Etiqueta de Aeronavegabilidade integra um sistema de certificação documental que assegura o cumprimento dos regulamentos RBAC 43 e 145. O SEGVOO formaliza o retorno ao serviço, a FCDA comprova a verificação das diretrizes obrigatórias e a etiqueta materializa fisicamente a aprovação. A IS 145.109-001 C e a IS 43.9-001B, portanto, funcionam como manuais interpretativos que orientam as oficinas sobre o uso correto e legal desses documentos, fortalecendo a cultura de segurança e rastreabilidade exigida na aviação civil brasileira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho permitiu constatar que o Controle Técnico de Manutenção (CTM) é um dos pilares fundamentais da segurança operacional na aviação civil. Longe de ser apenas uma exigência regulatória, o CTM configura-se como um sistema estratégico de gestão da informação técnica, capaz de integrar tecnologia, planejamento e controle em prol da confiabilidade e da eficiência das operações aéreas.

Observou-se que a efetividade do CTM depende da precisão dos registros e da rastreabilidade documental, elementos indispensáveis para comprovar a execução correta das atividades de manutenção e o cumprimento das normas estabelecidas por órgãos como a ANAC e a FAA. Nesse contexto, instrumentos como o *Check List de Recebimento*, a *Ordem de Serviço*, o *Hartzell Document Cross Reference Search* e os registros emitidos pelo *Setor de Registros e Manutenção (SRM)* — incluindo o *SEGVOO* e a *FCDA* — formam um conjunto documental que traduz, de forma prática, os princípios de conformidade, transparência e segurança exigidos pela aviação moderna.

Além disso, o estudo evidenciou que o CTM desempenha um papel essencial na tomada de decisões estratégicas, permitindo que gestores e operadores planejem intervenções preventivas, reduzam custos operacionais e evitem falhas não programadas. A correta aplicação das *Airworthiness Directives (ADs)* e das Instruções Suplementares da ANAC reforça a importância de uma cultura organizacional voltada à segurança e à melhoria contínua, em que cada etapa da manutenção é documentada, verificada e validada com base em padrões técnicos reconhecidos internacionalmente.

Portanto, conclui-se que o Controle Técnico de Manutenção é mais do que um requisito administrativo: trata-se de um instrumento de garantia da segurança de voo, da eficiência operacional e da credibilidade das organizações de manutenção aeronáutica. Sua adequada implementação representa a convergência entre conhecimento técnico, rigor normativo e responsabilidade profissional, fatores indispensáveis para a sustentabilidade e o desenvolvimento do setor aéreo brasileiro e global.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Instrução Suplementar IS 43.9-001B. Brasília: ANAC, 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Instrução Suplementar IS 145.109-001C. Brasília: ANAC, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 43. Brasília: ANAC, 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 145. Brasília: ANAC, 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 145: Organizações de Manutenção Aeronáutica. Brasília: ANAC, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 145: Organizações de Manutenção de Produtos Aeronáuticos. Brasília: ANAC, 2022.

BARROS, Henrique Lins de. *Santos Dumont e a invenção do avião*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

BOYNE, Walter J. *A aviação na Segunda Guerra Mundial*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2006.

BOYNE, Walter J. *The influence of air power upon history*. New York: Pelican Publishing, 2003.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. *Histórico*. Brasília: FAB, 2023. Disponível em: <https://www.fab.mil.br>. Acesso em: 7 set. 2025.

BURDA FILHO, José Carlos. *Gestão da manutenção aeronáutica*. Curitiba: InterSaberes, 2011.

FEDERAÇÃO AERONÁUTICA INTERNACIONAL (FAI). *Flight records and historical archives*. FAI, 2024.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). *Airworthiness Directive 2005-14-12*. Washington, D.C.: FAA, 2005.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). *Airworthiness Directive 2006-24-07*. Washington, D.C.: FAA, 2006.

FRAGA, Rodrigo C. *Controle técnico de manutenção aeronáutica*. São Paulo: Érica, 2014.

HIGHAM, Robin. *Air power: A concise history*. London: Macmillan, 1972.

HIGHAM, Robin. *Air power: A concise history*. London: Palgrave Macmillan, 2013.

KENNETT, Lee. *A history of strategic bombing*. New York: Scribner, 1982.

LIMA, José A. *História e evolução da aviação*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MARCUZZO, Adilio. *Controle técnico de manutenção aeronáutica: Aerobyte CTM*. Porto Alegre: Aerobyte, 2008.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). *Annex 6 – Operation of aircraft*. Montreal: ICAO, 2010.

RENOUARD, Jean-Jacques. *A aviação na Primeira Guerra Mundial*. São Paulo: Contexto, 2014.

RUNWAY AVIATION BRASIL. Certificado de Liberação Autorizada – SEGV00 (F-100-01). Goiânia: Runway Aviation, 2025b.

RUNWAY AVIATION BRASIL. Etiqueta de Aprovação de Aeronavegabilidade. Goiânia: Runway Aviation, 2025c.

RUNWAY AVIATION BRASIL. Ficha de Cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade – FCDA. Goiânia: Runway Aviation, 2025a.

SANTOS, Rafael; SILVA, Márcia. *História da aviação civil no Brasil*. São Paulo: Atlas, 2019. SANTOS DUMONT, Alberto. *O que eu vi, o que nós veremos*. Paris: Pierre Lafitte, 1910.

UNITED STATES AIR FORCE. *Maintenance Operations in World War II*. Washington, D.C.: USAF Historical Studies Office, 1995.

WEBER, Aluizio. *A evolução da filosofia da manutenção de aeronaves*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2021.