

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA

ANA CECILIA DE OLIVEIRA BORSATO

ANÁLISE COMPARATIVA DE NORMAS DE
AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA

São João da Boa Vista

2022

Ana Cecilia de Oliveira Borsato

**ANÁLISE COMPARATIVA DE NORMAS DE
AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Aeronáutica do Campus de São João da Boa Vista, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Aeronáutica .

Orientador: Prof^a Dra. Leandra Isabel de Abreu

São João da Boa Vista
2022

B738a

Borsato, Ana Cecilia de Oliveira

Análise comparativa de normas de aeronavegabilidade continuada /
Ana Cecilia de Oliveira Borsato. -- São João da Boa Vista, 2022

41 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Aeronáutica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Engenharia, São João da Boa Vista

Orientadora: Leandra Isabel de Abreu

1. Aeronáutica. 2. Certificação. 3. Direito aéreo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Engenharia, São João da Boa Vista. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AERONÁUTICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Análise Comparativa de Normas de Aeronavegabilidade Continuada

Aluno: Ana Cecília de Oliveira Borsato
Orientador: Prof.^a Dr.^a Leandra Isabel de Abreu

Banca Examinadora:

- Leandra Isabel de Abreu (Orientadora)
- Luiz Augusto Camargo Aranha Schiavo (Examinador)
- Vagner Candido de Souza (Examinador)

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no prontuário do aluno (Expediente nº 039/2021)

São João da Boa Vista, 20 de outubro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida que Ele me concedeu e por sempre estar no controle de tudo. Por sempre fazer abundantemente mais do que pedimos e pensamos.

Agradeço aos meus pais, Marcos e Cláudia, por sempre me incentivarem e acreditarem que eu sou capaz de superar os obstáculos que a vida me apresenta. Pelos ensinamentos e pelos exemplos que levo para minha vida. Obrigada pelo amor que vocês me dedicam.

Agradeço às minhas irmãs, Micheli e Ana Helena, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória. Por serem minha inspiração e por tornarem minha vida mais feliz.

Agradeço ao meu esposo, Matheus Borsato, pela compreensão, amor e carinho. Por me apoiar em minhas decisões e por estar presente nos desafios e vitórias. Por me proporcionar experiências únicas e maravilhosas, pelo suporte em todos os aspectos da minha vida. A você toda minha gratidão e amor.

Agradeço à minha grande amiga, Amanda Chenu, por todo companherismo, bondade e amparo durante toda essa jornada.

Agradeço à professora Rita Domingos por todo conhecimento, acolhimento, dedicação, paciência e incentivo ao longo de todo o curso.

Em especial, agradeço à professora Leandra Abreu, por sempre fazer muito além do que se espera dela, sempre ajudando a todos que passam pelo seu caminho.

*“Entrega o teu caminho a Deus; confia nEle, e Ele tudo fará.”
(Sl 37,5)*

RESUMO

O processo de certificação baseia-se na comprovação de que a aeronave atende requisitos de segurança, qualidade de produção, requisitos de manutenção e confiabilidade, requisitos esses que se encontra em normas reguladoras para o processo de certificação. Estas normas são impostas pelas entidades reguladoras da aviação, como a Agência Nacional de Aviação Civil. Para comprovar o cumprimento das normas a empresa proprietária da aeronave precisa realizar cálculos de desempenho, cálculos estruturais, cálculos de fatores de carga entre outros e posteriormente testes de voo e testes estruturais que comprovem a confiança estrutural e confirmem as análises de desempenho e parâmetros esperados de projeto. Mais importante do que a certificação de projeto e de produção, a certificação de aeronavegabilidade de uma aeronave garante seu funcionamento correto, assim como a segurança de pilotos e passageiros durante sua operação. Este trabalho tem como objetivo uma análise comparativa das normas de aeronavegabilidade continuada para concessão de certificados de tipo para aeronaves de categoria normal.

PALAVRAS-CHAVE: Certificação; Aeronaves; Aeronavegabilidade.

ABSTRACT

The certification process is based on the proof that the aircraft meets requirements for safety, quality of production, maintenance and reliability requirements, requirements that are in regulatory standards for the certification process. These rules are imposed by aviation regulatory bodies, such as the National Civil Aviation Agency. To prove the compliance with the rules the company that owns the aircraft needs to perform calculations of performance, structural calculations, calculations of load factors among others and later flight tests and structural tests that prove structural reliability and confirm the performance analyzes and expected design parameters. More important than the design and production certification, the airworthiness certification of an aircraft guarantees its correct functioning, as well as the safety of pilots and passengers during its operation. This work aims at a comparative analysis of the continuing airworthiness standards for granting certificates for aircraft of type normal category .

KEYWORDS: Certification; Aircraft; Airworthiness

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	14 BIS, considerado um dos primeiros aviões.	11
Figura 2	Logo ICAO	15
Figura 3	Sede ANAC	16
Figura 4	Sede ANAC e Representações Regionais	17
Figura 5	Registro de aeronaves e processos de registro -FAA	19
Figura 6	Joint Aviation Authorities - JAA	19
Figura 7	Estados Membros ECAC	20
Figura 8	Normas RBAC	21
Figura 9	American Society for Testing and Materials - ASTM	23
Figura 10	Aeronavegabilidade	24
Figura 11	RBAC nº 39 Emenda nº00 - Diretrizes de Aeronavegabilidade	25
Figura 12	Cessna Grand Caravan EX	26
Figura 13	Cessna 400 TTx	27
Figura 14	Sukhoi Su-26	28
Figura 15	LET L-410	28
Figura 16	Airbus A320	29
Figura 17	RBAC nº23 Emenda 64 - Requisitos de Aeronavegabilidade: Aviões Categoria	
	Normal	30
Figura 18	ASTM F3264 18b - Standard Specification for Normal Category Aeroplanes	
	Certification	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ASTM	American Society for Testing and Materials
CAA	Civil Aviation Authority
DAC	Departamento de Aviação Civil
EASA	European Union Aviation Safety Agency
ECAC	European Civil Aviation Conference
FAA	Federal Aviation Administration
ICAO	International Civil Aviation Organization
JAA	Joint Aviation Authorities
MTOW	Maximum Take-Off Weight
RBA	Registro Aeronáutico Brasileiro
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
UE	União Européia

SUMÁRIO

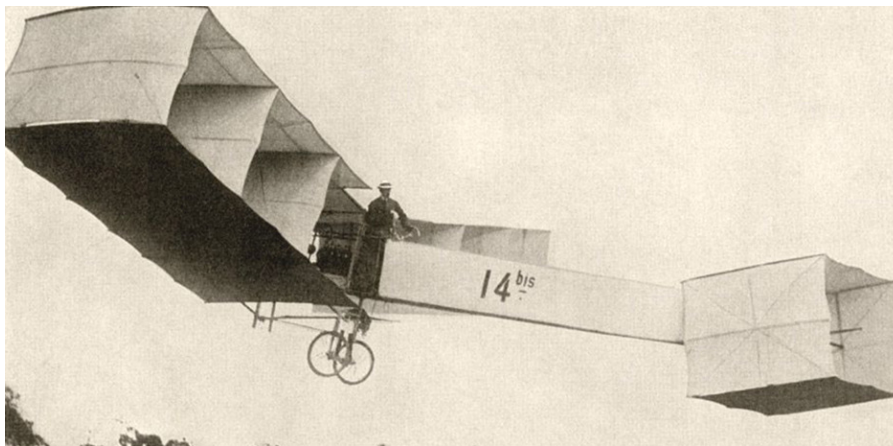
1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Certificação de Aeronaves	14
3.2	Orgãos Regulamentadores e Autoridades Aeronáuticas	15
3.2.1	ICAO	15
3.2.2	Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC	16
3.2.3	Federal Aviation Administration - FAA	18
3.2.4	Joint Aviation Authorities - JAA	19
3.2.5	European Aviation Safety Agency - EASA	20
3.3	Normas, Regulamentações e Requerimentos	21
3.3.1	RBAC e RBHA	21
3.3.2	Normas ASTM	22
3.4	Aeronavegabilidade Continuada	24
3.4.1	Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA)	25
3.5	Categorias de Aeronaves	26
3.5.1	Categoria Normal	26
3.5.2	Categoria Utilidade	27
3.5.3	Categoria Acrobática	27
3.5.4	Categoria Transporte Regional	28
3.5.5	Categoria Transporte	29
4	METODOLOGIA	30
5	RESULTADOS	33
5.1	Análise da norma RBAC 23 Emenda 64 e normas ASTM	33
5.1.1	Subparte A - Geral	33
5.1.2	Subparte B - Voo	33
5.1.3	Subparte C - Estruturas	34
5.1.4	Subparte D - Projeto e Construção	35
5.1.5	Subparte E - Grupo Motopropulsor	36
5.1.6	Subparte F - Equipamento	38
5.1.7	Subparte G - Interface com a Tripulação de Voo e Outras Informações	38
5.1.8	Requisitos do RBAC 23 Emenda 64 não contemplados na ASTM F3264-18b:	39
5.1.9	Requisitos da ASTM F3264-18b não contemplados na RBAC 23 Emenda 64:	39

6	CONCLUSÃO	40
6.1	Sugestões para trabalhos futuros	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da aviação, com os primeiros aviões, os produtos aeronáuticos têm evoluído de forma extraordinária. Em um espaço de tempo relativamente curto, as tecnologias desenvolveram-se muito para proporcionar um nível de confiabilidade que quase nenhuma outra indústria pode oferecer. Toda essa evolução tecnológica, empregada nos projetos de aeronaves e de produtos aeronáuticos, tem um objetivo principal: a segurança e preservação das vidas humanas.

Figura 1 – 14 BIS, considerado um dos primeiros aviões.



fonte: Estadão.

A garantia de que um sistema foi desenvolvido com essa confiabilidade, por sua vez, se dá pela emissão de certificados e autorizações por autoridades reguladoras nacionais – órgãos responsáveis por difundir e exigir o cumprimento de padrões de segurança. Em outras palavras, é através desses certificados que a capacidade técnica e operacional, tanto dos sistemas quanto das operações, fica garantida. A obtenção desses certificados e autorizações é um processo bem extenso e detalhado.

Antes mesmo da elaboração do projeto do produto aeronáutico, os órgãos regulamentadores fornecem uma extensa lista de exigências a serem cumpridas pelo fabricante. De maneira simplificada, os requisitos definem o padrão de nível de segurança a ser alcançado pelas aeronaves, levando em conta suas capacidades, complexidades e contextos de operacionais. Os meios de cumprimento determinam a forma de se comprovar que esse padrão foi alcançado – através de ensaios, análises e revisões técnicas.

Esses requisitos, apesar de estabelecidos pelas autoridades nacionais, são baseados em padrões internacionais, que, por sua vez, são decididos em convenções realizadas por especialistas de diversos países, visando sempre a manutenção do nível de segurança do setor aeronáutico, sem prejudicar o desempenho e a funcionalidade dos produtos aeronáuticos.

Para que todas as partes, componentes, motores, elementos e estruturas de uma aeronave, ao longo de sua vida útil, estejam em condições adequadas para o voo, é necessário que cada empresa elabore e cumpra suas instruções de aeronavegabilidade. Ou também, que siga as orientações documentais emitidas pelos fabricantes e homologadas pela autoridade aeronáutica do país de sua origem e pela autoridade aeronáutica do país em que a mesma é operada, ou que planeje e organize o serviço de manutenção de acordo com critérios de aplicabilidade e eficácia, descrevendo as tarefas a serem

desempenhadas e os intervalos referentes às mesmas, sejam elas preventivas ou corretivas, garantindo assim, a confiabilidade, a segurança e a aeronavegabilidade da aeronave.

Nesse trabalho, serão abordadas as normas a respeito do processo que garante o cumprimento dos requisitos de aeronavegabilidade de aeronaves de categoria normal e, também, será realizada uma comparação de normas com instruções de aeronavegabilidade.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo uma análise comparativa das normas contidas no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) e das normas específicas emitidas pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM) de aeronavegabilidade continuada para concessão de certificados de tipo para aeronaves de categoria normal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

)

Uma das etapas mais importantes que a indústria aeronáutica precisa concluir para que produtos aeronáuticos sejam disponibilizados no mercado é o processo de certificação e homologação por uma autoridade homologadora. Antes de ser comercializado, o produto aeronáutico deve passar por um rigoroso e exaustivo processo que inicia-se desde a concepção pro projeto. Esse longo processo conta com testes, verificações e validações que visam avaliar e atestar que um determinado produto (aeronave ou seu componente) possui as características mínimas que assegurem seu uso seguro para o tipo de operação pretendida (transporte de passageiros, pulverização agrícola, combate a incêndio, transporte exclusivo de carga, entre outras) (ANAC, 2021).

3.1 CERTIFICAÇÃO DE AERONAVES

A certificação de uma aeronave consiste em atestar que o avião em questão é capaz de realizar a operação a que é proposto. Além disso, a aeronave deve operar em condições seguras e de acordo com as normas estabelecidas pelos órgãos nacionais responsáveis. O produto aeronáutico, seja ele a aeronave ou qualquer outro componente isolado dela, deve passar por uma avaliação pela autoridade competente. Assim, garante-se que ele está em conformidade com os requisitos mínimos de operação.

Esse procedimento se aplica a diversos tipos de aeronaves, porém os requisitos a serem atendidos pelo avião variam de acordo com fatores como tipo de operação, utilização pretendida, e o próprio tipo da aeronave, e em virtude disso, existem normas reguladoras distintas.

O processo de certificação é longo e extremamente complexo. Seu desenvolvimento envolve relatórios de análise de resistência estrutural, desempenho, estabilidade, qualidade de voo, comportamento da aeronave em situações de alto risco e proteção aos passageiros. Aspectos estes que são avaliados, visando garantir a solidez do projeto e a segurança dos que utilizarão aquele veículo.

De acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil parte 21 (RBAC nº 21), para que uma aeronave seja considerada segura é necessário que tenha sido certificada em três quesitos (ANAC 2021):

- Certificação de Projeto - levando-se em conta desenhos, tolerâncias, especificações e materiais;
- Certificação de Produção - considerando que a fabricação do objeto ocorra conforme foi determinado em projeto; e
- Certificação de Aeronavegabilidade - que trata da confiabilidade do produto durante sua operação.

Vale ressaltar, que uma aeronave leve esportiva, conhecida como LSA, não possui Certificação de Projeto, apenas a de Produção e de Aeronavegabilidade. Mesmo não tendo a Certificação de Projetos, as LSAs são aeronaves seguras. A certificação aeroáutica é conduzida pelo órgão governamental que regulamenta o setor e se constitui em um processo caro e também demorado. Sendo assim, de grande importância para a indústria aeronáutica.

3.2 ORGÃOS REGULAMENTADORES E AUTORIDADES AERONÁUTICAS

A atuação de um órgão regulador é uma ferramenta indispensável para garantir o bem-estar social, o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a segurança de setores como o da aviação civil. Quando devidamente estruturado, o sistema regulatório viabiliza a eficiência, racionalizando os custos decorrentes da regulação e trazendo benefícios consideravelmente maiores à sociedade e às entidades reguladas, estimulando a inovação e o desenvolvimento do setor e auxiliando na melhoria da prestação do serviço à sociedade. A certificação do produto aeronáutico foi criada para estabelecer exigências mínimas de projeto e fabricação que garantam um nível de segurança elevado na aviação. Esses requisitos são detalhados e extensos de forma a assegurar que a probabilidade de falha, ou combinação de falhas, que resulte em catástrofe, seja a mínima possível. Embora as recomendações básicas da certificação sejam objeto de um acordo internacional no âmbito da Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), cada país tem a liberdade de possuir uma certificação própria, mais ou menos aderente às recomendações da ICAO, de acordo com as necessidades e a cultura local.

3.2.1 ICAO

A Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO), é uma agência especializada das Nações Unidas criada para administrar a Convenção da Aviação Civil Internacional, sendo responsável pelo incentivo do desenvolvimento seguro e organizado da aviação civil mundial, por meio do estabelecimento de Normas e Práticas Recomendadas, conhecidas como Standard and Recommended Practices (SARPs), e políticas de apoio para segurança, eficiência e regularidade aéreas, bem como para sustentabilidade econômica e responsabilidade ambiental. Com sede em Montreal, Canadá, a ICAO é a principal organização governamental de aviação civil, sendo formada por 193 Estados Membros e representantes de indústria e de profissionais da aviação (ICAO, 2021). As SARPs delimitam a atuação das autoridades de aviação civil e tratam de aspectos técnicos e operacionais da aviação civil internacional, como segurança, licenças, operação de aeronaves, aeródromos, serviços de tráfego aéreo, investigação de acidentes e meio ambiente.

Figura 2 – Logo ICAO



fonte: (ICAO, 2021).

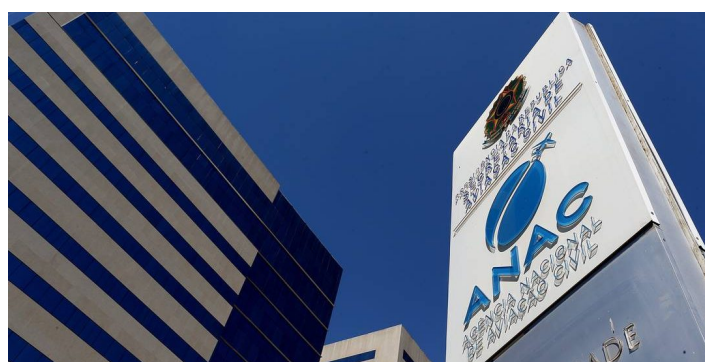
O Brasil, como membro-fundador, tem participado ativamente nas discussões e elaboração das normativas e recomendações técnicas emitidas pela ICAO. Eleito sucessivamente como Membro do Grupo I do Conselho, o Brasil dispõe de uma Delegação Permanente junto ao Conselho, subordinada

ao Ministério das Relações Exteriores e assessorada tecnicamente pela ANAC, pelo Comando da Aeronáutica e pelo Departamento de Polícia Federal.

3.2.2 Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), uma das agências reguladoras federais do Brasil, foi criada para regular e fiscalizar as atividades da aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no Brasil. Fundada em 2005, começou a atuar em 2006 substituindo o Departamento de Aviação Civil (DAC). A ANAC possui regime especial e está vinculada ao Ministério da Infraestrutura. As ações da ANAC se enquadram nos macroprocessos de certificação, fiscalização, normatização e representação institucional.

Figura 3 – Sede ANAC



fonte: ANAC.

Como órgão regulador, a ANAC é uma autarquia de natureza especial, caracterizada por independência administrativa, autonomia financeira, ausência de subordinação hierárquica a outros órgãos da estrutura de Governo e mandato fixo de seus dirigentes. Tais características têm por finalidade conferir à Agência a isenção e a independência necessárias para que sua atuação seja pautada pelo caráter técnico, evitando-se descontinuidades e instabilidade regulatória. A Lei nº 11.182 (BRASIL, 2005), estabelece que cabe à Agência regular e fiscalizar as atividades de aviação civil e da infraestrutura aeronáutica e aeroportuária, observadas as orientações, políticas e diretrizes do Governo Federal. Dentre as principais competências destacam-se:

- Representar o Brasil junto a organismos internacionais de aviação e negociar acordos e tratados sobre transporte aéreo internacional.
- Emitir regras sobre segurança em área aeroportuária e a bordo de aeronaves civis.
- Conceder, permitir ou autorizar a exploração de serviços aéreos e de infraestrutura aeroportuária.
- Estabelecer o regime tarifário da exploração da infraestrutura aeroportuária.
- Administrar o Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).
- Homologar, registrar e cadastrar os aeródromos.

- Emitir certificados de aeronavegabilidade atestando aeronaves, produtos e processos aeronáuticos e oficinas de manutenção.
- Fiscalizar serviços aéreos e aeronaves civis.
- Certificar licenças e habilitações dos profissionais de aviação civil.
- Autorizar, regular e fiscalizar atividades de aeroclubes e escolas e cursos de aviação civil.
- Reprimir infrações às normas do setor, inclusive quanto aos direitos dos usuários, aplicando as sanções cabíveis.

Figura 4 – Sede ANAC e Representações Regionais



fonte: ANAC

A ANAC atua para promover a segurança da aviação civil e para estimular a concorrência e a melhoria da prestação dos serviços no setor. O trabalho da Agência consiste em elaborar normas, certificar empresas, oficinas, escolas, profissionais da aviação civil, aeródromos e aeroportos e fiscalizar as operações de aeronaves, de empresas aéreas, de aeroportos e de profissionais do setor e de aeroportos, com foco na segurança e na qualidade do transporte aéreo.

O desenvolvimento do transporte aéreo internacional está baseado diretamente na harmonização de procedimentos e compartilhamento de informações entre autoridades de aviação civil, empresas aéreas, operadores aeroportuários e provedores de serviços de navegação aérea. Desse modo, um elevado grau

de padronização internacional de normas e regulamentos e uma estreita cooperação entre os agentes são necessários para que seja possível a obtenção de um sistema de aviação seguro, eficiente, acessível e sustentável.

Em razão dessa natureza internacional do setor, a ANAC exerce participação ativa em organismos multilaterais de aviação civil, sejam eles regionais ou globais, dentre eles, fóruns técnicos internacionais nos quais são definidos os parâmetros normativos que orientam o exercício regulador das principais autoridades de aviação civil mundial.

Na condição de membro fundador e integrante do Conselho Permanente do ICAO, o Brasil é um dos estados mais importantes da aviação civil e conquistou uma posição de referência na América Latina, nos quais existe a expectativa de que o país assuma papel de liderança construtiva e cooperativa na região. A ANAC participa e desenvolve iniciativas de cooperação técnica internacional, compartilhando conhecimentos sobre os mais diversos aspectos da aviação civil, contribuindo, dessa forma, para o aperfeiçoamento sistêmico e promovendo o alinhamento da aviação brasileira com as melhores práticas internacionais.

3.2.3 Federal Aviation Administration - FAA

A Administração Federal de Aviação (Federal Aviation Administration - FAA) é a maior agência de transporte do governo dos EUA e regula todos os aspectos da aviação civil no país, bem como nas águas internacionais circundantes. Suas funções incluem gerenciamento de tráfego aéreo, certificação de pessoal e aeronaves, estabelecendo padrões para aeroportos e proteção de ativos dos EUA durante o lançamento ou reentrada de veículos espaciais comerciais. Os poderes sobre as águas internacionais vizinhas foram delegados à FAA por autoridade da Organização da Aviação Civil Internacional.

A operação da FAA tem cinco segmentos. Suas funções são:

- **Organização de Tráfego Aéreo:** fornece serviço de navegação aérea dentro do Sistema Nacional de Espaço Aéreo. Nesta organização, os funcionários operam instalações de controle de tráfego aéreo compreendendo Torres de Controle de Tráfego Aeroportuário, Instalações de Controle de Aproximação por Radar Terminal e Centros de Controle de Tráfego Aéreo.
- **Aeroportos:** planeja e desenvolve o sistema aeroportuário nacional; supervisiona os padrões de segurança, inspeção, projeto, construção e operação de aeroportos. O escritório concede US\$ 3,5 bilhões anualmente em concessões para planejamento e desenvolvimento de aeroportos.
- **Transporte Espacial Comercial:** garante a proteção dos ativos dos EUA durante o lançamento ou reentrada de veículos espaciais comerciais.
- **Defesa e Segurança de Materias Perigosos:** responsável pela redução do risco de terrorismo e outros crimes e por investigações, segurança de materiais, proteção de infraestrutura e segurança de pessoal.
- **Segurança da Aviação:** responsável pela certificação aeronáutica de pessoal e aeronaves, incluindo pilotos, companhias aéreas e mecânicos.

O Serviço de Certificação de Aeronaves da FAA inclui engenheiros, cientistas, inspetores, pilotos de teste e outros profissionais de segurança. Eles são responsáveis pela supervisão do projeto, produção, certificação de aeronavegabilidade e programas de aeronavegabilidade contínua para quase todos os produtos da aviação civil dos EUA: aviões grandes e pequenos, aeronaves de asa rotativa, motores e hélices e produtos de importação estrangeira. A FAA colabora com a ICAO e outras autoridades da aviação civil para manter e promover a segurança do transporte aéreo internacional.

Figura 5 – Registro de aeronaves e processos de registro -FAA



fonte: (ANAC, 2022).

3.2.4 Joint Aviation Authorities - JAA

As Autoridades Comuns da Aviação (Joint Aviation Authorities - JAA) são o organismo europeu no qual várias autoridades, de vários países (da União Europeia e outros países não membros), trabalham em conjunto em termos de regulamentação da aviação civil na Europa.

Figura 6 – Joint Aviation Authorities - JAA



fonte: JAA.

A JAA é associada à European Civil Aviation Conference (ECAC), que integra as autoridades nacionais de aviação civil de Estados europeus para o desenvolvimento cooperativo de atividades relativas à elaboração e implementação de normas e procedimentos para a segurança operacional da aviação. Fundada em 1955, como uma organização intergovernamental, a Conferência Europeia

da Aviação Civil (CEAC) procura harmonizar as políticas e práticas da aviação civil entre os seus Estados-Membros e, ao mesmo tempo, promover o entendimento sobre questões políticas entre os seus 44 Estados-Membros e outras partes do mundo.

Figura 7 – Estados Membros ECAC



fonte: ECAC.

Com a criação da European Union Aviation Safety Agency (EASA) em 2002, os membros da União Europeia (UE) transferiram os regulamentos de aeronavegabilidade da JAA. Com o tempo, a EASA tornou-se responsável também pelas operações e licenciamento. Em 2009, o sistema JAA foi dissolvido. Apenas a organização de formação e treinamento (JAA-TO) permanece, que oferece principalmente cursos para funcionários da Civil Aviation Authority (CAA) de países europeus.

3.2.5 European Aviation Safety Agency - EASA

A European Aviation Safety Agency (EASA) é responsável por garantir a segurança e a proteção do ambiente nos transportes aéreos na Europa. A EASA está encarregada de:

- harmonizar a regulamentação e a certificação;
- desenvolver o mercado único europeu da aviação;
- elaborar regras técnicas no domínio da aviação;
- certificar o tipo de aeronave e componentes;
- aprovar as empresas que concebem, fabricam e fazem a manutenção de produtos aeronáuticos;
- fiscalizar a segurança e a prestação de apoio aos países da UE (por exemplo, em matéria de operações aéreas, gestão do tráfego aéreo);
- promover as normas de segurança à escala europeia e mundial; e

- trabalhar com parceiros internacionais para reforçar a segurança na Europa.

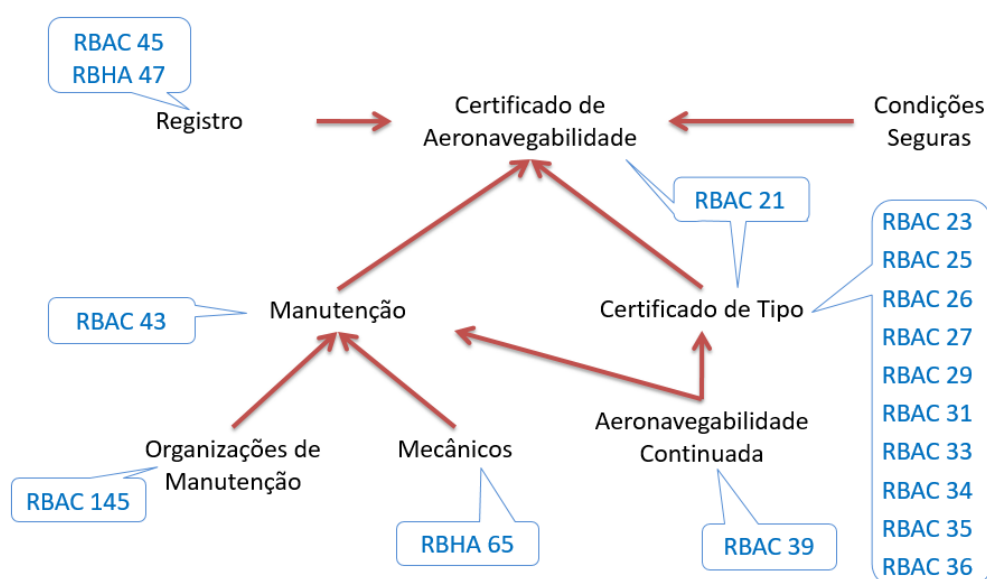
São Estados Membros os 27 países da UE juntamente com Islândia, Listenstaine, Suíça e Noruega. A agência é responsável pela gestão dos pedidos, pela supervisão dos certificados relacionados e pela vigilância contínua das aprovações das organizações de manutenção (MOA), das aprovações das organizações de formação em manutenção (MTOA), da gestão da aeronavegabilidade permanente, aprovações de organização (CAMO) e aprovações de organizações de aeronavegabilidade combinadas (CAO).

3.3 NORMAS, REGULAMENTAÇÕES E REQUERIMENTOS

3.3.1 RBAC e RBHA

A ANAC utiliza como documentos principais os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBACs) e o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA). Os RBACs e o RBHA são regras de operação e certificação as quais devem ser seguidas para cumprir-se as exigências da ANAC, que por sua vez exerce o compromisso assumido junto à ICAO de manter-se a aviação civil segura no Brasil e garantir os níveis de segurança internacionais ao que se refere a operação de serviço aéreo. Contudo, ressalta-se que esses regulamentos não replicam com exatidão os anexos estabelecidos pela ICAO, mas existem em função deles. Pode-se entender que os diferentes regulamentos elaborados pela ANAC possuem campos de atuação para diferentes aplicações. Em síntese, essas diferentes aplicações direcionam-se a normatizações gerais e menções a fatores humanos, conceitos para a certificação de fabricação de produto aeronáutico, profissionais envolvidos na aviação, aeronavegabilidade e empresas e suas certificações.

Figura 8 – Normas RBAC



fonte: Autor.

As principais RBACs e RBHAs, utilizadas para a certificação de aeronaves de pequeno e grande porte são listadas a seguir:

- RBAC 21 - Certificação de produto e artigo aeronáuticos.
- RBAC 23 - Requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria normal.
- RBAC 25 - Requisitos de Aeronavegabilidade: Aviões Categoria Transporte
- RBAC 26 - Aeronavegabilidade continuada e melhorias na segurança para aviões categoria transporte.
- RBAC 27 - Requisitos de Aeronavegabilidade: Aeronaves de Asas Rotativas Categoria Requisitos de Aeronavegabilidade: Aeronaves de Asas Rotativas Categoria Transporte
- RBAC 31 -Requisitos de aeronavegabilidade: balões livres tripulados.
- RBAC 33 - Requisitos de Aeronavegabilidade: Motores Aeronáuticos
- RBAC 34 - Requisitos para drenagem de combustível e emissões de motores de aeronaves.
- RBAC 35 - Requisitos de Aeronavegabilidade: Hélices.
- RBAC 36 - Requisitos de ruído para aeronave.
- RBAC 39 - Diretrizes de aeronavegabilidade.
- RBAC 43 - Manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração.
- RBAC 45 - Marcas de Identificação, de Nacionalidade e de Matrícula.
- RBAC 145 - Organizações de manutenção de produto aeronáutico.
- RBHA 47 - Funcionamento e Atividades do Sistema de Registro Aeronáutico Brasileiro.
- RBHA 65 - Despachante Operacional de Voo e Mecânico de Manutenção Aeronáutico.

3.3.2 Normas ASTM

A American Society for Testing and Materials (ASTM) não é uma organização especificamente aeronáutica, porém é internacionalmente respeitada na aviação civil. A ASTM é um órgão que tem como responsabilidade o desenvolvimento e a publicação de normas técnicas aplicadas para diversos produtos, materiais, serviços e sistemas. É equivalente à ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Criada no ano de 1898 por um grupo de cientistas e de engenheiros, a ASTM tem um papel entre os padrões de desenvolvedores nos Estados Unidos. É considerada a maior incorporadora mundial de normas.

A associação dá suporte a diversos comitês técnicos voluntários. Com milhares de membros espalhados por todo o mundo, são desenvolvidos e mantidos, de forma coletiva, mais de 12.000 normas globalmente. Atualmente, ela conta com 143 comitês principais, e é reconhecida como líder no desenvolvimento e na publicação de normas técnicas internacionais. O órgão atende a uma ampla gama de aplicações nos diversos setores do mercado, como:

- Agências de Normas Técnicas Nacionais;
- Setor industrial;
- Empresas, Universidades e Institutos de Pesquisa;
- Indústria Petroquímica;
- Governo e Defesa;
- Indústria Aeroespacial;
- Engenharia e construção;
- Química;
- Indústria Automotiva;
- Energia.

O processo de certificação na aviação civil utilizando normas consensuais ASTM permite que o fabricante, após projetar, construir protótipos, efetuar os testes e ensaios requeridos e colocar em prática a produção com o atendimento a todos os requisitos cabíveis, emita o Manufacturer Statement of Compliance (MSoC), ou Certificado de Conformidade (CoC), sem necessitar se submeter à aprovação pela FAA. É a importância do trabalho feito pela ASTM, que por reconhecimento internacional, se transformou em um órgão central para a realização dos testes de qualidade, o que reduziu muito os custos.

Figura 9 – American Society for Testing and Materials - ASTM



fonte: ASTM.

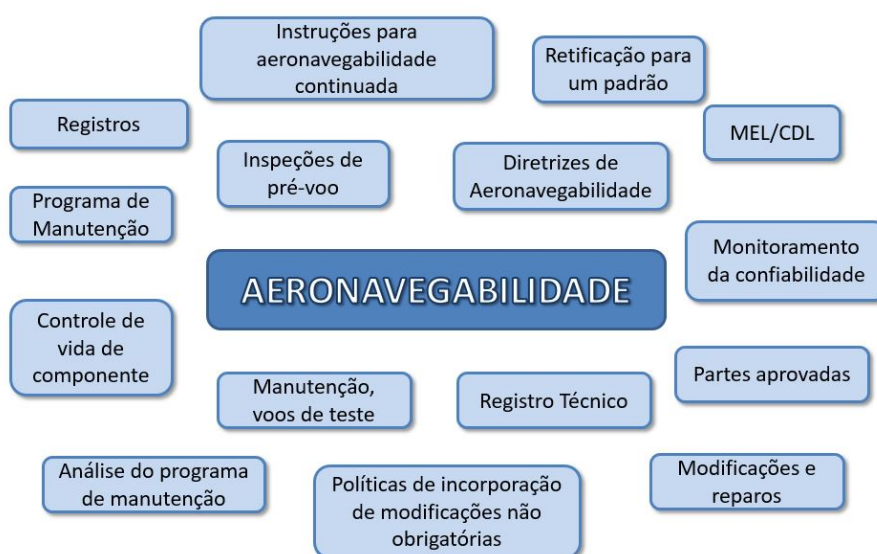
Com a adoção por parte da indústria aeronáutica brasileira das normas ASTM e os requisitos do RBAC 23, empresas de aeronaves de pequeno porte estão mais perto de conseguir o certificado de aeronavegabilidade para suas aeronaves. Para isso a ANAC lançou o iBR2020, que tem como propósito incluir a aeronavegabilidade na produção e a aeronavegabilidade continuada na operação e manutenção destas aeronaves. O Programa iBR2020 é uma iniciativa da ANAC que objetiva amadurecer o conhecimento em certificação de projeto de aeronave e busca tirar proveito de uma

demanda nacional por aviões de pequeno porte, de um parque industrial já estruturado, da existência de uma iniciativa regulatória internacional que deve reduzir os custos de certificação, além de mecanismos governamentais de fomento à cadeia produtiva nacional (ANAC, 2019c).

3.4 AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA

Devido à importância do setor aeronáutico, a exigência dos órgãos reguladores em garantir a segurança dos usuários nesse meio se torna primordial. Tudo isso em favor do bom funcionamento do mercado e do uso do espaço aéreo. Nesse contexto, uma das importantes exigências para os produtos aeronáuticos é a aeronavegabilidade, condição mandatória na aprovação de uma aeronave no Brasil.

Figura 10 – Aeronavegabilidade



fonte: Autor.

Define-se por aeronavegabilidade a condição por parte de um produto aeronáutico de realizar um voo seguro ou navegar em segurança pelo espaço aéreo. É importante ressaltar, ainda, que o processo de condicionamento da aeronavegabilidade de um produto aeronáutico se inicia desde o planejamento do projeto. Isso significa, assim, que não é necessário que a aeronave já esteja pronta para começar a certificação (FLORIO, 2016).

A aeronavegabilidade continuada é um conjunto de processos e ações que devem garantir o cumprimento dos requisitos de aeronavegabilidade exigidos e especificados na certificação. As exigências atendidas pela aeronavegabilidade continuada podem também ser impostas pelo Estado de Registro das aeronaves. Tudo isso, assim, visto que a manutenção do veículo durante a sua vida operacional é tão importante quanto seu nível de confiabilidade enquanto novo produto.

Vale destacar, também, que as instruções de aeronavegabilidade continuada devem ser emitidas pelo próprio fabricante dos componentes da aeronave em um documento oficial. O fabricante, por sua vez, deve atestar nesse documento a correção de possíveis falhas ou maus funcionamentos e registrar modificações e aperfeiçoamentos realizados na aeronave. Essas instruções podem, também, propor recomendações de manutenção dos produtos, além das já previstas no manual.

3.4.1 Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA)

As diretrizes de aeronavegabilidade são documentos emitidos pela ANAC com caráter de cumprimento obrigatório e que tem por objetivo eliminar uma condição insegura existente em um produto aeronáutico, com probabilidade de existir ou de se desenvolver em outros produtos do mesmo projeto de tipo.

Além disso, o RBAC 39 estabelece que as Diretrizes de Aeronavegabilidade emitidas pela autoridade de aviação civil do Estado de Projeto do produto são consideradas como Diretrizes de Aeronavegabilidade Brasileiras e, desta forma, são também de cumprimento obrigatório.

Figura 11 – RBAC nº 39 Emenda nº00 - Diretrizes de Aeronavegabilidade



fonte: ANAC.

Caso uma DA em particular, emitida pela ANAC, esteja em conflito com uma Diretriz estrangeira, a DA da ANAC prevalece sobre a estrangeira

Em detalhes, o objetivo de uma DA é notificar os proprietários de aeronaves (LEVANDOWSKI 2013):

- que a aeronave pode estar em uma condição insegura;
- que a aeronave pode não estar em conformidade com sua base de certificação ou com outras condições que afetam a aeronavegabilidade da aeronave,;
- que há ações obrigatórias que devem ser realizadas para garantir a operação segura contínua;
- que, em alguns casos urgentes, a aeronave não deve voar até que um plano de ação corretiva seja elaborado e executado.

As DAs são obrigatórias na maioria das jurisdições e geralmente contêm datas ou horas de voo da aeronave até as quais a conformidade deve ser concluída. As DAs podem ser divididas em duas categorias:

- Aquelas de natureza emergencial que requerem conformidade imediata antes de um novo voo; e
- Aquelas de natureza menos urgente que requerem conformidade dentro de um período de tempo específico.

3.5 CATEGORIAS DE AERONAVES

A aeronave passar por um processo pelo qual se avalia e aprova os dados de um projeto de tipo de aeronave contra as normas de aeronavegabilidade e ambientais estabelecidas de uma forma planejada que culmina com a emissão do Certificado de Tipo (CT), que reconhece então as aeronaves produzidas pelo projeto assim aprovado. Este CT assim emitido é pré-requisito para uma aeronave específica, como produto do projeto aprovado, receber o Certificado de Aeronavegabilidade padrão (ANAC 2019b). Para a emissão de certificados de tipo, as aeronaves são classificadas por categorias: Categoria Normal; Categoria Utilidade; Categoria Acrobática; Categoria Transporte; Categoria Transporte Regional. (ANAC, 2021).

Para a emissão do CT de aeronaves de categorias normal, utilidade, acrobática, transporte regional, são submetidas ao projeto de tipo, aos relatórios de ensaios e aos cálculos necessários para demonstrar que o produto a ser certificado atende aos requisitos aplicáveis dos RBAC 23.

3.5.1 Categoria Normal

Um exemplo de aeronave da categoria normal é o Cessna Grand Caravan EX, que atualmente opera em alguns táxis aéreos e até mesmo em linha comercial como a Azul Conecta. Para se encaixar na nesta classe, a aeronave deve cumprir alguns requisitos de certificação estabelecidos no RBAC 23:

- MTOW- 5686Kg/12500lb;
- Capacidade de até 9 assentos para passageiros (excluindo tripulantes);
- Realiza manobras não acrobáticas;
- Permite curvas de até 60°.

Figura 12 – Cessna Grand Caravan EX



fonte: (CESSNA 2022).

3.5.2 Categoria Utilidade

Também de acordo com o RBAC 23, o Cessna 400 TTx é um dos tipos de aeronave que faz parte do grupo Utilidade, que possui os seguintes requisitos:

- MTOW- 5686Kg/12500lb;
- Capacidade de até 9 assentos para passageiros (excluindo tripulantes)
- Realiza manobras não acrobáticas;
- Permite curvas de até 60°.

Figura 13 – Cessna 400 TTx



fonte: (AEROMAGAZINE, 2019).

3.5.3 Categoria Acrobática

São aviões capazes de realizar manobras acrobáticas que exigem uma estrutura adequada para a operação. Também percentente ao RBAC 23, são os requisitos para se encaixar na categoria:

- MTOW- 5686Kg/12500lb
- Capacidade de até 9 assentos para passageiros (excluindo tripulantes)
- Realiza manobras não acrobáticas e acrobáticas

Figura 14 – Sukhoi Su-26



fonte: Wikipédia.

3.5.4 Categoria Transporte Regional

Diferente dos outros grupos, aeronaves da categoria Transporte Regional já permite uma capacidade maior para passageiros, como o LET L-140, e possui um maior peso de decolagem permitido. Apesar disso, esta categoria também se encaixa no RBAC 23, e possui os seguintes requisitos:

- MTOW – 8636Kg/ 19000lb;
- Capacidade de até 19 assentos de passageiros;
- Multi-propeller (multimotora com propulsão a hélice);
- Permite curvas de até 60°.

Figura 15 – LET L-410



fonte: Wikipédia.

3.5.5 Categoria Transporte

A categoria transporte já possui certificação de acordo com o RBAC 25. Os aviões de linha comercial, como o Boeing 737, Airbus A320 e o ATR72 são exemplos de aeronaves desta categoria.

Figura 16 – Airbus A320



fonte: Wikipédia.

4 METODOLOGIA

Para concessão de certificados de tipo para aviões categoria normal no Brasil, com referência nos requisitos de aeronavegabilidade, é utilizada a norma RBAC nº23 Emenda 64, com referência o regulamento *Title 14 Code of Federal Regulations Part 23*, autoridade de aviação civil FAA (FAA, 2017). A RBAC traz adaptações necessárias e traduz para a língua portuguesa a norma Part 23. Para qualquer divergência editorial entre a republicação e o texto oficial da FAA, deverá prevalecer, mediante anuência da ANAC, o texto oficial da FAA.

Como a regulamentação da aviação civil é dinâmica, ela sofre alterações com muita frequência. Assim, sempre que há alguma emenda no regulamento Part 23, a ANAC republica o texto do regulamento adotado na forma de Apêndices, por meio de emendas a este RBAC (ANAC, 2019a).

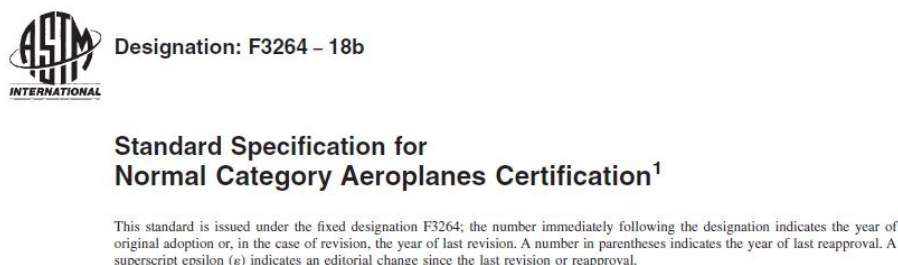
Figura 17 – RBAC nº23 Emenda 64 - Requisitos de Aeronavegabilidade: Aviões Categoria Normal



fonte: ANAC.

A análise será realizada por meio da verificação dos requisitos existentes no RBAC 23 Emenda 64, que sejam aplicáveis a aeronaves da categoria normal, com um só motor convencional e cabine não pressurizada, comparando-os com os requisitos da norma ASTM F3264-18b *Standard Specification for Normal Category Aeroplanes Certification*.

Figura 18 – ASTM F3264 18b - Standard Specification for Normal Category Aeroplanes Certification



fonte: ANAC.

Na presente análise serão incluídas as seguintes publicações ASTM, que são referenciadas na norma ASTM F3264-18-b:

- F2490 - *Guide for Aircraft Electrical Load and Power Source Capacity Analysis*

- F3060 - *Terminology for Aircraft*
- F3061/F3061M - *Specification for Systems and Equipment in Small Aircraft*
- F3062/F3062M - *Specification for Aircraft Powerplant Installation*
- F3063/F3063M - *Specification for Aircraft Fuel and Energy Storage and Delivery*
- F3064/F3064M - *Specification for Aircraft Powerplant Control, Operation, and Indication*
- F3065/F3065M - *Specification for Aircraft Propeller System Installation*
- F3066/F3066M - *Specification for Aircraft Powerplant Installation Hazard Mitigation*
- F3082/F3082M - *Specification for Weights and Centers of Gravity of Aircraft*
- F3083/F3083M - *Specification for Emergency Conditions, Occupant Safety and Accommodations*
- F3093/F3093M - *Specification for Aeroelasticity Requirements*
- F3114 - *Specification for Structures*
- F3115/F3115M - *Specification for Structural Durability for Small Airplanes*
- F3116/F3116M - *Specification for Design Loads and Conditions*
- F3117 - *Specification for Crew Interface in Aircraft*
- F3120/F3120M - *Specification for Ice Protection for General Aviation Aircraft*
- F3173/F3173M - *Specification for Aircraft Handling Characteristics*
- F3174/F3174M - *Specification for Establishing Operating Limitations and Information for Aeroplanes*
- F3179/F3179M - *Specification for Performance of Aircraft*
- F3180/F3180M - *Specification for Low-Speed Flight Characteristics of Aircraft*
- F3227/F3227M - *Specification for Environmental Systems in Small Aircraft*
- F3228 - *Specification for Flight Data and Voice Recording in Small Aircraft*
- F3229/F3229M - *Practice for Static Pressure System Tests in Small Aircraft*
- F3230 - *Practice for Safety Assessment of Systems and Equipment in Small Aircraft*
- F3231/F3231M - *Specification for Electrical Systems in Small Aircraft*
- F3232/F3232M - *Specification for Flight Controls in Small Aircraft*
- F3233/F3233M - *Specification for Instrumentation in Small Aircraft*

- F3234/F3234M - *Specification for Exterior Lighting in Small Aircraft*
- F3235 - *Specification for Aircraft Storage Batteries*
- F3236 - *Specification for High Intensity Radiated Field (HIRF) Protection in Small Aircraft*
- F3309/F3309M - *Practice for Simplified Safety Assessment of Systems and Equipment in Small Aircraft*
- F3331 - *Practice for Aircraft Water Loads*
- F2483– 12 - *Maintenance and the Development of Maintenance Manuals for Light Sport Aircraft*
- F2295 – 10 - *Continued Operational Safety Monitoring of a Light Sport Aircraft*

5 RESULTADOS

Nesta seção, as subpartes da norma RBAC 23 Emenda 64 serão comparadas com as normas ASTM. Em seguida, será destacadas as alterações (inclusão/exclusão de outras normas ASTM) feitas pela FAA, uma vez que o texto oficial da FAA prevalece.

5.1 ANÁLISE DA NORMA RBAC 23 EMENDA 64 E NORMAS ASTM

5.1.1 Subparte A - Geral

Tabela 1 – Análise Subparte A - Geral.

RBAC 23	Título	ASTM
23.1457	Gravadores de voz de cabine	F3264-18b, 9.12
23.1459	Gravadores de dados de voo	F3264-18b, 9.13
23.1529	Instruções para Aeronavegabilidade Continuada	F3264-18b, 10.6
SUBPARTE A - GERAL		
23.2000	Aplicabilidade e definições	F3264-18b, 4.1
23.2005	Certificação de aeronaves na categoria normal	F3264-18b, 4.2

5.1.2 Subparte B - Voo

Tabela 2 – Análise Subparte B - Voo.

RBAC 23	Título	ASTM
SUBPARTE B – VOO		
23.2100	Peso e centro de gravidade	F3264-18b, 5.1
23.2105	Dados de desempenho	F3264-18b, 5.2
23.2110	Velocidade de estol	F3264-18b, 5.3
23.2115	Desempenho de decolagem	F3264-18b, 5.4
23.2120	Requisitos de subida	F3264-18b, 5.5
23.2125	Informação de subida	F3264-18b, 5.6
23.2130	Pouso	F3264-18b, 5.7
23.2135	Controlabilidade	F3264-18b, 5.8
23.2140	Compensadores	F3264-18b, 5.9
23.2145	Estabilidade	F3264-18b, 5.10
23.2150	Características de estol, alarme de estol e parafusos	F3264-18b, 5.11
23.2155	Características de controle no solo e em água	F3264-18b, 5.12
23.2160	Vibração, buffeting e características de alta velocidade	F3264-18b, 5.13
23.2165	Requisitos de desempenho e características de voo para operação em condições de gelo	F3264-18b, 5.14

Para a seção 23.2135 de Controlabilidade, que descreve que o avião deve ser controlável e manobrável, além de ser capaz de completar um pouso sem causar danos substanciais ou lesões graves usando o procedimento aprovado para aproximação, a FAA determina as mudanças apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Alteração FAA - Controlabilidade

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2135	F3264-18b, 5.8	F3173/F3173M-17, 4.9.1.1 e 4.9.1.2 F3173/F3173M-17, 4.9.3.1 e 4.9.3.2

5.1.3 Subparte C - Estruturas

Tabela 4 – Análise Subparte C - Estruturas.

RBAC 23	Título	ASTM
SUBPARTE C – ESTRUTURAS		
23.2200	Envelope de projeto estrutural	F3264-18b, 6.1
23.2210	Cargas estruturais de projeto	F3264-18b, 6.3
23.2215	Condições para determinação das cargas em voo	F3264-18b, 6.4
23.2220	Condições para determinação das cargas no solo e na água	F3264-18b, 6.5
23.2225	Condições de carga em componentes	F3264-18b, 6.6
23.2230	Cargas limites e finais	F3264-18b, 6.7
23.2235	Resistência estrutural	F3264-18b, 6.8
23.2240	Durabilidade estrutural	F3264-18b, 6.9
23.2245	Aeroelasticidade	F3264-18b, 6.10
23.2250	Princípios de projeto e construção	F3264-18b, 6.11
23.2255	Proteção da estrutura	F3264-18b, 6.12
23.2260	Materiais e processos	F3264-18b, 6.13
23.2265	Fatores especiais de segurança	F3264-18b, 6.14
23.2270	Condições de emergência	F3264-18b, 6.15

A seção 23.2200, trata do envelope de projeto estrutural, o qual descreve a extensão e os limites de projeto do avião e os parâmetros operacionais para os quais o requerente demonstrará cumprimento com os requisitos desta subparte. O requerente deve considerar todo o projeto do avião e os parâmetros operacionais que afetem cargas estruturais, resistências, durabilidade e aeroelasticidade. Para essa norma, a FAA opera a alteração apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Alteração FAA - Envelope de projeto estrutural.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2200	F3264-18b, 6.1	F3116/F3116M-15, 5.1.3.1(1)

A seção 23.2215 estabelece que o requerente deve determinar as cargas estruturais de projeto resultantes para determinadas condições em voo. As alterações estipuladas pela FAA são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Alteração FAA - Condições para determinação das cargas em voo.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2215	F3264-18b, 6.4	F3116/F3116M-15, 4.1.4 F3116/F3116M-15, 4.10.1.1 F3116/F3116M-15, X1.1.1 F3116/F3116M-15, X1.1.4

A seção 23.2225 estabelece que o requerente deve determinar as cargas estruturais de projeto agindo sobre cada estrutura de fixação do motor e suas estruturas de suporte, em cada superfície de

controle de voo e hipersustentação, seus sistemas e suportes estruturais. O requerente também deve determinar as cargas estruturais sobre a cabine pressurizada, resultante do diferencial de pressurização. As alterações estipuladas pela FAA são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Alteração FAA - Condições de carga em componentes.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2225	F3264-18b, 6.6	F3116/F3116M-15, X2.1.1 F3116/F3116M-15, X3.1.1 F3116/F3116M-15, X4.1.1

A seção 23.2235 estipula que a estrutura da aeronave deve suportar cargas limites sem interferência com a operação segura do avião, deformações permanentes prejudiciais e cargas finais. A FAA determina alterações mostradas na Tabela 8.

Tabela 8 – Alteração FAA - Resistência estrutural.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2235	F3264-18b, 6.8	F3114-15

A seção 23.2240 determina que o requerente deve desenvolver e implementar inspeções ou outros procedimentos para prevenir falhas estruturais devido a causas previsíveis de degradação de resistência, as quais poderiam resultar em danos sérios ou fatais, ou longos períodos de operação com margens de segurança reduzidas. A FAA estabelece as alterações mostradas na Tabela 9.

Tabela 9 – Alteração FAA - Durabilidade estrutural.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2240	F3264-18b, 6.9	F3115/F3115M-15, 4.4.1 F3115/F3115M-15, 6.1

5.1.4 Subparte D - Projeto e Construção

Tabela 10 – Análise Subparte D - Projeto e Construção.

RBAC 23	Título	ASTM
SUBPARTE D – PROJETO E CONSTRUÇÃO		
23.2300	Sistemas de controle de voo	F3264-18b, 7.1
23.2305	Sistemas de trem de pouso	F3264-18b, 7.2
23.2315	Meios de saída e saídas de emergência	F3264-18b, 7.4
23.2320	Ambiente físico para o ocupante	F3264-18b, 7.5
23.2325	Proteção contra fogo	F3264-18b, 7.6
23.2330	Proteção contra incêndio em zonas definidas como de fogo e áreas adjacentes	F3264-18b, 7.7
23.2335	Proteção contra raios	F3264-18b, 7.8

A seção 23.2300 determina que a aeronave deve operar facilmente, suavemente e positivamente o suficiente para permitir o bom desempenho das funções de seus sistemas de controle de voo. As alterações estipuladas pela FAA são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Alteração FAA - Sistemas de controle de voo.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2300	F3264-18b, 7.1	F3232/F3232M-17, 4.4.6

A seção 23.2325 dá instruções para proteção contra fogo, determinando, por exemplo, estruturas que devem ser feitos de materiais resistentes à chamas. A Tabela 12 apresenta as alterações feitas pelas FAA.

Tabela 12 – Alteração FAA - Proteção contra fogo.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2325	F3264-18b, 7.6	F3061/F3061M-17 10.3.2

5.1.5 Subparte E - Grupo Motopropulsor

Tabela 13 – Análise Subparte E - Grupo Motopropulsor.

RBAC 23	Título	ASTM
SUBPARTE E – GRUPO MOTOPROPULSOR		
23.2400	Instalação do grupo motopropulsor	F3264-18b, 8.1
23.2405	Sistemas automáticos de controle de potência ou de empuxo	F3264-18b, 8.2
23.2410	Avaliação de risco na instalação do grupo motopropulsor	F3264-18b, 8.3
23.2415	Proteção contra gelo do grupo motopropulsor	F3264-18b, 8.4
23.2420	Sistemas de reversos	F3264-18b, 8.5
23.2425	Características operacionais do grupo motopropulsor	F3264-18b, 8.6
23.2430	Sistemas de combustível	F3264-18b, 8.7
23.2435	Sistemas de admissão e exaustão do grupo motopropulsor	F3264-18b, 8.8
23.2440	Proteção contra fogo do grupo motopropulsor	F3264-18b, 8.9

A seção 23.2400 dá instruções sobre a instalação do grupo motopropulsor do avião, que deve incluir cada componente necessário para propulsão que afete a segurança da propulsão ou forneça energia auxiliar ao avião. As alterações da FAA são mostradas na Tabela 14.

Tabela 14 – Alteração FAA - Instalação do grupo motopropulsor.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2400	F3264-18b, 8.1	F3065/F3065M-15, 4.3

A seção 23.2410 determina que o requerente deve avaliar cada grupo motopropulsor separadamente e em relação a outros sistemas e instalações do avião. A FAA estipula alterações apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 – Alteração FAA - Avaliação de risco da instalação do grupo motopropulsor.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2410	F3264-18b, 8.3	F3264-18b, 8.3.2
	F3264-18b, 8.3.3	F3063/F3063M – 16a
	F3264-18b, 8.3.4	F3064/F3064M – 15
	F3264-18b, 8.3.5	F3065/F3065M – 15
	F3264-18b, 8.3.7	F3117 – 15

A seção 23.2415 aborda projeto do avião, com a finalidade de impedir a acumulação previsível de gelo ou neve para as quais a certificação é solicitada. Para essa norma, a FAA opera a alteação apresentada na Tabela 16.

Tabela 16 – Alteração FAA - Proteção contra gelo do grupo motopropulsor.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2415	F3264-18b, 8.4	F3063/F3063M F3066/F3066M F3065/F3065M

A seção 23.2420 discorre sobre sistema de reverso da aeronave, para que não haja condição insegura durante a operação normal do sistema e que o avião seja capaz de continuar o voo e pousar seguramente após qualquer falha única, combinação provável de falhas, ou mau funcionamento do sistema de reverso. As alterações sancionadas pela FAA são mostradas na Tabela 17.

Tabela 17 – Alteração FAA - Sistemas de reversos.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2420	F3264-18b, 8.5	F3065/F3065M - 15

A seção 23.2425 dá intruções sobre o grupo motopropulsor instalado, que deve funcionar sem quaisquer características perigosas durante a operação normal e de emergência, dentro da faixa de limitações operacionais para o avião e o motor. A seção também ressalta que o piloto deve ter a capacidade de parar o grupo motopropulsor em voo e religar o grupo motopropulsor dentro de um envelope operacional estabelecido A FAA estipula as alterações que são apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18 – Alteração FAA - Características operacionais do grupo motopropulsor.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2425	F3264-18b, 8.6	F3065/F3065M - 15 F3117 - 15

A seção 23.2430 discorre sobre o projeto dos sistemas de combustível da aeronave, de armazenamento de combustível e de reabastecimento/recarga de combustível. A FAA estabelece as alterações mostradas na Tabela 19.

Tabela 19 – Alteração FAA - Sistemas de combustível.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2430	F3264-18b, 8.7	F3066/F3066M - 15

A seção 23.2440 dá intruções para proteção contra fogo do grupo motopropulsor, assim como cada componente, linha, conexões e controle sujeitos a condições de fogo devem ser projetados e localizados para evitar perigos resultantes de fogo. As alterações estipuladas pela FAA são encontradas na Tabela 20.

Tabela 20 – Alteração FAA - Proteção contra fogo do grupo motopropulsor.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2440	F3264-18b, 8.9	F3066/F3066M-15 F3063/F3063M-16a

5.1.6 Subparte F - Equipamento

Tabela 21 – Análise Subparte F - Equipamento.

RBAC 23	Título	ASTM
SUBPARTE F – EQUIPAMENTO		
23.2500	Requisitos de sistemas a nível avião	F3264-18b, 9.1
23.2505	Instalação e funcionamento	F3264-18b, 9.2
23.2510	Equipamentos, sistemas e instalações	F3264-18b, 9.3
23.2515	Proteção de sistemas eletroeletrônicos contra efeitos de descargas atmosféricas	F3264-18b, 9.4
23.2520	Proteção contra efeitos de campos irradiados de alta intensidade (HIRF)	F3264-18b, 9.5
23.2525	Sistemas de geração, armazenamento e distribuição de energia	F3264-18b, 9.6
23.2530	Iluminação externa e de cabine de pilotos	F3264-18b, 9.7
23.2535	Equipamentos de segurança	F3264-18b, 9.8
23.2540	Voo em condições de gelo	F3264-18b, 9.9
23.2545	Elementos de sistemas pressurizados	F3264-18b, 9.10
23.2550	Equipamentos contendo rotores de alta energia	F3264-18b, 9.11

5.1.7 Subparte G - Interface com a Tripulação de Voo e Outras Informações

Tabela 22 – Análise Subparte G - Interface com a Tripulação de Voo e Outras Informações.

RBAC 23	Título	ASTM
SUBPARTE G – INTERFACE COM A TRIPULAÇÃO DE VOO E OUTRAS INFORMAÇÕES		
23.2600	Interface com a tripulação de voo	F3264-18b, 10.1
23.2605	Instalação e operação	F3264-18b, 10.2
23.2610	Marcação de instrumentos, marcação de controles, e placares	F3264-18b, 10.3
23.2615	Instrumentos de voo, navegação e propulsão	F3264-18b, 10.4
23.2620	Manual de voo do avião	F3264-18b, 10.5

A seção 23.2615 instrui sobre os instrumentos de voo, de navegação e de propulsão. Para essa norma, a FAA opera a alteação apresentada na Tabela 23.

Tabela 23 – Alteração FAA - Instrumentos de voo, navegação e propulsão.

RBAC 23	ASTM	Alteração FAA
23.2615	F3264-18b, 10.4	F3064/F3064M-15, 6

5.1.8 Requisitos do RBAC 23 Emenda 64 não contemplados na ASTM F3264-18b:

Levando-se em consideração a RBAC 23 Emenda 64, que se refere aos requisitos de aeronavegabilidade de aviões de categoria normal, os seguintes parágrafos são aplicáveis a aeronaves da categoria normal, com um único motor convencional e cabine não pressurizada, embora não sejam totalmente contemplados na norma ASTM F3264-18b:

Tabela 24 – Análise Apêndice A - Instruções de Aeronavegabilidade.

RBAC 23	Título	ASTM
23.2010	Meios aceitos de cumprimento	-
23.2205	Interação entre sistemas e estruturas	-
23.2310	Flutuabilidade para hidroaviões e anfíbios	-
APÊNDICE A - INSTRUÇÕES DE AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA		
A23.1	Instruções para Aeronavegabilidade Continuada	F2295-10 (LSA)
A23.2	Formato das Instruções para Aeronavegabilidade	F3173/F3173M-17
A23.3 (a)	Manual ou seção de manutenção do avião	F2483-12, 5.1 (LSA)
A23.3 (b)	Instruções de manutenção	F2483-12, 5.1, 8.1 - 8.3 (LSA)
A23.3 (c)	Informações e diagramas estruturais de janelas de inspeção	F2483-12, 6.1 (LSA)
A23.3 (d)	Detalhes para a aplicação de técnicas de inspeção especiais, incluindo testes radiográficos e ultrassônicos, em que tais processos são especificados pelo requerente	F2483-12, 5.3 (LSA)
A23.3 (e)	Informações necessárias para aplicar tratamentos de proteção à estrutura após a inspeção	F2483-12, Seções 6, 7 e 9 (LSA)
A23.3 (f)	Todos os dados relativos a fixadores estruturais, como identificação, recomendações de descarte e valores de torque	F2483-12, 5.1 (LSA)
A23.3 (g)	Uma lista de ferramentas especiais necessárias	F2483-12, 5.2 (LSA)
A23.4	Seção de limitações de aeronavegabilidade	F3174/F3174M-18, 4

5.1.9 Requisitos da ASTM F3264-18b não contemplados na RBAC 23 Emenda 64:

- 5.15 *Operating Limitations*
- 7.9 *Design and Construction Information*
- 8.10 *Powerplant Installation Information*

Numa análise geral dos requisitos constantes dos parágrafos listados, nota-se que apenas os referentes à aeronavegabilidade continuada não encontram correspondência mais detalhadas na norma F3264-18b. É necessário, a análise de outras normas ASTM para essa aplicabilidade. Em relação aos demais requisitos, nota-se que normalmente estabelecem parâmetros mais prescritivos em relação aos sistemas da aeronave, enquanto a norma ASTM F3264-18b é mais responsiva nestes aspectos.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho estudou-se os requisitos mínimos necessários para a certificação de aeronavegabilidade de uma aeronave categoria normal, comparando as normas RBAC e ASTM. Tal estudo possibilitou uma melhor compreensão das diferenças entre normas nacionais e internacionais de aeronavegabilidade para que uma aeronave possa operar com segurança.

O presente trabalho descreve a análise realizada nas normas da ASTM e no RBAC 23 Emenda 64, no que se refere aos requisitos de aeronavegabilidade de aeronaves de categoria normal, com o intuito de verificar a possibilidade de que um avião construído no Brasil, possa ser certificado internacionalmente. Com base nesta análise verificou-se que os requisitos de aeronavegabilidade, estabelecidos na norma ASTM F3264-18b, não estabelecem parâmetros suficientes para que sejam verificadas as condições adequadas de segurança de aeronaves de categoria. É necessário o cumprimento juntamente com as demais normas ASTM.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o intuito de continuar este estudo, pode-se propor as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Analisar quais normas ASTM são aplicadas referentes as subpartes não listadas da RBAC23 Emenda 64;
- Realizar a análise entre normas RBAC e ASTM para aeronaves de categorias de utilidade, aerobática, transporte regional e transporte.

REFERÊNCIAS

AEROMAGAZINE. **Cessna TTx**. 2019. Acesso em 04 de julho de 2022. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/legado-aerodinamico_1750.html.

ANAC. **ANAC. RBAC nº 23, Emenda nº 64, de 2 de agosto de 2019**. 2019. Disponível em: <https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/rbac21emd01.pdf>.

ANAC. **Cartilha com Orientação para Certificação de Projeto de Tipo**. 2019. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/certificacao-e-fabricacao/certificacao-de-produtos-aeronauticos/Cartilha_Certificao_Projeto_Tipo_v2.pdf.

ANAC. **Programa de Fomento à Certificação de Projetos de Aviões de Pequeno Porte**. 2019. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/planos-e-programas/ibr2020/@@display-file/arquivo_norma/iBR2020.pdf.

ANAC. **ANAC. RBAC nº 21, Emenda nº 01, de 29 de novembro de 2021**. 2021. Disponível em: <https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/rbac21emd01.pdf>.

ANAC. **Unidades da ANAC**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/unidades-da-anac>.

BRASIL. **Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005**. 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm.

CESSNA. **Cessna by Textron Aviation**. 2022. Acesso em 04 de julho de 2022. Disponível em: <https://cessna.txtav.com/>.

FAA. **14 CFR Part 23**. 2017. Acesso em 12 de julho de 2022. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-C/part-23>.

FLORIO, F. D. **Airworthiness: An introduction to aircraft certification and operations**. [S.l.]: Butterworth-Heinemann, 2016.

ICAO. **About ICAO**. 2021. Disponível em: <https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>.

LEVANDOWSKI, N. C. Manutenção de aeronaves do transporte aéreo brasileiro—da teoria à prática. **Revista da Graduação**, v. 6, n. 1, 2013.