

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



David do Espírito Santo Nogueira

**ESTUDO DE PROCEDIMENTOS PARA
AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE
SISTEMAS ESPACIAIS**

Trabalho de Graduação
2020

Curso de Engenharia Aeroespacial

David do Espírito Santo Nogueira

**ESTUDO DE PROCEDIMENTOS PARA
AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE
SISTEMAS ESPACIAIS**

Orientador

Prof. Dr. Willer Gomes dos Santos (ITA)

Coorientador

1º Ten Eng Antônio Vinícius Diniz Merladet (IFI)

ENGENHARIA AEROESPACIAL

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

Nogueira, David do Espírito Santo
Estudo de Procedimentos para Avaliação da Conformidade de Sistemas Espaciais / David do Espírito Santo Nogueira.
São José dos Campos, 2020.
63f.

Trabalho de Graduação – Curso de Engenharia Aeroespacial– Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020. Orientador: Prof. Dr. Willer Gomes dos Santos. Coorientador: 1º Ten Eng Antônio Vinícius Diniz Merladet.

1. Certificação. 2. Normas. 3. Sistemas aeroespaciais. 4. Regulamentação. 5. Engenharia aeroespacial. I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NOGUEIRA, David do Espírito Santo. **Estudo de Procedimentos para Avaliação da Conformidade de Sistemas Espaciais**. 2020. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: David do Espírito Santo Nogueira

TÍTULO DO TRABALHO: Estudo de Procedimentos para Avaliação da Conformidade de Sistemas Espaciais.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) / 2020

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



David do Espírito Santo Nogueira
Rua Rui Sérgio Rodrigues de Moura, 872
12.244-465 – São José dos Campos-SP

ESTUDO DE PROCEDIMENTOS PARA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE SISTEMAS ESPACIAIS

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação

David do Espírito Santo Nogueira

David do Espírito Santo Nogueira

Autor

Willer Gomes dos Santos

Willer Gomes dos Santos (ITA)

Orientador

Diniz.

Antônio Vinícius Diniz Merladet (IFI)

Coorientador

Prof. Dr^a. Cristiane Aparecida Martins
Coordenadora do Curso de Engenharia Aeroespacial

São José dos Campos, 18 de novembro de 2020.

Aos meus pais, Francisco e Edna, que me proporcionaram o melhor que podiam me dar para que eu pudesse escolher e trilhar meu futuro, além de me apoiarem em todas as minhas decisões.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter-me dado a inteligência necessária para estudar com consistência desde cedo para um dos vestibulares mais difíceis do país e por ter sido meu auxílio durante toda a graduação. Agradeço também a meus pais, por todo o apoio nesses 8 anos de estudo até, por fim, finalizar o curso de engenharia aeroespacial no ITA. Agradeço à minha namorada, Mayara, por ter estado ao meu lado nos últimos 3 anos em todos os momentos e agora poder celebrar este momento importante. Agradeço a todos os meus colegas de graduação por manterem a união até o último instante, o que foi fundamental para ter conseguido me formar neste ano. Agradeço ao meu orientador e professor Dr. Willer Gomes dos Santos por te me orientado nessa pesquisa tão importante para mim, seus conselhos foram fundamentais para que eu conseguisse escrever este trabalho de forma acadêmica e consistente. Ele foi realmente um mentor sempre me orientando com minhas ideias e sugerindo melhorias que me deixaram muito impressionado em relação a como este trabalho tem um potencial enorme. Agradeço também ao Cap. Silveira, 1º Ten. Diniz e Tecnol. Fernando pelas orientações e paciência para explicar as atividades do IFI e compartilhar as suas experiências no ramo. Isso me mostrou um pouco do mundo real na engenharia aeroespacial, o que me deixou extremamente motivado a evoluir cada vez mais neste trabalho. Se houvesse mais tempo, provavelmente faria muito mais, pois cada dia que passa, aprendo mais e mais sobre o assunto. Vejo o quanto esta monografia pode ser útil para o futuro dos estudos espaciais, espero poder contribuir ainda mais.

*"The greater our knowledge increases
the more our ignorance unfolds."*

— JOHN F. KENNEDY

Resumo

Este trabalho resume-se em padronizar normas de avaliação de conformidade de produtos espaciais a partir de normas já existentes do setor aeronáutico. Através disso, foi elaborado um método sistemático com procedimentos detalhados capazes de realizar a devida adaptação de qualquer norma ou regulamento que visa o setor espacial. Este método foi elaborado e aperfeiçoado no decorrer do trabalho até encontrar a melhor versão para as atividades de avaliação da conformidade de sistemas espaciais no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER) no Brasil. O método desenvolvido foi utilizado na prática através da elaboração de normas do setor espacial para as atividades recorrentes do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI). Vale ressaltar que tanto o método, quanto as normas elaboradas foram revisadas e aprovadas pelos especialistas do instituto. No fim deste trabalho foram feitas sugestões de trabalhos futuros que serão úteis nas atividades realizadas pelo IFI. O método aqui apresentado poderá ser usado como referência, porém recomenda-se a atentar-se, principalmente, às normas e os regulamentos citados ao longo deste trabalho. A principal motivação deste trabalho é servir de referência para a elaboração de futuras normas e no desenvolvimento espacial, já que esse campo é carente em trabalhos que abordam este tema. Isso ocorre pois, atualmente, a maioria das atividades espaciais no mundo são de ordem governamental, ou seja, muitos documentos são de caráter sigiloso, no entanto, a tendência é que isso mude cada vez mais com o aumento das empresas privadas neste ramo.

Abstract

This work is summarized in standardizing norms of conformity assessment of space products from already existing norms of the aeronautical sector. Through this, a systematic method with detailed procedures was developed, capable of adapting any standard or regulation aimed at the space sector. This method was elaborated and improved during this work until finding the best version for the activities of assessing the conformity of space systems within the scope of the Brazilian Air Force Command (COMAER). The developed method was used in practice through the elaboration of space sector standards for the recurrent activities of the Institute of Fomentation and Industrial Coordination (IFI). It is worth mentioning that both the method and the standards developed were reviewed and approved by the institute's specialists. At the end of this work, suggestions for future work were made that will be useful in the activities carried out by IFI. The method presented here can be used as a reference, but it is recommended to pay attention, mainly, to the standards and regulations mentioned throughout this work. The main motivation of this work is to serve as a reference for the elaboration of future standards and in the space development, since this area is lacking in works that approach this theme. This is because, currently, most space activities in the world are governmental initiatives, which means that many documents are confidential, however, the trend is that this will change more and more with the increase of private companies in this field.

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| FIGURA 2.1 – Aprovação de publicações: competência específica. (NSCA5-1, 2011) | 21 |
| FIGURA 2.2 – Esquema da hierarquia dos documentos | 23 |
| FIGURA 2.3 – Etapas do Processo de Certificação. (HARADA; PINHO, 2019) | 25 |
| FIGURA 3.1 – Certificado de Tipo do VSB-30. (HARADA; PINHO, 2019) | 35 |
| FIGURA 3.2 – Certificado Suplementar de Tipo do VSB-30. (HARADA; PINHO, 2019) | 36 |
| FIGURA 5.1 – Fluxograma do procedimento de como elaborar uma norma para o setor espacial a partir de uma norma do setor da aviação | 40 |
| FIGURA 5.2 – Esquema de como proceder para uma modificação de um produto. | 47 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| TABELA 5.1 – Principais mudanças válidas para todas as normas elaboradas | 42 |
| TABELA 5.2 – Principais mudanças válidas para a certificação de projeto | 43 |
| TABELA 5.3 – Principais mudanças válidas para ensaios de sistemas espaciais | 44 |
| TABELA 5.4 – Principais mudanças válidas para inspeção de conformidade | 45 |
| TABELA 5.5 – Principais mudanças válidas para a certificação de componente e EAS | 46 |
| TABELA 5.6 – Principais mudanças válidas para a modificação de certificação. | 47 |
| TABELA 5.7 – Principais mudanças válidas para a validação da certificação. | 48 |

Listas de Abreviaturas e Siglas

| | |
|---------|--|
| AEB | Agência Espacial Brasileira |
| APEA | Atestado de Projeto Espacial Aprovado |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| BI | Boletim Interno |
| CAvC | Divisão de Certificação de Aviação Civil |
| CBA | Código Brasileiro de Aeronáutica |
| Cemaden | Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais |
| CF | Constituição Federal |
| CLA | Centro de Lançamento de Alcântara |
| CLBI | Centro de Lançamento da Barreira do Inferno |
| CNAE | Comissão Nacional de Atividades Espaciais |
| COMAER | Comando da Aeronáutica |
| CPA | Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial |
| DCA | Diretriz do Comando da Aeronáutica |
| DCTA | Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial |
| DDP | Declaração de Projeto e Desempenho |
| DLR | Agência Espacial Alemã |
| DS | Dificuldade em Serviço |
| EADS | <i>European Aeronautic Defence and Space Company</i> |
| EAS | Equipamento de Apoio de Solo |
| ECSS | <i>European Cooperation for Space Standardization</i> |
| EI | Especialista em Inspeção |
| EMBRAER | Empresa Brasileira de Aeronáutica |
| ESA | Agência Espacial Europeia |
| FAA | Federal Aviation Administration |
| FAB | Força Aérea Brasileira |
| GT | Grupo de Trabalho |
| IAE | Instituto de Aeronáutica e Espaço |
| ICA | Instrução do Comando de Aeronáutica |
| IFI | Instituto de Fomento e Coordenação Industrial |

| | |
|------|--|
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| ITA | Instituto Tecnológico de Aeronáutica |
| MCR | Matriz de Comprovação de Requisitos |
| NPA | Norma Padrão de Ação |
| OC | Organização Certificadora |
| OM | Organização Militar |
| OPC | Organização de Projeto Credenciado |
| OR | Organização Requerente |
| PCP | Profissionais Credenciados em Projeto |
| PEB | Programa Espacial Brasileiro |
| PEV | Permissão Especial de Voo |
| SIGE | Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa |
| SSC | Agência Espacial Sueca |
| TIC | Tecnologia da Informação e Comunicação |

Sumário

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 | Definição do Problema | 16 |
| 1.2 | Hipóteses | 17 |
| 1.3 | Objetivo | 18 |
| 1.4 | Justificativas | 18 |
| 2 | FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 20 |
| 2.1 | Histórico do IFI | 20 |
| 2.2 | Publicações Oficiais do COMAER | 21 |
| 2.3 | Documentos Pertinentes do Trabalho | 22 |
| 2.4 | Definições Importantes | 24 |
| 2.4.1 | Avaliação de Conformidade | 24 |
| 2.4.2 | Aceitação | 24 |
| 2.4.3 | Certificação | 25 |
| 2.4.4 | Certificação de Produto | 25 |
| 2.4.5 | Certificação de Tipo | 26 |
| 2.4.6 | Certificação Suplementar de Tipo | 26 |
| 2.4.7 | Ciclo de Vida de Produtos e Sistemas Aeroespaciais | 26 |
| 2.4.8 | Divisão de Classes dos Produtos | 27 |
| 2.4.9 | Requisito | 27 |
| 2.4.10 | Segurança | 27 |
| 2.4.11 | Avaliação da Qualificação | 27 |
| 2.4.12 | Avaliação de Apronto para Operação de Lançamento | 28 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.4.13 | Base de Avaliação da Qualificação | 28 |
| 2.4.14 | Base de Certificação | 28 |
| 3 | REVISÃO TÉCNICA | 29 |
| 3.1 | Importância da Avaliação de Conformidade | 29 |
| 3.2 | Histórico dos Estudos Espaciais | 29 |
| 3.3 | Expectativa do Futuro Espacial | 31 |
| 3.4 | Consequência do Acidente do VLS-1 | 32 |
| 3.5 | Certificação do VSB-30 | 33 |
| 4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 37 |
| 4.1 | Elaboração das Normas e do Fluxograma | 37 |
| 5 | RESULTADOS | 39 |
| 5.1 | Método de Elaboração de Novas Normas | 39 |
| 5.2 | Instruções Gerais | 42 |
| 5.3 | Norma de Certificação de Projeto | 42 |
| 5.4 | Norma de Ensaios de Sistemas Espaciais | 44 |
| 5.5 | Norma de Inspeção de Conformidade | 45 |
| 5.6 | Norma de Certificação de Componente e EAS | 46 |
| 5.7 | Norma de Modificação na Certificação | 46 |
| 5.8 | Norma de Requisitos para Aceitação | 48 |
| 5.9 | Norma de Validação da Certificação | 48 |
| 5.10 | Discussões Gerais | 49 |
| 6 | CONCLUSÕES | 50 |
| 6.1 | Análise do Trabalho | 50 |
| 6.2 | Contribuições para a FAB | 51 |
| 6.3 | Trabalhos Futuros | 52 |
| | REFERÊNCIAS | 53 |
| | ANEXO A – PRIMEIRA PÁGINA DAS NORMAS ELABORADAS . . . | 56 |

| | | |
|-----|---|----|
| A.1 | Norma de Certificação de Projeto | 57 |
| A.2 | Norma de Ensaios de Sistemas Espaciais | 58 |
| A.3 | Norma de Inspeção de Conformidade | 59 |
| A.4 | Norma de Certificação de Componente e EAS | 60 |
| A.5 | Norma de Modificação na Certificação | 61 |
| A.6 | Norma de Requisitos para Aceitação | 62 |
| A.7 | Norma de Validação da Certificação | 63 |

1 Introdução

Atualmente, existem pouquíssimos documentos relacionados a procedimentos de certificação no mundo espacial. A busca por tais documentos foi um desafio para este trabalho, tanto que boa parte das referências citadas são brasileiras. Isso se dá pois a maioria dos estudos espaciais até o momento presente são de caráter governamental ou militar, em que há sigilo das informações com órgãos não envolvidos. Porém, com a evolução dos estudos espaciais, espera-se que o conhecimento atravesse as fronteiras e tenha mais facilidade no acesso. Portanto, a motivação deste trabalho é contribuir com os estudos espaciais no setor de procedimentos de certificação, visando o desenvolvimento aeroespacial no Brasil e no mundo. Este trabalho ainda foi apresentado em formato de artigo no XXII Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa (SIGE) (NOGUEIRA; SANTOS, 2020), organizado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), localizado na cidade de São José dos Campos - SP.

1.1 Definição do Problema

Desde a criação do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) em 1967, o estudo espacial cresceu bastante e os documentos no Brasil a respeito de aceitação, avaliação, qualificação e certificação não foram desenvolvidos na mesma progressão. Dentre estes documentos existem as Normas Padrão de Ação (NPAs), documentos internos de uma Organização Militar (OM) que permitem padronizar os procedimentos internos a serem seguidos nos serviços executados. Atualmente, no IFI, são utilizadas as NPAs do campo aeronáutico para a área espacial. Porém, sabe-se que há algumas diferenças na abordagem de missões espaciais e, portanto, utilizar documentos aeronáuticos no setor espacial podem causar divergências de interpretação.

No entanto, as NPAs do setor aeronáutico podem ser utilizadas como referência para se criarem as NPAs do setor espacial, visto que há certa similaridade em algumas etapas do processo. Desta forma, uma vez desenvolvido um procedimento específico para a aceitação, avaliação da qualificação e certificação dos sistemas espaciais, qualquer empresa do ramo saberá como avaliar os requisitos do projeto, assim como sua inspeção de conformidade,

entre outras análises.

No Brasil, não há muitos lançamentos de veículos espaciais, sendo que a maioria deles provém do meio militar. Desta forma, é importante para a Força Aérea Brasileira (FAB) que haja uma organização responsável por fiscalizar se as normas de segurança da Agência Espacial Brasileira (AEB) estão sendo obedecidas, além de assegurar-se de que haverá cumprimento da missão. Portanto, o problema a ser estudado neste trabalho foi baseado nesses critérios, e pôde ser formulado pelas seguintes questões:

- “Como avaliar se um produto aeroespacial pode ser aceito?”
- “Como elaborar uma NPA do setor espacial através das normas já existentes?”
- “Como as NPAs existentes do setor aeronáutico podem ajudar na adaptação para o setor espacial?”
- “Quais ações o engenheiro aeroespacial responsável deve tomar diante da certificação, da aceitação ou da avaliação de qualificação de um produto espacial?”

1.2 Hipóteses

Neste trabalho, foram esperados alguns resultados ao término de execução. Mesmo que não se atingisse exatamente o previsto, foi importante traçar algumas expectativas de modo a ter melhor direcionamento do projeto. Portanto, são listados a seguir os resultados esperados:

1. Acredita-se que um procedimento detalhado para elaboração de NPAs para o setor espacial irá auxiliar na avaliação de conformidade de produtos espaciais.
2. Com o desenvolvimento das novas NPAs, espera-se que as suas leituras tenham as mesmas interpretações sobre os procedimentos a serem tomados, independente de quem as leia.
3. Espera-se que as NPAs do campo aeronáutico sejam capazes de direcionar para a elaboração dos procedimentos necessários para o campo espacial.
4. Após as novas NPAs entrarem em vigor, espera-se que o tempo despendido no processo de avaliação de produtos espaciais seja menor do que é atualmente.
5. Espera-se que o requerente dos serviços do IFI/CPA tenha o devido conhecimento daquilo que se espera dele para o processo de aceitação, de avaliação da qualificação e de certificação.

6. Espera-se que, com esses documentos, o IFI/CPA mantenha sua assessoria técnica nas missões espaciais, mas com maior clareza e melhor comunicação com o requerente.

1.3 Objetivo

O objetivo geral do trabalho de graduação realizado pode ser descrito como:

Elaborar e padronizar procedimentos detalhados para Avaliação de Produtos Espaciais.

Os objetivos específicos, que caracterizam os resultados de etapas do projeto e constituem detalhamentos do objetivo geral, são definidos a seguir:

1. Estabelecer revisão bibliográfica sobre Atividades Espaciais no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER).
2. Familiarizar-se com as NPAs e as atividade espaciais existentes na divisão do IFI de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA).
3. Analisar Normas e Regulamentos relacionados a produtos espaciais.
4. Entender como são os processos dos órgãos reguladores de outros países para os produtos espaciais.
5. Definir um método para elaboração de NPAs para o setor espacial.
6. Aplicar o método proposto para um conjunto específico e relevante de normas.
7. Analisar os resultados obtidos e confrontar com as hipóteses previamente estabelecidas.

1.4 Justificativas

Para as avaliações de sistemas espaciais, a CPA é, algumas vezes, contratada pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), pela Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER) e pela Avibras Indústria Aeroespacial. Para melhor realização das atividades internas de cada Organização Militar (OM) foram estabelecidos os direcionamentos para cada tipo de serviço, através de Diretrizes do Comando da Aeronáutica (DCAs), de Instruções do Comando da Aeronáutica (ICAs) e de Normas Padrões de Ação (NPAs). A avaliação de um produto aeroespacial é um processo pelo qual uma organização reguladora verifica se um produto está em conformidade com os requisitos relativos à segurança e,

em alguns casos, ao cumprimento da missão. A forma da avaliação varia para a aceitação, avaliação da qualificação e certificação de cada produto.

Como existem apenas NPAs internas da CPA específicas para o processo de certificação no setor aeronáutico, mas não há nenhuma NPA para as atividades do setor espacial, a importância do projeto está relacionada a padronizar os procedimentos internos da CPA na execução de tarefas relacionadas à avaliação de produtos espaciais. Portanto, ao finalizar a confecção de NPAs específicas para o setor espacial e estas forem oficialmente publicadas, será de extrema importância à CPA, pois tornará o processo padronizado. Além disso, haverá mais clareza sobre todo o procedimento ao requerente do serviço, o que facilitará na comunicação entre as organizações envolvidas na aceitação, na avaliação da qualificação ou na certificação.

2 Fundamentos Teóricos

2.1 Histórico do IFI

A Organizaçāo Certificadora (OC) do Comando da Aeronáutica (COMAER) para o setor espacial é o Departamento de Ciēncia e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) (DCA800-2, 2019), de tal forma que tal departamento designa ao Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) a responsabilidade de ser o organismo de certificação espacial (ICA60-2, 2019).

O IFI foi criado para atender os serviços de certificação da área da aviação. Sua origem (1967) se deu na mesma época da criação da EMBRAER (1969), certificando o EMB-110 (mais conhecido como “Bandeirante”) em 1971. Desde então, o IFI participou ativamente de diversas etapas da aviação brasileira, como emissões de certificado de aeronavegabilidade, suporte técnico nas Dificuldade em Serviço (DS) ou ainda nas emissões de Permissão Especial de Voo (PEV). Durante muitos anos, a certificação de aeronaves civil também foi conduzida pelo IFI, onde havia uma divisão interna chamada de Divisão de Certificação de Aviação Civil (CAvC), que em 2006, junto com outros departamentos internos da aviação civil do DCTA, se transformaram no setor de aeronavegabilidade da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Para o setor espacial, como já havia a responsabilidade da certificação de projetos aeronáuticos pelo IFI, esta se estendeu aos projetos espaciais no Programa Espacial Brasileiro (PEB). Porém, formalmente, esta responsabilidade só foi designada com a publicação da DCA 800-2 pelo Comando da Aeronáutica (COMAER).

Atualmente, a missão, a visão e os valores do IFI podem ser encontrados em seu *website* oficial. São eles (IFI, 2020):

- **Missão:** Prestar serviços e realizar pesquisa de tecnologia industrial básica nas áreas de normalização, metrologia, certificação e coordenação industrial, para produtos e sistemas aeronáuticos militares e espaciais, a fim de fomentar o desenvolvimento de soluções científico-tecnológicas no campo do poder aeroespacial.
- **Visão:** Ampliar o reconhecimento como autoridade técnica de aeronavegabilidade

militar brasileira, bem como uma organização de vanguarda e de referência internacional para o fomento do complexo científico-tecnológico aeroespacial brasileiro.

- **Valores:** Integridade, Excelência, Comprometimento, Profissionalismo, Disciplina, Criatividade, Rigor Científico e Patriotismo.

2.2 Publicações Oficiais do COMAER

Publicação oficial é um documento aprovado pela autoridade competente e utilizado como meio de divulgação de normas, ordens, instruções, informações e conhecimentos. É necessário estabelecer os procedimentos para elaboração, controle e numeração das publicações oficiais convencionais, sendo de responsabilidade do Centro de Documentação e Histórico da Aeronáutica, órgão central do Sistema de Documentação do Comando da Aeronáutica (SISDOC). Cabem aos órgãos do COMAER a elaboração de publicações, possuindo, assim, autonomia de criação e edição. Por exemplo, a ICA 60-2 trata de assuntos espaciais e, como o DCTA é responsável por esta área, o próprio departamento desenvolveu tal documento. A Figura 2.1 apresenta a devida competência no processo de aprovação das publicações ou de suas respectivas alterações (NSCA5-1, 2011). Portanto, há diversos tipos de publicações provenientes da FAB, porém, para o trabalho em questão, as publicações mais importantes são as Diretrizes do Comando da Aeronáutica (DCA), as Instruções do Comando da Aeronáutica (ICA) e as Normas Padrão de Ação (NPA), sendo que esta última não consta na Figura 2.1.

| CARGO | ESPÉCIE DA PUBLICAÇÃO | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | DCA | FCA | ICA | MCA | NSCA | OCA | PCA | RCA | RICA | ROCA | TCA |
| Comandante da Aeronáutica | | | | | | | | | | | |
| Chefe do Estado-Maior da Aeronáutica | | | | | | | | | | | |
| Comandantes-Gerais; Diretores-Gerais; Secretário de Economia e Finanças da Aeronáutica | | | | | | | | | | | |
| Chefe do Gabinete do Comandante da Aeronáutica | | | | | | | | | | | |
| Comandantes, Chefes e Diretores de OM - cargo de Oficial General | | | | | | | | | | | |
| Chefes dos Órgãos Centrais de Sistema | | | | | | | | | | | |

Obs.: O Comandante da Aeronáutica poderá avocar para si a prerrogativa da aprovação de quaisquer publicações.

FIGURA 2.1 – Aprovação de publicações: competência específica. (NSCA5-1, 2011)

A Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) (NSCA5-1, 2011) é um documento

do alto comando destinado, primordialmente, para definição ou orientação da Política do COMAER nos campos de ação essenciais ao desenvolvimento e fortalecimento aeroespacial no âmbito global, setorial ou específico.

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) (NSCA5-1, 2011) é uma publicação destinada a divulgar regras, princípios, critérios, sugestões, programas de trabalho e metodologias sortidas, de caráter determinativo e diretivo, visando direcionar, de maneira inequívoca, a aplicação de leis, decretos, portarias e regulamentos.

A Norma Padrão de Ação (NPA) é usada para padronizar os procedimentos rotineiros seguidos para diversas atividades internas de uma Organização Militar (OM). Pode ser elaborada por um subordinado, mas deve ser aprovada pelo Comandante da OM. Sua efetivação, alterações e cancelamento devem constar no Boletim Interno (BI) da OM.

2.3 Documentos Pertinentes do Trabalho

A Figura 2.2 indica uma hierarquia das publicações relacionadas com o projeto de pesquisa. No topo da pirâmide, aparece a Constituição Federal (CF) e o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), que são as bases para a DCA que está na parte inferior da pirâmide. A DCA 800-2 (*Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no Comando da Aeronáutica*) aborda os temas relacionados ao setor da aviação e do espaço de maneira bem ampla, além de atribuir a responsabilidade de cada setor do COMAER no âmbito da qualidade e segurança dos produtos aeroespaciais desenvolvidos. Abaixo da diretriz aparece a ICA 60-2 (*Procedimento para Certificação de Produto e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial*), elaborada com base na ICA 57-21 (*Regulamentos de Aeronavegabilidade Militar - Procedimentos para Certificação de Produto Aeronáutico*), em que se apresentam procedimentos para a realização da garantia governamental da qualidade e para a certificação de produto aeronáutico. Desta forma, a ICA 60-2 prevê procedimentos para a avaliação e certificação de produtos espaciais. E por último, na base da pirâmide da Figura 2.2, encontram-se as NPAs, que são procedimentos internos de uma unidade visando um determinado serviço, como por exemplo, a certificação do projeto de um produto aeronáutico.

Além disso, no setor espacial, o Brasil é signatário de diversos tratados e acordos internacionais. Para os lançamentos comerciais, foram criados, para serem seguidos, os regulamentos de segurança da Agência Espacial Brasileira (AEB) (DCA800-2, 2019). Portanto, o Brasil deve seguir as devidas orientações em relação à segurança, independente se o lançamento é civil ou militar. As agências espaciais americana e alemã seguem o mesmo princípio através das orientações da *Federal Aviation Administration* (FAA) nos Estados Unidos (FAA, 2020) e da *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* (DLR) na

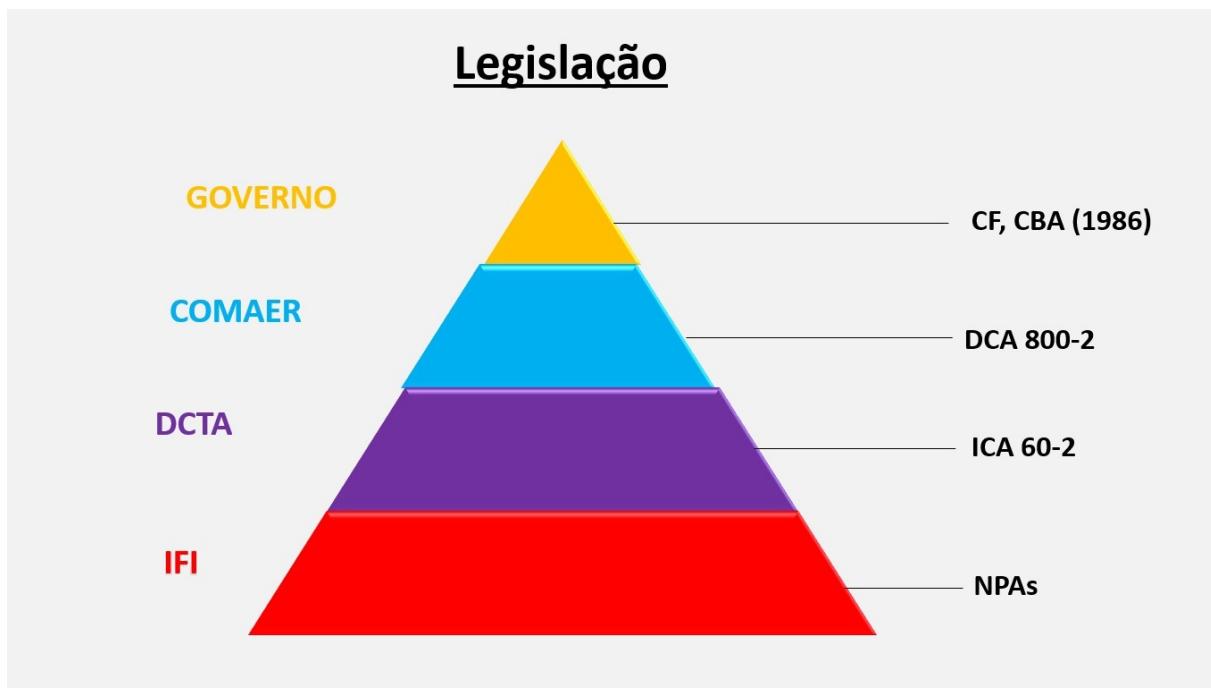


FIGURA 2.2 – Esquema da hierarquia dos documentos

Alemanha (DLR, 2020). As normas de segurança da AEB são (AEB, 2018):

- Regulamento Geral da Segurança Espacial.
- Regulamento Técnico Geral da Segurança Espacial.
- Regulamento Técnico da Segurança Ambiental.
- Regulamento Técnico da Segurança para Lançamento e Voo.
- Regulamento Técnico da Segurança para Carga Útil.
- Regulamento Técnico da Segurança para Complexo de Lançamento.
- Regulamento Técnico da Segurança para Veículo Lançador.
- Regulamento Técnico da Segurança para Intersítios.

Ainda há as normas *European Cooperation for Space Standardization* (ECSS), que apresentam diversos requisitos espaciais a serem cumpridos, mas abordando os sistemas espaciais de modo bem genérico. Nesses documentos há várias observações sobre cada sistema espacial, além de apresentar diversos testes que podem ser realizados para cada sistema. Portanto, é bastante interessante avaliar tais documentos a fim de realizar testes em um produto espacial. Além disso, há algumas observações que talvez ajudem na confecção das novas NPAs e, por isso, as normas ECSS foram inclusas como documentos importantes a serem analisados durante este projeto de pesquisa. As normas ECSS são

abertas ao público, sendo necessário apenas realizar o cadastro em seu *website* oficial¹ para ter acesso liberado.

2.4 Definições Importantes

Muitas definições são encontradas nos documentos citados na seção anterior. Entretanto, as mais importantes e relevantes para este projeto de pesquisa são apresentadas a seguir.

2.4.1 Avaliação de Conformidade

Avaliação de Conformidade é a demonstração de que requisitos pré-estabelecidos relacionados a um produto, processo, sistema, pessoa ou organismo são atendidos por meio de documentos ou declarações (DCA800-2, 2019). A avaliação da conformidade é classificada como:

- I. de primeira parte - quando é feita pelo fornecedor ou pelo fabricante;
- II. de segunda parte - quando é realizada pelo usuário ou operador do produto; e
- III. de terceira parte - quando é feita por organização independente, entre fornecedor e operador (usuário).

Para o COMAER, a avaliação da conformidade é publicada em documento específico conforme determinado pela Organização Certificadora (OC) do COMAER. Alguns exemplos desses documentos são declaração do fornecedor, qualificação, inspeção, aceitação e certificação (DCA800-2, 2019).

2.4.2 Aceitação

A aceitação é um processo conduzido pela OC para avaliar um veículo, componente ou equipamento da Organização Requerente (OR) de tal modo que há resultados atestando segurança e conformidade para a missão pretendida (DCA800-2, 2019).

Para a aceitação (DCA800-2, 2019), pode haver necessidade de um acordo entre a OC do COMAER e a OR, estabelecendo termos e condições para que os documentos, dados e procedimentos de responsabilidade da OR cumpram com os requisitos de segurança, de qualidade e/ou de cumprimento de missão e que sejam aceitos pela Organização Certificadora. Geralmente, é usado como resultado de avaliação de conformidade o documento

¹<https://ecss.nl/>

fornecido pelo requerente. A aceitação é atestada em documento conforme definido pela OC do COMAER.

2.4.3 Certificação

Certificação é um processo conduzido pela OC que busca reconhecer que um sistema, produto, organização ou pessoa cumpre - após verificação técnica adequada - todos os requisitos contratuais do produto conforme definidos pela OC (DCA800-2, 2019). Geralmente, a certificação é um processo de avaliação de conformidade que segue as normas e os regulamentos mundialmente aceitos. Um produto aeronáutico certificado, por exemplo o EMB-110, pode ser produzido e comercializado em larga escala pela confiança no cumprimento de todos os requisitos julgados necessários do seu projeto e da sua fabricação. Ao término do processo de certificação, é emitido um certificado ou atestado formal para o requerente da certificação sobre o produto certificado. O processo de certificação contribui de forma significativa para o desenvolvimento tecnológico no setor aeroespacial, pelo motivo de que a certificação é aplicável a vários produtos de série, em contraste aos outros métodos que, em tese, requerem sua repetição. A Figura 2.3 apresenta resumidamente as etapas do processo de certificação.

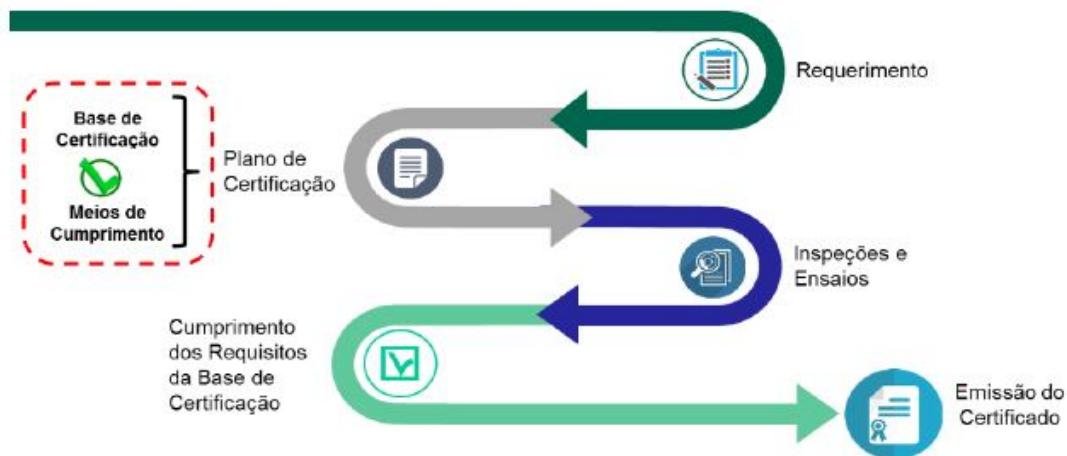


FIGURA 2.3 – Etapas do Processo de Certificação. (HARADA; PINHO, 2019)

2.4.4 Certificação de Produto

Certificação de produto refere-se ao processo de certificação de projeto e garantia governamental de sua qualidade (DCA800-2, 2019). A Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA) é responsável pela Certificação de Projeto, mas não se envolve nas questões referentes à certificação de produção (fabricação do produto). Portanto, vale ressaltar que apesar do nome na CPA indicar “Certificação de Produtos Espaciais”, esta

não faz a certificação completa do produto, apenas do projeto.

2.4.5 Certificação de Tipo

Processo pelo qual a OC verifica que o projeto de um produto Classe I está de acordo com os requisitos técnicos relacionados ao cumprimento da missão e à segurança e os reconhece oficialmente, mediante a emissão de um Certificado de Tipo (ICA60-2, 2019).

2.4.6 Certificação Suplementar de Tipo

Processo pelo qual a OC comprova que a modificação de projeto de um Produto Classe I com um Certificado de Tipo ou de um Produto Classe II ou III com um Atestado de Projeto Espacial Aprovado (APEA) está de acordo com os requisitos técnicos relacionados ao cumprimento da missão e à segurança (ICA60-2, 2019). Assim, a OC reconhece oficialmente isso, mediante a emissão de um Certificado Suplementar de Tipo ou de uma revisão do APEA.

2.4.7 Ciclo de Vida de Produtos e Sistemas Aeroespaciais

O Ciclo de Vida de Produtos e Sistemas Aeroespaciais (DCA400-6, 2007) é subdividido em nove fases (apresentadas abaixo), sendo que o IFI/CPA participa mais diretamente das fases 4, 5, 6 e 8.

- 1) Concepção;
- 2) Viabilidade;
- 3) Definição;
- 4) Desenvolvimento/Aquisição;
- 5) Produção;
- 6) Implantação;
- 7) Utilização;
- 8) Revitalização, Modernização ou Melhoria; e
- 9) Desativação.

2.4.8 Divisão de Classes dos Produtos

Os produtos aeroespaciais são subdivididos em três classe (ICA60-2, 2019):

- I. **Produto Classe I:** é um veículo de sondagem, veículo lançador de satélites (ou de outros objetos no espaço), satélite ou qualquer veículo espacial;
- II. **Produto Classe II:** é qualquer produto considerado componente de um Produto Classe I ou que seja interno deste (como tanques de propelente, envelope motor, antena embarcada, motor foguete, transmissor, turbobomba, experimentos científicos, câmeras embarcadas, entre outros); e
- III. **Produto Classe III:** é qualquer Equipamento de Apoio de Solo (EAS) (por exemplo, sistemas de solo de rastreamento de trajetória, transmissão de dados de telemetria e terminação de voo, e plataforma de lançamento)

2.4.9 Requisito

Requisito é uma expectativa ou necessidade expressa de forma obrigatória (DCA800-2, 2019). Um conjunto de requisitos é dado por um documento que define critérios a serem atendidos, de forma a criar a Matriz de Comprovação de Requisitos (MCR) que confirma a verificação dos requisitos. Se algo destoou daquilo que foi previsto, deve-se confrontar o quanto está em desacordo e se é aceitável tal divergência para a devida avaliação de conformidade.

2.4.10 Segurança

Segurança é um estado de um sistema ou produto, no qual todas as condições que podem levar à morte ou causar ferimentos, doenças ocupacionais, danos ou perda de equipamentos, danos à propriedade ou ao meio ambiente são eliminados, ou riscos decorrentes de sua existência são reduzidos, controlados e mantidos dentro de níveis aceitáveis (DCA800-2, 2019).

2.4.11 Avaliação da Qualificação

Avaliação da Qualificação é a avaliação realizada pelo IFI, da qualificação executada pela organização responsável pelo projeto, no setor de um processo de avaliação da conformidade pré-acordada com o IFI (ICA60-2, 2019). Muitas vezes, esse processo ocorre como uma substituição à certificação, quando esta não é possível.

2.4.12 Avaliação de Apronto para Operação de Lançamento

Avaliação de Apronto para Operação de Lançamento é o processo pelo qual o IFI, anteriormente a uma operação de lançamento, avalia as condições de prontidão do veículo a ser lançado na operação, dos EAS nos centros de lançamento, dos procedimentos de planejamento e dos processos de operações, que possam interferir na segurança e no cumprimento da missão, por meio da análise de documentações técnico-operacionais pertinentes e inspeções, se necessário, com o objetivo de garantir a conformidade da operação e a demonstração de cumprimento de requisitos relevantes à inspeção de conformidade (ICA60-2, 2019).

2.4.13 Base de Avaliação da Qualificação

Base de Avaliação da Qualificação é um conjunto de requisitos, proposto pelo requerente e avaliado pelo IFI, que traduz o compreendimento comum de quais características o produto deve possuir (ICA60-2, 2019).

2.4.14 Base de Certificação

Base de Certificação é um conjunto de requisitos, proposto pelo requerente e aceito pelo IFI, que traduz o compreendimento comum de quais características o produto deve possuir de forma a garantir a segurança e o cumprimento da missão (ICA60-2, 2019). Seu conteúdo depende da particularidade de cada produto avaliado no processo de certificação e consiste de uma combinação dos seguintes fatores: especificação técnica do produto, normas, legislação, regulamentos e requisitos técnicos suplementares solicitados pelo requerente.

3 Revisão Técnica

3.1 Importância da Avaliação de Conformidade

O processo de qualificação e de controle de qualidade normalmente são limitados aos interesses de um produtor e entre um fornecedor e um cliente (RUSSELL *et al.*, 2019). A certificação é mais frequente entre um produtor e um órgão regulador. Métodos rigorosos para verificação e validação devem ser desenvolvidos para garantir que as falhas do sistema não ocorram, a fim de garantir que o sistema funcione conforme necessário e para demonstrar que os requisitos de certificação podem ser satisfeitos (JACKLIN *et al.*, 2005).

Os atributos de um regime de controle de qualidade contínuo são constituídos pelo Sistema de Gestão de Qualidade (fornecido pelo fabricante do sistema), pela definição de variáveis críticas de controle e das medidas do produto e, pelos níveis de controle dos atributos de um determinado produto que o diferencie entre aceitável ou inaceitável. Por isso, é importante que cada subsistema tenha requisitos específicos para que garanta segurança e o cumprimento da missão a que se destina. Para isso, é essencial uma boa metodologia para verificar e validar, de forma que garanta a alta qualidade dos produtos (RUSSELL *et al.*, 2019).

3.2 Histórico dos Estudos Espaciais

No mundo aeronáutico, o conceito de certificação já está bem evoluído, tanto que há muitos aviões decolando e pousando a todo momento no mundo inteiro, porém não foi sempre assim. Houve muita evolução desde o primeiro voo do 14-bis e do Demoiselle de Santos Dumont e do Flyer dos irmãos Wright no início do século XX.

Devido ao crescimento econômico dos Estados Unidos no começo do século XX, foi lá onde mais se desenvolveu a tecnologia inovadora da época: a aviação. Foi onde se deu a origem da FAA, inicialmente chamada de “*Federal Aviation Act*”, criada em 1926, juntamente com o “*Air Commerce Act*”, dando marco à regulamentação da aviação. O governo americano delegou à esta agência a responsabilidade de certificar pilotos e aero-

naves, dando origem às primeiras regras da indústria aeronáutica (WELLS; RODRIGUES, 2003). Em 1967, foi renomeada para *Federal Aviation Administration*.

Inicialmente, as aeronaves eram testadas individualmente buscando validar os requisitos específicos para a missão que a aeronave iria realizar, sendo como um processo de “aceitação”. No entanto, com o passar do tempo, as viagens aeronáuticas foram se tornando cada vez mais comuns e, como passou a envolver mais pessoas, era necessário garantir a segurança delas ao entrarem dentro do avião. Entretanto, realizar os testes individualmente de cada aeronave é inviável por necessitar de muitos recursos humanos para validar os requisitos. Portanto, criou-se um procedimento de certificação do setor da aviação, o que garante que um determinado tipo de aeronave sempre cumprirá uma determinada base de requisitos, caso seja de um mesmo projeto e de uma mesma fabricação.

Para o setor espacial, a ideia é seguir essa mesma evolução, contudo, por enquanto, a certificação ainda não é muito comum, pois o desenvolvimento de veículos espaciais é complexo e não é feito em larga escala como é no setor aeronáutico. Dessa forma, para o setor espacial é mais comum no mundo todo a aceitação do produto para uma determinada missão. A aceitação não necessita de uma base de requisitos tão extensa como é para a certificação, além de ser mais flexível ao não cumprimento de algum requisito. No futuro, acredita-se que haverá mais certificações de veículos espaciais, porém os estudos espaciais caminham mais devagar que os estudos aeronáuticos. Além disso, o desenvolvimento do setor espacial começou na Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética, em que a motivação maior do estudo era provar o poderio militar e tecnológico da nação. Porém, era extremamente caro às duas nações todas aquelas missões e não havia tanto retorno financeiro. Após a corrida espacial, os estudos espaciais desaceleraram, por isso, mesmo depois de 50 anos desde que o homem foi à Lua, ainda há muito a se desenvolver até haver tantos lançamentos de veículos espaciais quanto de decolagens de aeronaves.

No Brasil, o Programa Espacial Brasileiro (PEB) começou em 1961, com a criação da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), ambos em São José dos Campos (SP). Em 1965, foi inaugurado o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) em Natal (RN), onde iniciaram-se os lançamentos em território brasileiro. Em 1966, foi formado o Grupo Executivo e de Trabalhos e Estudos de Projetos Espaciais (Getepe) para ser o responsável pelo desenvolvimento de foguetes e para envolver o Ministério de Aeronáutica da época com as atividades da CNAE. Em 1983 foi criado o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), em Alcântara (MA), devido à sua posição geográfica que oferece uma excelente relação custo-benefício para lançamentos, com economia de combustíveis (ROLLEMBERG *et al.*, 2009).

Esses procedimentos de avaliação de produtos são importantes pelo fato de que as instituições de aviação, espaço e defesa devem fornecer, e aperfeiçoar continuamente, pro-

dutos e serviços seguros e confiáveis de forma que obedeçam os requisitos regulamentares, atendendo ao cliente (RUSSELL *et al.*, 2019).

3.3 Expectativa do Futuro Espacial

Em 1945, Arthur Clarke (CLARKE, 1945) criou o conceito “Espaço 1.0” ao comentar sobre os satélites geoestacionários nos primeiros estudos relacionados a este tipo de órbita. Se sonhava que um dia se conseguisse cobertura de rádio global, telefonia intercontinental de longa distância, transmissão global de TV e localização precisa disponível no céu e nos oceanos. Pensando há 75 anos atrás, tudo isso parecia impossível, entretanto, com toda esse desenvolvimento que presenciamos, é possível avançar ainda mais e, por isso, torna-se tão necessário no setor espacial.

Em 2015, no trabalho de Sacchi *et al.* (2015), um questionamento foi feito da seguinte forma: “Além dos nichos de mercado bem consolidados de DVB-S e GPS/GNSS, ainda há espaço para comunicações espaciais no futuro mercado de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)?” Isso foi questionado pois a cobertura de sinais de aparelhos celulares e de internet ao longo do globo é bem baixa, limitando-se principalmente às áreas urbanas. Por isso, já que satélites conseguem cobrir todo o globo, há resistência a desastres e baixo custo de manutenção, é possível solucionar o problema citado anteriormente. Teoricamente, a capacidade de conexão por satélite é claramente maior que a capacidade terrestre. Além disso, os custos monetários de manutenção e o impacto ambiental das conexões via satélite são muito menores do que os das conexões terrestres. A internet do futuro deve ser global “em qualquer lugar e a qualquer hora”, além de ser capaz de auxiliar a sociedade em emergências e ser confiável na sua função. Esta revolução esperada pode ser denominada como “Espaço 2.0”.

Analisando o cenário nacional brasileiro, uma constelação de satélites monitorando partes do território trará inúmeros benefícios ao Brasil, como maior eficiência e menor custo de operacionalidade. Em (SILVA *et al.*, 2020a), é proposto fazer esse monitoramento na costa litorânea brasileira que sofre com desastres não naturais (por exemplo, derramamento de óleo no oceano), como também sofre com tráfico de drogas e de armas de organizações criminosas. A responsabilidade deste monitoramento é da Marinha Brasileira, porém a costa brasileira é muito grande, o que dificulta cobrir toda sua totalidade. Em (SILVA *et al.*, 2020b), é proposto realizar o monitoramento da fronteira terrestre brasileira, que sofre há muitos anos com imigrantes ilegais e tráfico de drogas e armas, visto que muitas das fronteiras são inhabitadas. A responsabilidade deste monitoramento é do Exército Brasileiro, contudo há o mesmo problema de ser uma extensão territorial muito grande. Portanto, é importante ao Brasil desenvolver métodos mais eficientes destes mo-

nitoramentos e um método possível para o futuro é utilizar constelação de satélites que sejam capazes de realizar a cobertura do país de forma eficaz e enviar informações às bases terrestres rapidamente para as unidades do Exército e da Marinha agirem.

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) foi criado em 2011 e sua competência é, principalmente, elaborar alertas para desastres naturais e aperfeiçoar métodos de monitoramentos de desastres (CEMADEN, 2020). Em (AZEVEDO *et al.*, 2020) é sugerido também uma constelação de satélites monitorando as ocorrências de desastres naturais a fim de contribuir com o Cemaden em sua missão. É sugerido a implementação de CubeSats nessa constelação, devido ao baixo custo de lançamento e flexibilidade e rapidez na construção. Essa inovação está transformando o setor espacial.

É válido citar também que já se pensa na economia espacial com o surgimento de empresas privadas no ramo espacial, tal como a SpaceX, cujo sócio majoritário é o empresário Elon Musk. Isso é um marco no desenvolvimento cuja tendência é o crescimento nesse mercado. Portanto, é importante o estudo da avaliação da conformidade de sistemas espaciais de modo a garantir a qualidade dos produtos.

3.4 Consequência do Acidente do VLS-1

No início da tarde do dia 22 de agosto de 2003, o terceiro protótipo brasileiro do veículo lançador de satélite (VLS-1 V03) passou por um incêndio e foi destruído, durante a preparação para o lançamento (FEDERAL *et al.*, 2004). Em fevereiro de 2004 foi publicado o Relatório de Investigação do Acidente Ocorrido com o VLS-1 V03, conforme a referência citada. Esse relatório traz diversas análises e recomendações que afetam diretamente o desenvolvimento de veículos espaciais brasileiros. Por essa razão, é de extrema importância a discussão do tema.

No início do desenvolvimento de produtos espaciais, a segurança das operações de lançamento não era tratada com o mesmo rigor dos dias atuais e, infelizmente, houve o acidente do VLS-1 em 2003 na cidade de Alcântara – MA, o que abalou fortemente os desenvolvimentos espaciais brasileiros. No VLS-1 V02 foi solicitado ao IFI para acompanhar a qualidade do veículo na intenção de adotar procedimentos de certificação, porém não havia efetivo suficiente do instituto para acompanhar o processo (FEDERAL *et al.*, 2004).

A partir do acidente, a importância da segurança ficou muito evidente, o que fez que no relatório de investigação fossem adotadas diversas normas para a garantia da qualidade do produto, passando por procedimentos de certificação, em conjunto com o IFI, independente do prazo para o cumprimento da missão. No Capítulo 5 do relatório (FEDERAL *et al.*, 2004), ficou como recomendação obrigatória para o retorno ao voo de qualquer veículo

espacial a adoção de procedimentos de certificação conduzidos juntamente ao IFI. Esses procedimentos não necessariamente são para a certificação em si, mas sim para qualquer forma de avaliação de conformidade do veículo, tal como aceitação e avaliação da qualificação. Também foi orientado o estudo de diversas normas da época, de tal forma a buscar a certificação do projeto do VLS-1. Desde então, houve apenas a certificação do veículo espacial VSB-30 junto ao IFI em 2004, retornando às operações de lançamentos no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) somente em 2012.

A partir dessa data, todas as assessorias técnicas do IFI (principalmente para aceitação de veículos espaciais) foram baseadas nas normas internas da CPA focadas na aviação (com a devida adaptação). Ao longo do tempo, muito se evoluiu nos estudos espaciais, em especial, na questão da segurança. Portanto, tornou-se necessário, a elaboração de uma instrução - assim como há a ICA 57-21 para aviação - para o setor espacial, através da elaboração da ICA 60-2, que foi publicada oficialmente pelo DCTA em 2019. Por fim, torna-se necessário, ainda, a elaboração de procedimentos padrões para as atividades espaciais da CPA, através das NPAs.

3.5 Certificação do VSB-30

O VSB-30 é um veículo suborbital com dois estágios a propulsão sólida capaz de transportar cargas úteis científicas e tecnológicas, de até 400 kg, para experimentos na faixa de 270 km de altitude (IAE, 2020). A ideia do VSB-30 surgiu de um contato da Agência Espacial Alemã (DLR) ao Centro Técnico Aeroespacial (CTA), atual DCTA, e ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) sobre a possibilidade de desenvolver um propulsor que seria usado como *booster* para o veículo de sondagem VS-30, de forma a aperfeiçoá-lo no emprego no Programa Europeu de Microgravidade e esses experimentos de microgravidade eram de interesse da AEB. O seu desenvolvimento foi iniciado em 2001 e o primeiro voo ocorreu em 23 de outubro de 2004, no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), na Operação Cajuana (IAE, 2020).

A certificação do VSB-30 junto ao IFI foi realizada com base na Resolução n.º 60, de 17 de maio de 2004, do Conselho Superior da AEB, e na ICA 80-2 (*Certificação de Produto e Garantia Governamental de Qualidade*), aprovada pela Portaria n.º 699/GC3, de 6 de julho de 2006, do COMAER (HARADA; PINHO, 2019). No dia 16 de outubro de 2009, o COMAER e o DCTA anunciaram a certificação do VSB-30 (Certificado de Tipo nº 001T2009), conforme mostra a Figura 3.1, o que o tornou apto para a produção em série. Este foi o primeiro veículo aeroespacial brasileiro a ser certificado e contou com a participação do IFI nas fases 4, 5 e 6 do ciclo de vida de um produto aeroespacial definido na Seção 2.4.7. Alguns meses antes, o VSB-30 havia sido qualificado pela Agência Espacial

Sueca (SSC).

A certificação do VSB-30 teve a colaboração da Agência Espacial Europeia (ESA), do DLR e da SSC, além das empresas *Kayser-Threde GmbH* e *European Aeronautic Defence and Space Company* (EADS) (CARVALHO *et al.*, 2012).

A base de certificação do VSB-30 possui 266 requisitos dentre os quais foram validados a partir de documentos provenientes do IAE durante o desenvolvimento do veículo (HARADA; PINHO, 2019). Para a validação desses requisitos, foram utilizados 219 documentos.

O processo da certificação do VSB-30 seguiu as etapas previstas na Figura 2.3. Tais fases foram seguidas para o caso específico da seguinte forma (CARVALHO *et al.*, 2012):

- **Requerimento:** Primeira discussão sobre a base de certificação a ser proposta, levando em consideração os regulamentos aplicáveis, a segurança, as normas padrões e os possíveis ajustes, quando aplicável. Estudar o projeto em desenvolvimento e os meios para comprovação de requisitos da base de certificação. Traçar um orçamento deste projeto. Elaborar acordos entre as instituições envolvidas. Definir prazos.
- **Planejamento:** Definição da base de requisitos para certificação. Apresentação desta e do dossiê de construção ao IFI. Definição dos participantes, dos recursos necessários e das atividades a serem realizadas.
- **Execução:** Proposta de ensaios para comprovação dos requisitos. Presença do IFI (Organização Certificação) nos ensaios. Apresentação dos relatórios sobre os ensaios para aprovação e, solicitação das alterações necessárias à base de certificação.
- **Aprovação:** Apresentação de um relatório descrevendo os requisitos cumpridos e as limitações que o projeto apresenta. Finalização do processo e emissão do certificado pelo IFI.



FIGURA 3.1 – Certificado de Tipo do VSB-30. (HARADA; PINHO, 2019)

Todo esse estudo do veículo espacial VSB-30 gerou reconhecimento internacional no setor espacial para o Brasil. O VSB-30 realizou até o presente momento 29 lançamentos, sendo 4 deles realizados no CLA, 23 deles realizados no Centro de Lançamento de Esrange, na Suécia, 1 deles realizado no Centro de Lançamento de Woomera, na Austrália, e 1 deles realizado no Centro de Lançamento de Andøya, na Noruega (SPACE, 2020).

Ainda em 30 de junho de 2015 emitiu-se o Certificado Suplementar de Tipo nº 001S22015 relativo a algumas modificações realizadas no projeto do veículo, conforme mostra a Figura 3.2 (HARADA; PINHO, 2019). O IFI participou da fase 8 do ciclo de vida do VSB-30 neste caso.



FIGURA 3.2 – Certificado Suplementar de Tipo do VSB-30. (HARADA; PINHO, 2019)

A ICA 80-2 foi desenvolvida para a certificação do VSB-30 e desde então, as Instruções do Comando da Aeronáutica atualizaram-se, inclusive para o setor da aviação. Em 2019 foi publicada a ICA 60-2 como sendo a base dos procedimentos de avaliação da conformidade de sistemas espaciais.

4 Procedimentos Metodológicos

Este trabalho se iniciou identificando o problema existente, definindo o objetivo principal a ser atingido, traçando hipóteses do que se esperava ao final do trabalho e justificando o porquê de fazer o que foi feito. Ainda foram definidas metas de modo a traçar um cronograma de planejamento de tudo que seria feito. Com toda essa clareza, o trabalho foi realizado com um foco principal: "Elaborar e padronizar procedimentos detalhados para Avaliação de Produtos Espaciais".

A partir daí, passou-se pela familiarização das Normas Padrões de Ação (NPAs) da aviação aplicáveis na Divisão de Certificação de Produtos Aeroespaciais (CPA), juntamente com as atividades espaciais recorrentes da divisão. Entendendo como a CPA age perante as atividades demandadas, foram estudadas a DCA 800-2 (*Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no Comando da Aeronáutica*) e a ICA 60-2 (*Procedimento para Certificação de Produto e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial*) de modo a entender como o Comando da Aeronáutica (COMAER) e o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) dirigem as atividades espaciais. Também foram analisados os regulamentos de segurança da Agência Espacial Brasileira (AEB) em AEB (2018) para entender suas orientações quanto à segurança.

4.1 Elaboração das Normas e do Fluxograma

Antes de dar início à elaboração das NPAs no âmbito espacial, pôde-se traçar um primeiro fluxograma de como proceder na elaboração das normas do setor espacial a partir das normas existentes do setor da aviação. Este fluxograma passou a ser utilizado na elaboração da norma de certificação de projeto e, como essa norma é a maior, foi-se aperfeiçoando o fluxograma constantemente até ter a sua quarta versão. A partir disso, passou-se a editar as normas de ensaios e de inspeção de conformidade, até que viu-se necessidade de incluir a ICA 57-21 (*Regulamentos de Aeronavegabilidade Militar - Procedimentos para Certificação de Produto Aeronáutico*) como um documento importante a se analisar na confecção das normas do setor espacial. Foram até feitas revisões das 3 normas previamente elaboradas para checar o que podia ser melhorado com o novo

fluxograma. No decorrer da elaboração das normas de modificação e de certificação de componente e Equipamentos de Apoio de Solo (EAS) foi utilizada essa quinta versão do fluxograma, porém houve algumas pequenas mudanças até chegar na versão final, onde se encontra no capítulo de resultados deste trabalho (Figura 5.1). As normas seguintes, de requisitos para aceitação e validação da certificação, foram elaboradas com a versão final. Ainda, no decorrer do trabalho, percebeu-se que as normas da *European Cooperation for Space Standardization* (ECSS) poderiam ser úteis na elaboração das NPAs, até porque aquelas são utilizadas nas atividades espaciais do DCTA.

A versão do fluxograma anterior à versão final foi revisada por dois especialistas da CPA, em que foram feitas pequenas sugestões para deixá-lo ainda melhor. Através de toda essa evolução, pôde-se perceber o quanto foi útil ter um método apropriado para a elaboração de procedimentos de avaliação da conformidade de sistemas espaciais. Não se tem a comprovação de que o método utilizado é o melhor, porém houve uma evolução nítida no tempo despendido nas primeiras normas em comparação às últimas normas.

5 Resultados

Neste trabalho foi obtido a melhor versão do fluxograma, até o momento, do procedimento a ser seguido na elaboração de normas do setor espacial a partir das normas do setor aeronáutico já existentes. Utilizando o fluxograma na prática, foram elaboradas sete normas que são apresentadas como resultados neste capítulo. Desta forma pôde-se aperfeiçoar o procedimento durante a elaboração das normas apresentadas a seguir.

5.1 Método de Elaboração de Novas Normas

O principal resultado deste projeto de pesquisa foi criar um procedimento a ser seguido, visando a elaboração de um método sistemático para avaliação de conformidade de sistemas espaciais, a partir dos procedimentos existentes para a avaliação de conformidade de sistemas aeronáuticos. O motivo disso é para que uma organização certificadora (por exemplo, o IFI) possa atingir o nível de aceitação, avaliação de qualificação ou certificação do produto espacial. Portanto, o objetivo por trás deste projeto é que o método sistemático melhore a comunicação da instituição requerente com a instituição certificadora, além de agilizar o processo.

Na maioria dos procedimentos existentes do setor da aviação existem vários procedimentos análogos àqueles presentes nas normas do setor espacial, diferenciando apenas em alguns detalhes específicos que foram estudados e adaptados para melhor execução da avaliação de conformidade. De acordo com a Figura 5.1, deve-se seguir o procedimento detalhado do fluxograma a fim de elaborar uma NPA para o setor espacial tendo como base uma NPA de aviação.

1. O processo se inicia analisando qual é o tipo de norma de aviação que está sendo revisada, seguindo para a procura de onde aquele assunto que está sendo tratado se aplica na ICA 60-2. O próximo passo é realizar a devida leitura, de modo a entender como é previsto pelo DCTA para que o serviço seja executado.
2. Tendo o conhecimento prévio, inicia-se a leitura da NPA de referência sempre pensando no passo seguinte do fluxograma.

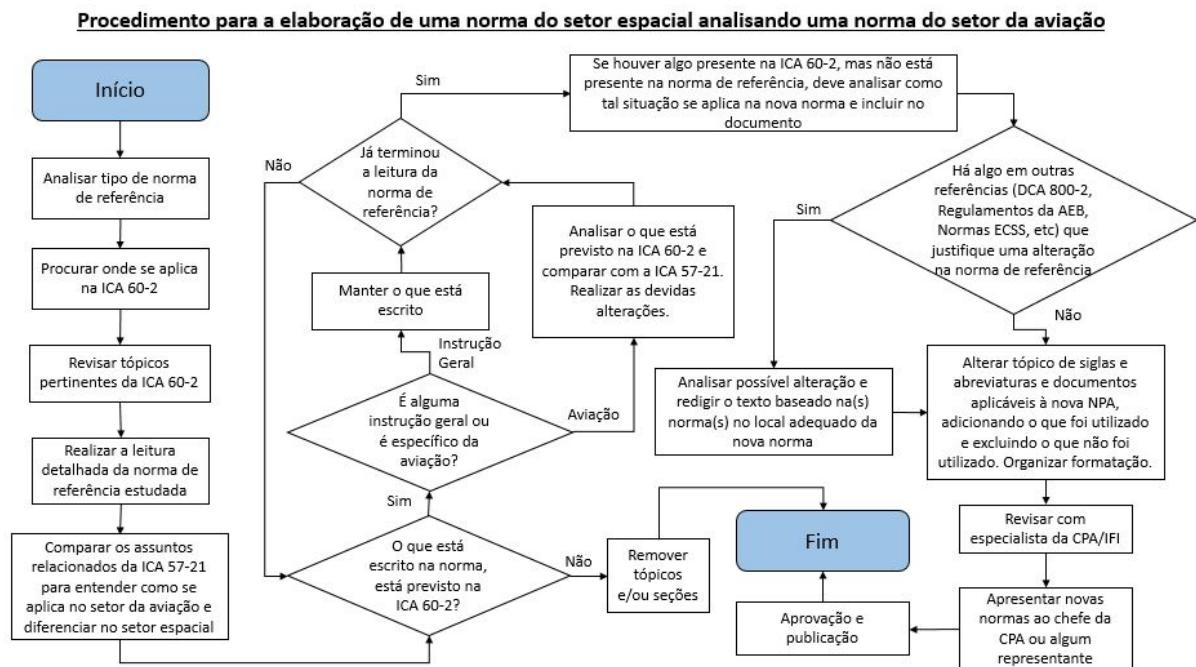


FIGURA 5.1 – Fluxograma do procedimento de como elaborar uma norma para o setor espacial a partir de uma norma do setor da aviação

3. Durante a leitura da NPA de referência é necessário sempre analisar a ICA 60-2, pois se em algum tópico ou seção da NPA de referência existe algo não previsto na ICA, não se deve adicionar aquele tópico ou seção para a NPA do setor espacial.
4. Porém, se há algo previsto na ICA, deve-se adicionar à nova NPA, mas também analisar se aquilo que está escrito na NPA de referência é apenas uma instrução geral ou se é algo específico da aviação.
 - (a) Se for uma instrução geral, então deve-se manter.
 - (b) Mas se houver algo específico da aviação, deve-se adaptar ao setor espacial, de acordo com a ICA 60-2.
5. Além disso, se há algo na ICA 60-2 que se aplica àquele conteúdo da NPA de referência, mas não há nada relacionado que esteja documentado, então deve-se incluir na nova NPA do setor espacial.
6. Ao final da revisão geral com embasamento na ICA 60-2, o próximo passo é analisar se há alguma referência como a DCA 800-2, as normas de segurança da AEB, as normas ECSS ou qualquer outra que se justifique alteração na nova NPA, tanto na parte de segurança, quanto na parte de ensaio e requisitos a serem cumpridos.
 - (a) Se sim, deve-se realizar devidamente a leitura das seções que forem relevantes à nova NPA e incluir aquilo que for importante na norma em elaboração.

- (b) Mas se nenhuma dessas referências se aplicar, então, basta seguir para o próximo passo.
7. Os passos finais são: consertar a estrutura do documento, incluindo as siglas e os documentos de referência utilizados, assim como excluir os que não se aplicam para a nova NPA do setor espacial.
 8. Ainda deve-se revisar com o profissional do IFI/CPA, para, depois, apresentar ao responsável da divisão de forma para que seja aprovada e publicada.
 9. Feito isso, a nova NPA será oficialmente utilizada pelo IFI/CPA para os futuros serviços a serem prestados.

Além disso, ainda foi criado um *checklist* baseado no fluxograma da Fig. 5.1 detalhado a seguir. A ideia é que se siga o procedimento na ordem e marque o que for sendo feito até o final, quando será finalizada a elaboração da norma do setor espacial.

Checklist para elaboração de uma norma espacial a partir de uma norma do setor da aviação

- Ler o tópico “finalidade” da NPA de referência. (Para entender do que se trata a NPA revisada para elaborar a nova norma).
- Olhar o sumário da ICA 60-2 e selecionar capítulos e seções relacionados à NPA que será elaborada. (Para focar as atenções no mais importante).
- Ler com muita atenção os capítulos e seções selecionados.
- Iniciar a leitura do Capítulo 1 da NPA revisada, corrigindo a introdução. É um capítulo mais administrativo e rápido de escrever.
- Revisar com muita atenção os capítulos seguintes, realizando todas as correções necessárias, sempre atentando-se à ICA 60-2 (em paralelo com a ICA 57-21).
- Estudar possível alteração na norma devido à DCA 800-2
- Estudar possível aplicação de normas de Segurança da AEB.
- Estudar possível aplicação de normas ECSS.
- Estudar possível aplicação de qualquer outra referência.
- Revisar siglas e documentos de referência. Realizar mudanças necessárias.
- Revisar formatação do texto.

- Salvar documento e enviar para especialista da CPA.

Esse foi o procedimento utilizado para a elaboração das novas normas do setor espacial. Como resultado, deseja-se apresentar de forma prática como esse procedimento foi executado. Além disso, no decorrer das seções seguintes, serão apresentadas tabelas com as principais mudanças, de forma resumida, do setor da aviação para o setor espacial de cada norma revisada para a elaboração da nova norma. Após cada tabela, existe uma explicação de forma mais detalhada. As primeiras páginas de cada norma elaborada são apresentadas nos Anexos deste trabalho.

5.2 Instruções Gerais

A Tabela 5.1 apresenta as principais mudanças que afetaram a todas as normas do âmbito espacial que foram elaboradas.

TABELA 5.1 – Principais mudanças válidas para todas as normas elaboradas

| | Aviação | Espacial |
|--------------------------------|--------------|--|
| Documento de referência | ICA 57-21 | ICA 60-2 |
| Avaliação | Certificação | Certificação, Qualificação e Aceitação |
| Produto e Atividades | Aeronáuticos | Espaciais |

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) de referência para o setor da aviação é a ICA 57-21, enquanto para o setor espacial é a ICA 60-2 e isto vale para todas as normas elaboradas, sendo necessário sempre referenciar a ICA 60-2 quando aplicável. Além disso, em todas as novas normas, as ideias previstas de certificação neste caso são estendidas à aceitação e à avaliação da qualificação proposta pelo requerente.

No decorrer das revisões de cada norma de referência, foram feitas as devidas alterações, como alterar as nomenclaturas de “Produto Aeronáutico” para “Produto Espacial”, “aeronaveabilidade” para “espaçonaveabilidade” e qualquer outra no mesmo estilo. Inicialmente, analisa-se o tipo de norma de referência que é revisada a fim de elaborar normas do setor espacial citadas nas seções seguintes deste capítulo.

5.3 Norma de Certificação de Projeto

Neste caso, a norma revisada é a norma mais abrangente que é a raiz de todas as demais. Na ICA 60-2, o Capítulo 3 aborda a Certificação de Tipo, sendo de elevada importância como referência na elaboração da nova norma do setor espacial. Porém, os

demais capítulos também devem ser observados, dado que essa norma é a mais abrangente. As principais mudanças entre os setores aeronáutico e espacial se encontram na Tabela 5.2.

TABELA 5.2 – Principais mudanças válidas para a certificação de projeto

| | Aviação | Espacial |
|------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Certificação | Civil e Militar | Militar |
| Classes | I e II | I, II e III |
| Supervisão de ensaios | PCP, OPC ou IFI | IFI |
| Ensaio em Voo | PEV | Apronto do centro de lançamento |

Alterou-se as referências de documentos e normas do setor da aviação para as normas do setor espacial. Alguns documentos relacionados unicamente à aviação não se aplicam e, na nova norma, foram substituídos, removidos ou mantidos, porém este último ocorreu apenas quando tais documentos serviam apenas de exemplo ao que se estava explicando. Conforme apresentado na DCA 800-2, é orientado que sejam seguidos as normas de segurança da AEB, de forma que, quando aplicável, deve ser enfatizado isso na nova norma.

O conceito de “certificação civil” foi removido também, pois no âmbito espacial, ainda não há esse tipo de serviço no Brasil como existe na aviação com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Nos Estados Unidos, organizações como a NASA e a SpaceX não realizam certificação de produtos espaciais, com exceção de alguns componentes, quando for do interesse próprio. É válido lembrar que não é comum que um veículo espacial seja reutilizado, como é para aeronaves, sendo necessário revisar os casos em que é previsto isso na norma do setor da aviação.

A definição das classes de um produto espacial consta na ICA 60-2 de forma que difere na classificação de um produto aeronáutico, previsto na ICA 57-21. Portanto, é importante atentar-se a isso na elaboração da nova norma durante a revisão da norma de referência.

No setor da aviação é comum que a organização certificadora aceite o uso de Profissionais Credenciados em Projeto (PCP) e/ou de Organização de Projeto Credenciado (OPC) no processo de certificação, porém isso não existe, por enquanto, no setor espacial e, por isso, não está previsto na ICA 60-2. Por esse motivo, não será aceito PCP ou OPC para a avaliação do produto aeroespacial, sendo isso total responsabilidade do IFI/CPA de supervisionar os ensaios, de tal forma que isto será previsto nas novas normas.

Os tópicos referentes a certificado de aeronavegabilidade, Permissão Especial de Voo (PEV) ou qualquer outra atividade exclusiva do setor da aviação não será aplicável às novas normas do setor espacial. Em contrapartida, há algumas atividades, como a operação de lançamento, em que são exclusivas do setor espacial, de forma que deve considerar esta

atividade, quando aplicável, para a avaliação da prontidão do veículo para a operação de lançamento, previsto no Capítulo 12 da ICA 60-2. Os ensaios dessa operação devem ser realizados para avaliação da conformidade. Por enquanto não é viável realizar ensaios em voo como é feito com aeronaves, até porque, geralmente, os foguetes não têm os lançamentos repetidos. Da mesma forma, não deve-se incluir o tópico de “reunião pré voo”. Por isso a importância da avaliação do apronto do centro de lançamento.

A norma de referência possui alguns fluxogramas que resumem todo o procedimento a ser adotado, de modo a agilizar e facilitar a execução das atividades. Portanto, tais fluxogramas foram revisados para refletir os procedimentos da nova norma elaborada. Também foi criado um fluxograma para o caso do apronto do centro de lançamento. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.1.

5.4 Norma de Ensaios de Sistemas Espaciais

Neste caso, a norma elaborada é a norma de ensaios de sistemas espaciais. A ideia é apresentar alguns procedimentos para a avaliação da organização certificadora em relação aos ensaios do requerente. Na ICA 60-2, há apenas algumas seções relacionadas a isso no Capítulo 3, até porque os ensaios serão executados pelo requerente e avaliados pelo IFI. A Tabela 5.3 apresenta as principais mudanças entre os setores aeronáutico e espacial para esta atividade.

TABELA 5.3 – Principais mudanças válidas para ensaios de sistemas espaciais

| | Aviação | Espacial |
|---------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Local do voo para testes | Base aérea | Centro de lançamento |
| Testemunha do ensaio | EI ou IFI | IFI |
| Falhas na estrutura | Deve-se analisar | Não há uso repetitivo do produto |

Como há a expansão dos serviços de aceitação e avaliação da qualificação na nova norma espacial, é necessário ampliar a ideia de “base de certificação” para “base de requisitos”. Além disso, é importante incluir os centros de lançamentos para ensaios ao invés das bases aéreas, como é realizado para o setor aeronáutico.

Para o setor aeronáutico, é comum aceitar um Especialista em Inspeção (EI) para testemunhar os ensaios de certificação, mas na avaliação de sistemas espaciais, não é necessário tal testemunho caso a organização certificadora aceite, com exceção da certificação.

Na norma do setor da aviação, é previsto alguns ensaios estruturais específicos, em que visa a reutilização das aeronaves. Porém para o setor espacial, isso não é comum, portanto não há necessidade de incluir nesta nova norma, por enquanto. Já para o caso

de ensaios em voo, há bastante diferença entre os setores, como a emissão de Permissão Especial de Voo (PEV) (algo exclusivo da aviação). Isso torna importante a elaboração de um novo modo de agir para o setor espacial, conforme descrito no item 3.10.4 da ICA 60-2, onde especifica como deve ser feito o ensaio para a operação de lançamento.

O IFI/CPA recomenda ao requerente que este utilize a norma ECSS-E-ST-10-03 C-1 ou uma versão equivalente atualizada para a elaboração da Matriz de Comprovação de Requisitos (MCR). Essa norma ECSS apresenta sugestões de ensaios e formas de comprovação dos requisitos para cada subsistema espacial. Para a norma de ensaios, os regulamentos de segurança da AEB devem ser observados no planejamento da comprovação de requisitos. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.2.

5.5 Norma de Inspeção de Conformidade

Neste caso, a norma elaborada é a norma de inspeção de conformidade de protótipos de ensaio para sistemas espaciais. A ideia é apresentar alguns procedimentos para a verificação da organização certificadora em relação aos requisitos do projeto do requerente. Na ICA 60-2, há apenas algumas seções relacionadas a isso no Capítulo 3 e no Capítulo 6.

No setor da aviação, é comum que nesta fase se verifique também a aeronavegabilidade da aeronave por meio de ensaios, o que não é viável ao setor espacial, por enquanto. Além disso, assim como na norma geral, profissionais credenciados (PCP) não são aceitos para o setor espacial. A Tabela 5.4 apresenta as principais mudanças do setor aeronáutico para o espacial.

TABELA 5.4 – Principais mudanças válidas para inspeção de conformidade

| | Aviação | Espacial |
|-----------------------|----------------|--|
| Navegabilidade | Ensaio em voo | Avaliação do apronto do centro de lançamento |
| Avaliação | PCP ou IFI | IFI |

As demais atividades podem ser efetuadas da mesma forma como é feito no setor da aviação, porque não muda tanto. Consultou-se as normas de segurança da AEB, mas neste caso não há nada que cause insegurança. Também consultou-se a norma ECSS-E-ST-10-02C-Rev.1, em que se propõe métodos de validação e verificação, porém isso é uma atividade do requerente quando for realizar os ensaios. A organização certificadora apenas verifica que foi cumprida a base de requisitos. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.3.

5.6 Norma de Certificação de Componente e EAS

A norma elaborada é a norma de certificação de produtos espaciais de classe II e III, sendo que tal classificação foi definida na Seção 2.4.8 deste trabalho. Nas normas de procedimento padrão do IFI/CPA para o setor da aviação não se incluía a avaliação dos Equipamentos de Apoio de Solo (EAS), pois isso é função do Comando Geral de Apoio (COMGAP) (DCA800-2, 2019). Já para o setor espacial, o IFI é responsável também por essa atividade, enquanto for previsto na ICA 60-2 (baseada na DCA 800-2). Na ICA 60-2, este tópico é abordado no Capítulo 6 (componente) e Capítulo 7 (EAS), nos quais foram estudados para a elaboração dessa nova norma do campo espacial. As principais mudanças relacionadas aos campos aeronáutico e espacial são observadas na Tabela 5.5.

TABELA 5.5 – Principais mudanças válidas para a certificação de componente e EAS

| | Aviação | Espacial |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| Responsabilidade do IFI | Componente | Componente e EAS |
| Avaliação dos requisitos | PCP ou GT do IFI | GT do IFI |

No plano de certificação, há os requisitos que devem ser cumpridos para o componente ou o EAS, nos quais o meio de cumprimento deles terá que ser validado por algum membro do Grupo de Trabalho (GT) do IFI/CPA, não podendo ser um PCP. Conforme a ICA 60-2, o projeto do EAS deve atender aos requisitos técnicos estabelecidos e comprovados por meio de relatórios de ensaios e de demonstração (ICA60-2, 2019). Há diversas referências à ICA 57-21 para a norma do setor da aviação, enquanto para a nova norma elaborada do setor espacial, há referências à ICA 60-2 aplicáveis a produtos espaciais.

Existe a norma ECSS-E-ST-10-06C6March2009 que é indicada ao requerente utilizá-la quando elaborar um plano de certificação de um componente. O mesmo vale para o EAS em relação à norma ECSS-E-ST-70C31July2008. Lembrando que a base de certificação deverá ter requisitos de segurança que obedecem aos regulamentos de segurança da AEB. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.4.

5.7 Norma de Modificação na Certificação

No Setor da aviação é possível certificar a modificação de uma aeronave não certificada através da emissão do Certificado de Modificação, como por exemplo a instalação de um míssil na aeronave F-5. Neste exemplo, a aeronave não é certificada, mas certifica-se a integração do míssil à ela. Isso acontece muito devido à confiabilidade que se tem em algumas destas aeronaves, adquirida em sua vida de serviço. Para o setor espacial, ainda não há tamanha confiabilidade, o que inviabiliza tal tipo de certificado, que somente se

permite o caso de fazer uma modificação de certificado em veículos já certificados. Essa é a principal mudança que há entre os setores aeronáutico e espacial, o que foi muito relevante na elaboração na norma do âmbito espacial. Na ICA 60-2, os Capítulos 4 e 5 são referentes a essa atividade. As principais mudanças entre os setores aeronáutico e espacial são observadas na Tabela 5.6.

TABELA 5.6 – Principais mudanças válidas para a modificação de certificação.

| | Aviação | Espacial |
|-------------------------------|--------------------|------------------|
| Necessidade de certificado | Não | Sim |
| Principal fator a se observar | Aeronavegabilidade | Lançamento e Voo |

A modificação é dividida em duas classificações e isso é observado na ICA 60-2: Capítulo 4 para pequena modificação e Capítulo 5 para grande modificação. A modificação é classificada como grande ou pequena através de um procedimento padronizado. Se for pequena, o requerente só precisa avisar ao IFI que realizou a modificação. Se for grande, será necessário submeter a modificação ao IFI. Nesse caso, para um produto classe I, poderá receber uma emenda ao Certificado de Tipo se o requerente for detentor do certificado ou poderá receber um Certificado Suplementar de Tipo se o requerente não for o detentor do certificado. Se o produto for classe II ou III, poderá receber uma emenda ao Atestado de Projeto Espacial Aprovado (APEA). Esse processo é explicado o procedimento a ser seguido na Fig. 5.2.

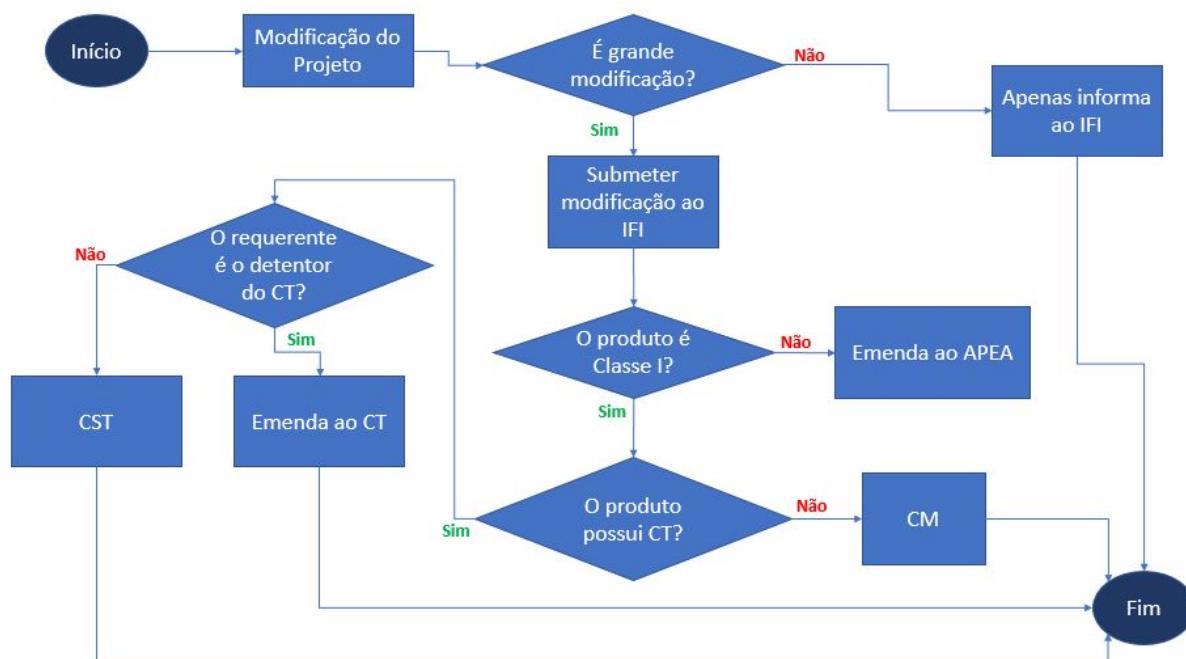


FIGURA 5.2 – Esquema de como proceder para uma modificação de um produto.

Essa norma deve prever qual o impacto da modificação no cumprimento da missão

com segurança. Os regulamentos de segurança da AEB devem ser observados, em especial para lançamento e voo, pois podem ser afetados pela modificação. Nas normas ECSS, aparentemente, não há nada que haja necessidade incluir nesta nova norma elaborada. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.5.

5.8 Norma de Requisitos para Aceitação

A norma elaborada em questão é a norma para a aceitação de uma *Declaration of Design and Performance* (DDP - Declaração de Projeto e Desempenho) de um produto espacial quando a certificação deste for inviável ou não for possível, a critério do IFI. A ICA 60-2 prevê isso no Capítulo 8, em que pouco se diferencia da aviação na ICA 57-21 no quesito de procedimentos adotados pelo IFI/CPA.

Nesta norma, a ideia é emitir uma DDP ao requerente. Este documento apresenta as especificações, características e limitações do produto. A ICA 60-2 diz que o processo de aceitação de uma DDP pelo IFI segue procedimentos do instituto. Na aeronáutica, utiliza-se deste documento como referência para a aceitação da DDP a ISO/TR 224 – *Aircraft - Declaration of design and performance for aircraft equipment - Standard form*.

Os principais requisitos que são levados em consideração para o setor espacial são aqueles relacionados ao cumprimento da missão e à segurança, observando os Regulamentos de Segurança da AEB. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.6.

5.9 Norma de Validação da Certificação

A norma elaborada é a norma de validação de certificação de outro órgão certificador. A ideia é apresentar procedimentos para essa aceitação da avaliação de conformidade de algum veículo realizada por outra organização certificadora. Na ICA 60-2, isso está previsto nas Seções 3.13 e 9.3. O processo nos dois setores (aeronáutico e espacial) são muito parecidos dentro das atividades do IFI, porém há uma mudança relevante apresentada na Tabela 5.7.

TABELA 5.7 – Principais mudanças válidas para a validação da certificação.

| | Aviação | Espacial |
|--|---------------------|-----------------|
| Veículo com certificado brasileiro sem ser do IFI | Facilita o processo | Não há |

Realizando-se a devida comparação com a ICA 57-21, percebeu-se que pouco muda os procedimentos a serem adotados pelo IFI. O que muda é que na aviação existe outro órgão certificador brasileiro: a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), diferentemente do

setor espacial, em que apenas o IFI faz a avaliação de sistemas espaciais. Logo essa norma é válida apenas para produtos estrangeiros que tenham algum certificado. Para a aviação, quando deseja-se validar um certificado emitido pela ANAC, o processo é muito mais rápido, devido à confiança que o IFI tem nessa agência. Além disso, tanto o setor aeronáutico, quanto o espacial consideram o impacto ambiental que o produto avaliado pode causar, sendo essencial que a base dessa avaliação cumpra os requisitos referentes a isso, sempre observando os Regulamentos de Segurança da AEB, em especial aquele relacionado ao âmbito ambiental.

Esta validação se mostra necessária pois cada país possui seu meio de realizar as avaliações da conformidade, de modo que se torna indispensável a revisão do IFI/CPA da base de requisitos a fim de verificar-lhos e apresentar novos que podem ser vistos como necessários para a segurança e para o cumprimento da missão no Brasil. Por este motivo que as normas ECSS não se aplicam diretamente à essa norma, já que é um procedimento especificamente nacional. A primeira página dessa norma é encontrada no Anexo A.7.

5.10 Discussões Gerais

Por fim, em todas as normas, após finalizadas, foram analisados todos os documentos referenciados e todas as siglas utilizadas para incluir tudo no início da norma. Em cada norma foi revisada toda a formatação e foi encaminhada ao especialista da CPA para a devida revisão. Com isso, pode-se apresentar tais normas ao chefe divisão, de modo a propor que sejam publicadas. Após a aprovação e a publicação, tais normas entram em vigor e passam a ser utilizadas nas atividades demandadas da CPA.

6 Conclusões

Com a finalização das sete normas apresentadas, obteve-se a melhor versão do método sistemático para elaboração de normas do setor espacial a partir daquelas existentes no setor aeronáutico. Com tais resultados, pôde-se contribuir com o desenvolvimento espacial e com a Força Aérea Brasileira (FAB), em especial com o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e com o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI). Espera-se ainda que este trabalho sirva de auxílio para os trabalhos futuros neste ramo de avaliação da conformidade de sistemas espaciais.

6.1 Análise do Trabalho

No decorrer deste trabalho, pôde-se obter o melhor método, após várias correções, do procedimento a ser seguido para a elaboração de NPAs para o setor espacial com base nas NPAs já existentes do setor da aviação da CPA/IFI. Isso foi possível com a prática desse método na elaboração das 7 normas citadas no Capítulo 5. Muito se estudou sobre as atividades espaciais realizadas pela CPA e as orientações do COMAER, do DCTA e da AEB para entender como o Brasil deve proceder frente à avaliação da conformidade dos próximos produtos espaciais a serem desenvolvidos. Havia certa expectativa em relação a algumas hipóteses apresentadas na Seção 1.2, em que foram elaboradas antes de se iniciar a elaboração das normas e fluxograma apresentados no Capítulo 5. As hipóteses trazem o que se esperava com a finalização deste trabalho.

Com as revisões feitas pelo especialista da CPA/IFI, foram sugeridas poucas mudanças, portanto houve concordância com o que foi elaborado e não houve dupla interpretação sobre os procedimentos a serem seguidos. As normas do setor da aviação foram fundamentais no decorrer do trabalho, de modo que com elas pôde-se elaborar as normas mais rapidamente, pois muitos dos procedimentos servem também para o campo espacial. Nas primeiras versões do fluxograma para a elaboração das normas não havia a comparação das NPAs existentes com a ICA 57-21. Observou-se que analisar tal instrução ajudaria no entendimento das NPAs já existentes, o que foi fundamental para a elaboração das novas NPAs do setor espacial.

Além disso, até a data de publicação deste trabalho, ainda não ficou perceptível a eficiência do uso das normas elaboradas, até porque elas precisam ser apresentadas ao chefe da CPA para serem oficialmente publicadas e seguidas. Porém, dada a satisfação dos especialistas com as novas normas, espera-se que as normas elaboradas juntamente com o procedimento para elaborá-las sejam muito úteis para auxiliar na avaliação de conformidade de produtos espaciais. Espera-se, também, que a comunicação com o requerente fique mais clara e este saiba o que deve fazer para conseguir avaliar seu produto com a ajuda do IFI.

6.2 Contribuições para a FAB

Com este trabalho, as normas do setor espacial puderam ser elaboradas de modo a contribuir com as atividades espaciais da CPA/IFI e da Força Aérea Brasileira (FAB). Estas passaram por uma revisão de especialistas da CPA de modo a serem apresentadas ao chefe desta. No momento, tais normas ainda não entraram em vigor, mas provavelmente entrarão em breve após a publicação no Boletim Interno (BI) do IFI. Com isso, é esperado que se ganhe maior agilidade nos serviços demandados pelo IFI e que haja melhor comunicação entre o IFI e o requerente de seus serviços.

Normalmente, as Normas Padrões de Ação (NPAs) de uma OM são constantemente revisadas para sempre se atualizar e aperfeiçoar. Então, conforme as normas do setor espacial elaboradas entrarem em vigor, estas passarão por revisões, sempre adaptando-se à realidade vivida no cotidiano. Além disso, se houver alguma alteração nos regulamentos que estão acima delas na pirâmide da Figura 2.2, as NPAs também se alteram. Portanto, se houver alguma alteração na Constituição Federal, na DCA 800-2, ou na ICA 60-2, refletirão nas NPAs.

Além das normas que serão utilizadas, este trabalho ainda contribuiu com o método sistemático para a elaboração de normas de avaliação de conformidade de sistemas espaciais, como mostra o fluxograma da Figura 5.1. Com isso, é esperado que este sirva de auxílio para a elaboração de futuras normas e que dê a maior abrangência possível do processo, até porque há poucos trabalhos disponíveis sobre o assunto de procedimentos de certificação de produtos espaciais. Vale ressaltar que este trabalho foi apresentado em formato de artigo no XXII Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa (SIGE) (NOGUEIRA; SANTOS, 2020), organizado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), localizado na cidade de São José dos Campos - SP. Com isso se espera contribuir com o desenvolvimento aeroespacial.

6.3 Trabalhos Futuros

Com o fim deste trabalho, propõe-se futuras atividades relacionadas à avaliação da conformidade, de modo a continuar na elaboração de normas específicas ao setor espacial. Primeiramente, como principal resultado deste trabalho (Figura 5.1), é proposto que seja elaborada uma NPA para a elaboração de NPAs do âmbito espacial, podendo utilizar até o fluxograma proposto por este trabalho como forma de orientação. Ainda é proposto que seja feito uma validação deste método proposto, de modo a avaliar se realmente é um método eficiente para a elaboração de novas normas do setor espacial. Vale ressaltar que o IFI já possui uma norma com o procedimento para elaboração de NPAs, porém o que se sugere é elaborar uma norma especificando o procedimento para normas do setor espacial.

É proposto ainda a elaboração de normas com procedimentos específicos do setor espacial, como as operações de lançamento. Nesse caso, muda alguns detalhes de como deve ser feito, mas ainda assim, a ICA 55-90 (*Lançamentos de Foguetes no Âmbito do DCTA*), a ICA 55-74 (*Planejamento e Execução de Operações do DCTA*), a ICA 60-2, as normas de segurança da AEB e as normas ECSS são bases para esta elaboração da nova norma do setor espacial.

A CPA também possui atividades recorrentes que precisam ser padronizadas pela norma de planejamento e prestação de contas de recursos da AEB; norma específica para avaliação da qualificação e; norma específica para assessorias técnicas. Ainda existe a ideia futura para a elaboração de uma norma para avaliação da conformidade de satélites (para cada tamanho), porém essa não é uma atividade recorrente ainda.

Por fim, um trabalho futuro que estará sempre acontecendo é o constante aperfeiçoamento do método de elaboração e de todas as normas do setor espacial, visto que a tecnologia está constantemente evoluindo, então os procedimentos a serem adotados também devem sempre se atualizar conforme a necessidade.

Referências

- AEB. **Regulamento de Segurança do Setor Espacial.** Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/servicos/normas-de-seguranca-do-setor-espacial/>>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- AZEVEDO, J.; FRANCO1, T. C.; CRUCIOLI, B.; PORTO, F.; MERLADET, A. V. D.; FILHO, J. C. S.; SANTOS, W. G. dos; ALBUQUERQUE, P. de. Projeto conceitual da missão pimsat (*Pluviometric Index Monitoring Satellite*). In: SIMPÓSIO DE APLICACÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 22., 2020, São José dos Campos. **XXII Simpósio de Aplicacões Operacionais em Áreas de Defesa.** São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020. p. 62–67.
- CARVALHO, A. R. de S.; DAMIANI, J. H.; FOLADOR, A. de O. N.; GUIMARAES, M. G. de O. *An Overview of the Certification of VSB-30 with Emphasis on Technological Innovation. Journal of Aerospace Technology and Management*, v. 4, n. 1, p. 105–115, jan.. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5028/jatm.2012.04015111>>. Acesso em: 16 set. 2000.
- CEMADEN. **Sobre o Cemaden.** Cachoeira Paulista, 2020. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/historico/>>. Acesso em: 29 out. 2020.
- CLARKE, A. C. *Extra-Terrestrial Relays. Wireless World*, p. 305–308, 1945. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-2716-0.50006-2>>. Acesso em: 30 out. 2020.
- DCA400-6. **Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica.**: Brasil. comando da aeronáutica. estado-maior da aeronáutica. Brasília, 2007.
- DCA800-2. **Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no Comando da Aeronáutica:** Brasil. comando da aeronáutica. estado-maior da aeronáutica. Brasília, 2019.
- DLR. **Home Page.** Germany, 2020. Disponível em: <https://www.dlr.de/EN/Home/home_node.html>. Acesso em: 06 jun. 2020.
- FAA. **Regulations.** United States, 2020. Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/faa_regulations/>. Acesso em: 06 jun. 2020.
- FEDERAL, S. P.; DEFESA, M. da; AERONÁUTICA, C. da; DESENVOLVIMENTO, D. de Pesquisa e. **Relatório da Investigação do Acidente Ocorrido com o VLS-1 V03, em 22 de Agosto de 2003, em Alcântara, Maranhão.** São José dos Campos,

2004. Disponível em:
[<http://www.aereo.jor.br/downloads/VLS-1_V03_Relatorio_Final.pdf/>](http://www.aereo.jor.br/downloads/VLS-1_V03_Relatorio_Final.pdf). Acesso em: 21 out. 2020.
- HARADA, M. A.; PINHO, R. de. **Análise do Impacto da Certificação no Processo de Transferência de Tecnologia: Estudo de Caso da Certificação no Veículo Suborbital VSB-30 para o Programa Espacial Brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Políticas Públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação) — Escola Nacional de Administração Pública - Enap, Brasília, 2019.
- IAE. **VSB-30**. São José dos Campos, 2020. Disponível em:
[<http://www.iae.cta.br/index.php/espaco/vsb-30>](http://www.iae.cta.br/index.php/espaco/vsb-30). Acesso em: 16 set. 2020.
- ICA60-2. Procedimento para Certificação de Produto e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial**: Brasil. comando da aeronáutica. departamento de ciência e tecnologia aeroespacial. São José dos Campos, 2019.
- IFI. Missão, Visão e Valores**. São José dos Campos, 2020. Disponível em:
[<http://www.ifi.cta.br/index.php/missao-visao-e-valores>](http://www.ifi.cta.br/index.php/missao-visao-e-valores). Acesso em: 04 jun. 2020.
- JACKLIN, S. A.; SCHUMANN, J. M.; GUPTA, P. P.; RICHARD, M.; GUENTHER, K.; SOARES, F. *Development of Advanced Verification and Validation Procedures and Tools for the Certification of Learning Systems in Aerospace Applications*. p. 6912, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.5028/jatm.2012.04015111>>. Acesso em: 24 abr. 2000.
- NOGUEIRA, D. do E. S.; SANTOS, W. G. dos. Estudo de procedimentos para avaliação da conformidade de sistemas espaciais. In: SIMPÓSIO DE APLICACÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 22., 2020, São José dos Campos. **XXII Simpósio de Aplicacões Operacionais em Áreas de Defesa**. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020. p. 56–61.
- NSCA5-1. Confecção, Controle e Numeração de Publicações Oficiais do Comando da Aeronáutica**: Brasil. comando da aeronáutica. comando-geral do pessoal. Brasília, 2011.
- ROLLEMBERG, R.; VELOSO, E. M.; FILHO, A. P. de Q.; AL. et. **A Política Espacial Brasileira**. 2v. - (série cadernos de altos estudos; n. 7). ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2009. ISBN 978-85-736-5811-8.
- RUSSELL, R.; WELLS, D.; WALLER, J.; POORGANJI, B.; OTT, E.; NAKAGAWA, T.; SANDOVAL, H.; SHAMSAEI, N.; SEIFI, M. **Qualification and certification of metal additive manufactured hardware for aerospace applications**.: In: Froes, f. h. (editor); boyer, r. (editor). *Additive Manufacturing for the Aerospace Industry*. 1st). ed. [S.l.]: Elsevier, 2019. ISBN 978-0128140628.
- SILVA, F. de C.; SANTOS, W. G. dos; GONCALVES, L. Estudo da variação do total de satélites em constelações walker delta para monitoramento da costa litorânea brasileira. In: SIMPÓSIO DE APLICACÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 22., 2020, São José dos Campos. **XXII Simpósio de Aplicacões Operacionais em Áreas de Defesa**. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020. p. 111–115.

SILVA, M. de C.; SANTOS, W. G. dos; GONCALVES, L. Estudo da variação do número total de satélites em constelações walker para monitoramento da fronteira terrestre brasileira. In: SIMPÓSIO DE APLICACÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 22., 2020, São José dos Campos. **XXII Simpósio de Aplicacões Operacionais em Áreas de Defesa**. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020. p. 106–110.

SIMPÓSIO DE APLICACÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, 22., 2020, São José dos Campos. **XXII Simpósio de Aplicacões Operacionais em Áreas de Defesa**. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020.

SPACE, G. **VSB-30**. Germany, 2020. Disponível em:
https://space.skyrocket.de/doc_lau/vsb30.htm. Acesso em: 16 set. 2020.

WELLS, A. T.; RODRIGUES, C. C. **Commercial Aviation Safety**. 4rd. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2003. ISBN 978-12-596-4182-4.

Anexo A - Primeira Página das Normas Elaboradas

A.1 Norma de Certificação de Projeto

| | | |
|--|---|------------------|
|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI |
| CERTIFICAÇÃO DE PROJETO DE TIPO (PRODUTO ESPACIAL- CLASSE I) | | |
| REVISÃO | | DATAS |
| Nº | DATA | APROVAÇÃO |
| 00 | | |

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

Esta Norma tem por finalidade estabelecer os procedimentos para realizar as atividades de certificação de projeto de Produto Espacial (PE) Classe I.

1.2 ÂMBITO

Este documento é aplicável no âmbito da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial do IFI.

1.3 CONCEITUAÇÃO

Além daquelas apresentadas na DCA 800-2 e na ICA 60-2, as seguintes conceituações são aplicáveis:

1.3.1 AJUSTAMENTO (*TAILORING*)

Processo de avaliação e adaptação dos requisitos de um regulamento, norma ou especificação técnica aplicáveis a um projeto, para fins de composição da Base de Certificação (BC).

1.3.2 CONCESSÃO

Processo de solicitação de dispensa de comprovação de um requisito previsto na BC ou que deveria constar na BC. Pedidos de Concessão de Desvio devem prever medidas compensatórias ou procedimentos alternativos que mantenham um nível equivalente de segurança. A Concessão de Desvio deve ser aprovada pelo contratante.

1.3.3 DESVIO (WAIVER)

Se requerente não conseguir demonstrar cumprimento de requisito previsto na BC, pode solicitar ao IFI a dispensa do cumprimento desse requisito específico. Para requisito RTLI, qualquer concessão de desvio deve ter aprovação da organização de aquisição, seja ela do COMAER, das Forças Armadas

A.2 Norma de Ensaios de Sistemas Espaciais

| | | |
|---|---|--------------|
|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI |
| ENSAIOS DE SISTEMAS ESPACIAIS | | |
| REVISÃO | | DATAS |
| Nº | DATA | APROVAÇÃO |
| | | EFETIVAÇÃO |

1. DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

A presente Norma Padrão de Ação (NPA) tem por finalidade estabelecer procedimentos gerais para testemunho e execução de ensaios necessários para Certificação, Qualificação e Aceitação, bem como definir uma linha de ação padronizada para todos os setores da CPA empenhados nestas atividades.

1.2 ÂMBITO

Esta NPA é de observância obrigatória no âmbito da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA).

1.3 CONCEITUAÇÃO

Para os propósitos desta NPA são adotadas as conceituações definidas na ICA 60-2, além das seguintes definições:

1.3.1 CATÁLOGO DE DOCUMENTOS DA CPA

É o documento principal que regista e endereça na rede da CPA onde se encontram os documentos e formulários atualizados utilizados para as atividades relacionadas à certificação. O link para acesso ao catálogo deve estar disponível em todos os computadores da CPA, conforme IT 06-011 - Acesso ao Catálogo de Documentos da CPA.

1.3.2 ENSAIO

Procedimento para verificação de uma ou mais características de um item.

1.3.3 ESPECIALISTA EM INSPEÇÃO (EI)

Representante do IFI/CPA designado para executar as atividades de verificação da conformidade de um protótipo ou de um espécime de ensaio e das condições de realização deste ensaio de um produto espacial (PE).

1.3.4 INSPEÇÃO DE CONFORMIDADE DE PROTÓTIPOS/ESPÉCIMES DE ENSAIO

A.3 Norma de Inspeção de Conformidade

|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI | |
|---|---|--------------|------------|
| INSPEÇÃO DE CONFORMIDADE DE PROTÓTIPOS/ESPÉCIMES DE ENSAIO | | | |
| REVISÃO | | DATAS | |
| Nº | DATA | EMISSÃO | EFETIVAÇÃO |
| 00 | | | |

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

A presente NPA tem por finalidade estabelecer procedimentos para a realização de Inspeção de Conformidade em protótipos e/ou espécimes de ensaio de sistemas espaciais, orientando o servidor do IFI/CPA sobre suas responsabilidades e sobre o cumprimento de suas funções.

1.2 ÂMBITO

Esta NPA é de observância obrigatória e aplica-se a toda estrutura da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA).

1.3 CONCEITUAÇÃO

Para os propósitos desta NPA são adotadas as conceituações definidas na DCA 800-2 e na ICA 60-2, além das seguintes:

1.3.1 CATÁLOGO DE DOCUMENTOS DA CPA

É o documento principal que registra e endereça na rede da CPA onde se encontram os documentos e formulários utilizados para as atividades relacionadas à certificação. O link para acesso ao catálogo deve estar disponível em todos os computadores da CPA, conforme IT 06-011 - Acesso ao Catálogo de Documentos da CPA.

1.3.2 ESPECIALISTA EM INSPEÇÃO (EI)

Representante do IFI/CPA designado para executar as atividades de verificação da conformidade de um protótipo ou de um espécime de ensaio e das condições de realização deste ensaio de um produto espacial (PE).

1.4 DOCUMENTOS APLICÁVEIS

A.4 Norma de Certificação de Componente e EAS

|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI | |
|---|---|---------|------------|
| CERTIFICAÇÃO DE COMPONENTE | | | |
| REVISÃO | | DATAS | |
| Nº | DATA | EMISSÃO | EFETIVAÇÃO |
| 00 | | | |

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

A presente Norma tem por finalidade estabelecer procedimentos para processos de certificação de componentes e de equipamento de apoio em solo (EAS), bem como definir uma linha de ação padronizada para todos os setores da CPA empenhados nestas atividades, com o objetivo de emitir um Atestado de Projeto Espacial Aprovado (APEA) ao fabricante de um componente, sendo este o detentor da propriedade intelectual do projeto ou alguém devidamente licenciado para tal finalidade.

1.2 ÂMBITO

Esta NPA é de observância obrigatória e aplica-se a toda estrutura da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA).

1.3 CONCEITUAÇÃO

Para os propósitos desta NPA são adotadas as conceituações definidas na DCA 800-2 e na ICA 60-2, além das seguintes:

1.3.1 APEA Licenciado

Atestado de Projeto Espacial Aprovado (APEA) emitido a um fabricante devidamente licenciado, como resultado da conclusão de um Processo de Certificação de Componente/EAS, na qual o requerente possui uma autorização ou licença para a produção do componente/EAS, e demonstrou que é capaz de reproduzir as características de um projeto de componente/EAS aprovado.

1.3.2 Catálogo de Documentos da CPA

Endereço na rede da CPA onde se encontram os modelos de formulários utilizados para o registro das atividades relacionadas à certificação. O link para acesso ao catálogo deve estar disponível em todos os computadores da CPA, conforme a IT 06-011.

1.4 DOCUMENTOS APLICÁVEIS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para

A.5 Norma de Modificação na Certificação

|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI | |
|---|---|--------------|------------|
| MODIFICAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO | | | |
| REVISÃO | | DATAS | |
| Nº | DATA | APROVAÇÃO | EFETIVAÇÃO |
| 00 | | | |

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

A presente NPA tem por finalidade estabelecer procedimentos para modificações aos certificados de tipo a ser empregada em Produto Espacial (PE), bem como definir uma linha de ação padronizada para todos os setores do IFI empenhados nestas atividades.

1.2 ÂMBITO

Esta NPA é de observância obrigatória no âmbito de todas as subdivisões e assessorias da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA).

1.3 CONCEITUAÇÃO

Para entendimento desta NPA, são adotadas as conceituações definidas na ICA 60-2, além das seguintes definições:

1.3.1 PRODUTO ESPACIAL

O veículo espacial, seus componentes e respectivos produtos de apoio logístico e interfaces com centros de lançamentos, bem como os produtos de defesa que possam ser integrados. Incluem-se, ainda, os produtos de aplicação no sistema de infraestrutura do centro espacial e os produtos de emprego no sistema de controle do espaço aéreo.

1.3.2 MODIFICAÇÃO

Toda e qualquer alteração em produto espacial, em seus sistemas ou componentes, incluindo software. As modificações podem ser corretivas ou decorrentes de processos de modernização, revitalização ou melhorias. São classificadas em grande modificação ou pequena modificação.

1.4 DOCUMENTOS APLICÁVEIS

A.6 Norma de Requisitos para Aceitação

| | | |
|---|---|-------------------|
|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI |
| AVALIAÇÃO DE DECLARAÇÃO DE PROJETO E DESEMPENHO (DDP) | | |
| REVISÃO | | DATAS |
| Nº | DATA | APROVAÇÃO |
| 00 | | EFETIVAÇÃO |

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

Esta Norma tem por finalidade estabelecer os requisitos para aceitação por parte do DCTA/IFI de Declarações de Projeto e Desempenho de componente/equipamento espacial a ser instalado em uma plataforma específica.

1.2 ÂMBITO

Esta NPA é aplicável no âmbito da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial do IFI.

1.3 CONCEITUAÇÃO

Para os propósitos deste documento, são adotadas as conceituações definidas na DCA 800-2 e na ICA 60-2.

1.4 DOCUMENTOS APLICÁVEIS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento.

1.4.1 NPA-IFI 01-001 – Elaboração, Aprovação, Alteração, Controle e Divulgação de NPA, NS, IT e PI no âmbito do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – IFI.

1.4.2 DCA 800-2 – Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER.

1.4.3 ICA 60-2 – Procedimento para Certificação de Produto e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial.

1.4.4 RICA 21-80 – Regimento Interno do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial.

1.4.5 Formulário 200-3 – Declaração de Projeto e Desempenho, do IFI.

1.1 SIGLAS E ABREVIATURAS

1.5.1 CPP – Coordenador de Processo de Produto.

1.5.2 DDP – Declaração de Projeto e Desempenho.

A.7 Norma de Validação da Certificação

| | | |
|---|---|---------------------------|
|  | MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL | NPA-IFI |
| PROCEDIMENTOS PARA VALIDAÇÃO E/OU RECONHECIMENTO DA CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS ESPACIAIS DE CLASSE I | | |
| REVISÃO | | DATAS |
| Nº | | APROVAÇÃO EFETIVAÇÃO |
| | | |

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

Esta Norma tem por finalidade estabelecer os procedimentos para validação ou reconhecimento da certificação de tipo e certificação suplementar de tipo de produto espacial de classe I, no âmbito do IFI/CPA.

1.2 ÂMBITO

Esta NPA é de observância obrigatória e aplica-se a toda estrutura da Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial – CPA.

1.3 CONCEITUAÇÃO

Para os propósitos desta NPA são adotadas as conceituações definidas na DCA 800-2 e na ICA 60-2.

1.4 DOCUMENTOS APLICÁVEIS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento.

1.4.1 NPA-IFI 01-001 – Elaboração, Controle e Divulgação de NPA, NS, IT e PI no Âmbito do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – IFI.

1.4.2 DCA 800-2 – Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER.

1.4.3 Form-001-01 – Requerimento para Serviço de Certificação – RSC.

1.4.1 ICA 60-2 – Procedimento para Certificação de Produto e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial.

1.4.4 IT 06-531 – Orientações sobre a Documentação para Certificação.

1.4.5 IT 06-533 – Emissão e Distribuição de Documentos de Certificação.

| FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO | | | |
|---|-----------------------------------|---|------------------------|
| 1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC | 2. DATA 23 de novembro de 2020 | 3. DOCUMENTO Nº DCTA/ITA/TC-054/2020 | 4. Nº DE PÁGINAS 63 |
| 5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Estudo de Procedimentos para Avaliação da Conformidade de Sistemas Espaciais | | | |
| 6. AUTOR(ES): David do Espírito Santo Nogueira | | | |
| 7. INSTITUIÇÃO(ÓES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÓES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA | | | |
| 8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Certificação; Normas; Sistemas Espaciais. | | | |
| 9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Certificação; Normas; Sistemas aeroespaciais; Regulamentação; Engenharia aeroespacial. | | | |
| 10. APRESENTAÇÃO: <input checked="" type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial. Orientador: Prof. Dr. Willer Gomes dos Santos; coorientador: 1º Ten. Eng. Antônio Vinícius Diniz Merladet. Publicado em 2020 | | | |
| 11. RESUMO: Este trabalho resume-se em padronizar normas de avaliação de conformidade de produtos espaciais a partir de normas já existentes do setor aeronáutico. Através disso, foi elaborado um método sistemático com procedimentos detalhados capazes de realizar a devida adaptação de qualquer norma ou regulamento que visa o setor espacial. Este método foi elaborado e aperfeiçoado no decorrer do trabalho até encontrar a melhor versão para as atividades de avaliação da conformidade de sistemas espaciais no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER) no Brasil. O método desenvolvido foi utilizado na prática através da elaboração de normas do setor espacial para as atividades recorrentes do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI). Vale ressaltar que tanto o método, quanto as normas elaboradas foram revisadas e aprovadas pelos especialistas do instituto. No fim deste trabalho foram feitas sugestões de trabalhos futuros que serão úteis nas atividades realizadas pelo IFI. O método aqui apresentado poderá ser usado como referência, porém recomenda-se a atentar-se, principalmente, às normas e os regulamentos citados ao longo deste trabalho. A principal motivação deste trabalho é servir de referência para a elaboração de futuras normas e no desenvolvimento espacial, já que esse campo é carente em trabalhos que abordam este tema. Isso ocorre pois, atualmente, a maioria das atividades espaciais no mundo são de ordem governamental, ou seja, muitos documentos são de caráter sigiloso, no entanto, a tendência é que isso mude cada vez mais com o aumento das empresas privadas neste ramo. | | | |
| 12. GRAU DE SIGILO: <input checked="" type="checkbox"/> OSTENSIVO <input type="checkbox"/> RESERVADO <input type="checkbox"/> SECRETO | | | |