



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



sid.inpe.br/mtc-m21d/2021/07.08.19.26-TDI

**ATUALIZAÇÃO DE UM PROCESSO DA GARANTIA
DO PRODUTO ESPACIAL (INPE) E PROPOSIÇÃO DE
SEU APERFEIÇOAMENTO BASEADA NA
SUMARIZAÇÃO DE UM CORRESPONDENTE
PROCESSO AERONÁUTICO (IFI)**

Daniel Rondon Pleffken

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, orientada pelo Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, aprovada em 17 de maio de 2021.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34T/4537US5>>

INPE
São José dos Campos
2021

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE)
Divisão de Biblioteca (DIBIB)
CEP 12.227-010
São José dos Campos - SP - Brasil
Tel.:(012) 3208-6923/7348
E-mail: pubtc@inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE - CEPPII (PORTARIA Nº 176/2018/SEI-INPE):

Presidente:

Dra. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Coordenação-Geral de Ciências da Terra (CGCT)

Membros:

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação (CPG)
Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais (CGCE)
Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos - Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas (CGIP)
Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon
Clayton Martins Pereira - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins - Divisão de Biblioteca (DIBIB)
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



sid.inpe.br/mtc-m21d/2021/07.08.19.26-TDI

**ATUALIZAÇÃO DE UM PROCESSO DA GARANTIA
DO PRODUTO ESPACIAL (INPE) E PROPOSIÇÃO DE
SEU APERFEIÇOAMENTO BASEADA NA
SUMARIZAÇÃO DE UM CORRESPONDENTE
PROCESSO AERONÁUTICO (IFI)**

Daniel Rondon Pleffken

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, orientada pelo Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, aprovada em 17 de maio de 2021.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34T/4537US5>>

INPE
São José dos Campos
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Pleffken, Daniel Rondon.

P712a Atualização de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (IFI) / Daniel Rondon Pleffken. – São José dos Campos : INPE, 2021.

xxvi + 177 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21d/2021/07.08.19.26-TDI)

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2021.

Orientador : Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza.

1. Processo. 2. Garantia do produto. 3. Controle de qualidade.
4. Requisitos Espaciais. 5. Certificação militar. I.Título.

CDU 006.015.5



Esta obra foi licenciada sob uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕESINSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Serviço de Pós-Graduação - SEPGR**DEFESA FINAL DE DISSERTAÇÃO DE DANIEL RONDON PLEFFKEN**
BANCA Nº 100/2021, REG 140813/2018

No dia 17 de maio de 2021, às 10h00min, por Vídeo Conferência, o(a) aluno(a) mencionado(a) acima defendeu seu trabalho final (apresentação oral seguida de arguição) perante uma Banca Examinadora, cujos membros estão listados abaixo. O(A) aluno(a) foi APROVADO(A) pela Banca Examinadora por unanimidade, em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Engenharia e Tecnologia Espaciais / Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais. O trabalho precisa da incorporação das correções sugeridas pela Banca Examinadora e revisão final pelo(s) orientador(es).

Título: "ATUALIZAÇÃO DE UM PROCESSO DA GARANTIA DO PRODUTO ESPACIAL (INPE) E PROPOSIÇÃO DE SEU APERFEIÇOAMENTO BASEADA NA SUMARIZAÇÃO DE UM CORRESPONDENTE PROCESSO AERONÁUTICO (IFI)"

Eu, Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira, Presidente da Banca Examinadora, assino esta ATA, em nome de todos os membros, com o consentimento dos mesmos.

Membros da Banca

Dr. Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira - Presidente - INPE

Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - Orientador - INPE

Dra Ana Paula de Sá Santos Rabello - Membro Interno - INPE

Dra Raphaela Carvalho Machado - Membro Externo - Instituto de Fomento e Coordenação Industrial



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira, Coordenador de Rastreamento, Controle e Recepção de Satélites**, em 21/06/2021, às 08:54 (horário oficial de Brasília), com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://sei.mctic.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **7282037** e o código CRC **E393E1EB**.

Busca fazer todas as coisas dando o seu melhor, como uma forma de gratidão a Deus por todas as bênçãos que Ele tem nos dado. Assim, faremos a nossa vida uma real devoção ao Criador.

Autor.

A todos aqueles que fizeram parte dessa jornada. Com especial destaque, posso citar meu Senhor Jesus Cristo, minha esposa Gabriela; meus filhos Sarah e Matheus; meus pais Sílvia e Edsel; meus sogros Ernani e Gleusa; meus irmãos Patrícia, Cristiane, Talita e João Gabriel; e ao Professor Marcelo.

AGRADECIMENTOS

Reservo um agradecimento especial a todos que considero “família”, por terem compreendido meus momentos de ausência, reservando a mim carinho e força durante essa jornada.

A Deus pelo dom da vida e pela salvação em Jesus Cristo, por ser meu refúgio em momentos difíceis, por seu eterno amor por mim, por ter me sustentado emocionalmente e espiritualmente em todas as fases da minha vida, por ter cuidado de mim e por colocar pessoas maravilhosas no meu caminho.

A minha esposa, Gabriela, que sempre me deu força em momentos que estive desanimado. Obrigada pela paciência, amizade e amor. Você torna os meus dias mais felizes. Agradeço a Deus por você estar ao meu lado. Te amo!

Aos Meus filhos Sarah e Matheus, verdadeiros presentes de Deus.

Ao meu orientador, Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, minha mais profunda gratidão pelas horas de orientação, as quais foram fundamentais e determinantes para a conclusão deste trabalho, assim como aos membros da Banca.

Ao meu amigo, Guilherme Moreira, que foi uma peça fundamental para possibilitar o início e a manutenção da minha caminhada no mundo acadêmico.

Agradeço, ainda, aos colegas do INPE, por contribuir com leituras e avaliações dos textos aqui relatados. Posso citar especialmente: Ana Paula, Inaldo, Cristiane, Andreia e Eduardo May, dentre outros.

Agradeço também aos colegas do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) do DCTA, por contribuírem com leituras e avaliações dos textos deste trabalho. Posso ressaltar especialmente: Daniele Clarindo e Vítor Bourguignon, dentre outros.

RESUMO

Este trabalho apresenta a atualização de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (IFI). Para isso, o trabalho: 1) apresenta os processos e padrões utilizados num Serviço de Garantia do Produto espacial (INPE) para satélites de pequeno e médio porte; e identifica o processo de certificação de tipo militar na aeronáutica brasileira (IFI); 2) elenca propostas para o aperfeiçoamento para ambos os processos através de comparações entre os processos; 3) avalia as propostas sugeridas; 4) ilustra uma das propostas por meio de aplicação na área espacial. Ao fim do trabalho, é possível compreender os processos utilizados e seus padrões, bem como são apresentadas algumas atividades e exemplos de utilização.

Palavras-chave: Processo. Garantia do Produto. Controle de Qualidade. Requisitos Espaciais. Certificação Militar.

UPDATE OF A SPACE PRODUCT ASSURANCE PROCESS (INPE) AND PROPOSALS FOR ITS IMPROVEMENT BASED ON THE SUMMARY OF A CORRESPONDING AERONAUTICAL PROCESS (IFI)

ABSTRACT

This work presents an update of a space product assurance process (INPE) and proposals for its improvement based on the summary of a corresponding aeronautical process (IFI). For this, the work: 1) presents the processes and standards used in an space Product Assurance Service (INPE) for small and medium size satellites; and identifies the type certification process of the military type certification process in Brazilian aeronautics (IFI); 2) lists proposals for the improvement of both processes through comparisons between the processes; 3) evaluates the suggested proposals; 4) illustrates one of the proposals through its application in the space area. At the end of the work, the processes used and their patterns are understood, as well as some activities and examples of use are presented.

Keywords: Process. Product Assurance Quality Control... Space Requirements. Military Certification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Template de matriz de cumprimento de requisitos (MCR).....	9
Figura 2.2 – Ciclo de Vida de um projeto espacial.....	16
Figura 4.1 – Organograma do setor espacial brasileiro.....	28
Figura 4.2 – SINDAE.....	29
Figura 4.3 – Organograma do antigo Serviço de Engenharia da Qualidade – SEQ.....	31
Figura 4.4 – Fases do processo adotado pelo antigo Serviço de Engenharia da Qualidade – SEQ.....	33
Figura 5.1 – The evolution of safety thinking.....	59
Figura 5.2 – Organograma do DCTA.....	60
Figura 5.3 – Fases do processo de certificação de tipo militar brasileiro.....	63
Figura 5.4 – Correlação entre projeto e produto.....	65
Figura 5.5 – Sumário da Certificação de Tipo Militar Brasileira.....	67
Figura 5.6 – Meios de cumprimento de requisitos.....	71
Figura 5.7 – Definição de nível de envolvimento.....	73
Figura 5.8 – Diagrama de processo de certificação no IFI.....	81
Figura 7.1 – Médias obtidas nas avaliações x propostas apresentadas – INPE.....	116
Figura 7.2 – Médias obtidas nas avaliações x propostas apresentadas – IFI.....	117
Figura 8.1 – Template FCAR-GP.....	121
Figura 8.2 – Fluxograma do processo de tratativa da FCAR-GP.....	126
Figura A.1 – Avaliação processo SEGPR.....	147
Figura B.1 – Avaliação processo IFI.....	151
Figura D.1 – Avaliação das propostas (colaborador 01).....	159
Figura D.2 – Avaliação das propostas (colaborador 02).....	160
Figura D.3 – Avaliação das propostas (colaborador 03).....	161
Figura D.4 – Avaliação das propostas (colaborador 04).....	162
Figura E.1 – Avaliação das propostas (colaborador 01).....	165
Figura E.2 – Avaliação das propostas (colaborador 02).....	166
Figura E.3 – Avaliação das propostas (colaborador 03).....	167
Figura E.3 – Avaliação das propostas (colaborador 03).....	167
Figura E.4 – Avaliação das propostas (colaborador 04).....	168
Figura E.5 – Avaliação das propostas (colaborador 05).....	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Classificação dos Satélites.....	16
Tabela 2.2 – Referências encontradas na literatura sobre os conceitos relacionados a este trabalho.....	19
Tabela 4.1 – Atividades desempenhadas pelo SEGPR.....	35
Tabela 7.1 – Avaliação dos Critérios.....	112
Tabela 7.2 – Descrição dos critérios técnicos.....	113
Tabela 7.3 – Descrição dos critérios operacionais.....	114
Tabela 7.4 – Descrição dos critérios operacionais.....	115
Tabela A.1 – Avaliação, sob a ótica do serviço da garantia do produto, dos processos referentes aos subsistemas e sistemas de satélites de pequeno e médio porte do INPE.....	146
Tabela B.1 – Avaliação, sob a ótica da certificação, das informações contidas no Capítulo 5.....	150
Tabela D.1 – Avaliação, sob a ótica de colaboradores do SEGPR, das propostas sugeridas ao processo apresentado no Capítulo 4.....	158
Tabela E.1 – Avaliação, sob a ótica de colaboradores do IFI, das propostas sugeridas ao processo apresentado no Capítulo 5.....	164

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
AIT	Autorização de Inspeção de Tipo
AGQ	Atividade de Garantia da Qualidade
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AVOP	Avaliação Operacional Contratual
BC	Base de Certificação
CBERS	<i>China Brazil Earth Resources Satellite</i>
CC	Comitê de Certificação
CCB	<i>Configuration Control Board</i>
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i>
CGCE	Coordenação Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais
COP	Certificado de Organização de Produção
CPP	Coordenador de Processo de Produto
CT	Certificado de Tipo
DA	Documento Aplicável
DACP	Declaração de Abertura e Coordenador de Processo
DCA	Diretriz do Comando da Aeronáutica
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DOA	<i>Design Organization Approval</i>
DoD	<i>US Department of Defense</i>
DR	Documento de Referência
ECSS	<i>European Cooperation for Space Standardization</i>
ENAC	<i>Ecole Nationale de l'Aviation Civile</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
ETE	Engenharia e Tecnologia Espaciais
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAB	Força Aérea Brasileira
FAT	Folha de Análise Técnica

FAR	<i>Federal Aviation Regulations</i>
FCAR-M	Ficha de Controle de Assuntos Relevantes – Militar
FET	Folha de Especificação de Tipo
FFAA	Forças Armadas do Brasil
GP	Grupo de Garantia do Produto
GSE	<i>Ground Support Equipment</i>
GT	Grupo de Trabalho
GTNS	Gerência Técnica de Normatização e Sistemas
IAC	Instruções para Aeronavegabilidade Continuada
IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IT	Inspeção de Tipo ou Instrução de Trabalho
LoL	<i>Level of Involvement</i>
MCR	Matriz de Comprovação de Requisitos
MIL-HDBK	<i>Military Handbook</i>
MIL-STD	<i>Military Standard</i>
MIP	<i>Mandatory Inspection Point</i>
MMEL	<i>Master Minimum Equipment List</i>
MoC	<i>Mean of Compliance</i>
MRR	Revisão de Prontidão para Início da Fabricação
NC	Não Conformidade
NCR	<i>Non conformance Report</i>
NRB	<i>Nonconformance Review Board</i>
OAR	<i>Operations Anomaly Report</i>
PA	Produto Aeronáutico
PABM	<i>Product Assurance Board Meeting</i>
PCEP	Plano de Certificação Específico para o Programa
PCPM	Profissional Credenciado em Projeto Militar

PEV	Permissão Especial de Voo
PGC	Plano de Gerenciamento da Configuração
PMPCB	<i>Parts, Materials and Processes Control Board</i>
PSCP	<i>Project Specific Certification Plan</i>
PTR	<i>Post Test Review</i>
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RC	Relatório de Certificação
RNC	Relatório de Não Conformidade
RSC	Requerimento para Serviço de Certificação
RVC	Registro de Verificação de Conformidade
SEGPR	Serviço de Garantia do Produto
SINDAE	Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
SOW	<i>Statement of Work</i>
TC	<i>Type Certification</i>
TCBM	<i>Type Certification Board Meeting</i>
TRB	<i>Test Review Board</i>
TRRB	<i>Test Readiness Review Board</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contexto.....	1
1.2	Motivação.....	2
1.3	Escopo.....	4
1.4	Organização do trabalho.....	5
2	CONCEITOS BÁSICOS E REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1	Objetivo.....	7
2.2	Conceitos oriundos da certificação aeronáutica.....	7
2.2.1	Avaliação de conformidade.....	7
2.2.2	Declaração de conformidade do fornecedor.....	8
2.2.3	Avaliação da qualificação.....	8
2.2.4	Certificação.....	8
2.2.5	Base de certificação (BC).....	9
2.2.6	Certificação de tipo militar.....	9
2.2.7	Aeronavegabilidade.....	10
2.2.8	Certificação de aeronavegabilidade.....	10
2.2.9	Declaração de projeto e desempenho (DDP).....	10
2.2.10	Sistema.....	10
2.2.11	Ciclo de vida de produtos e sistemas aeronáuticos.....	11
2.2.12	Segurança.....	11
2.2.13	Missão.....	11
2.2.14	Qualidade.....	11
2.2.15	Componente crítico.....	11
2.2.16	Requisitos.....	12
2.3	Conceitos oriundos da garantia do produto espacial.....	12
2.3.1	Garantia do produto espacial.....	12
2.3.2	Garantia da qualidade.....	13
2.3.3	Confiabilidade.....	14
2.3.4	Segurança (Safety).....	14
2.3.5	Conformidade.....	14
2.3.6	Cumprimento.....	14
2.3.7	Verificação e validação de requisitos.....	14
2.3.8	Ciclo de vida de produtos espaciais.....	15
2.3.9	Classificação de satélites.....	16
2.3.10	Projetos espaciais.....	17
2.4	Instrução do Comando da Aeronáutica – Procedimento para certificação de produto e sistema de gestão da qualidade no setor espacial (ICA 60-2).....	17
2.5	Tabela de referências.....	18
3	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E ABORDAGENS PARA SUA SOLUÇÃO.....	21
3.1	Formulação do problema.....	21

3.2	Objetivo do trabalho.....	22
3.3	Abordagens para sua solução.....	22
3.4	Metodologia.....	23
4	ATUALIZAÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DA GARANTIA DO PRODUTO ESPACIAL PARA SATÉLITES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO INPE.....	27
4.1	Contextualização e definição do escopo.....	27
4.1.1	Origem da garantia do produto espacial.....	30
4.1.2	Garantia do produto espacial no INPE.....	32
4.2	Definição do processo de interesse.....	32
4.2.1	Sequência das atividades do SEGPR.....	33
4.2.1.1	Fluxo de atividades desempenhadas pelo SEGPR.....	34
4.3	Detalhamento de algumas atividades do serviço da garantia do produto.....	36
4.3.1	Características vinculadas a contratos de fornecimento.....	36
4.3.2	Atividade de gerenciamento da configuração e documentação aplicado aos programas do INPE.....	37
4.3.3	Configuração de <i>baseline</i> de programas do INPE.....	37
4.4	Atividades do SEGPR aplicadas nas fases do projeto espacial.....	38
4.5	Controles do processo.....	50
4.5.1	Exigências: padrões utilizados na área espacial brasileira.....	51
4.5.2	Documentos dos programas e padrões utilizados no INPE.....	51
4.5.3	Exigências: requisitos da garantia do produto.....	52
4.5.4	Exigência de certificação de pessoal.....	53
4.6	Mecanismos do processo.....	53
4.7	Entradas.....	53
4.8	Saídas.....	54
5	SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR DA AERONÁUTICA BRASILEIRA.....	57
5.1	Contextualização e definição do escopo.....	57
5.2	Processo de certificação de tipo militar brasileiro.....	62
5.2.1	Detalhamento das fases de um processo de certificação de tipo militar brasileira.....	66
5.2.1.1	Projeto conceitual.....	68
5.2.1.2	Definição de requisitos.....	69
5.2.1.3	Planejamento da demonstração de cumprimento.....	73
5.2.1.4	Implementação.....	74
5.2.1.5	Pós-certificação.....	76
5.2.2	Modelo de organização de projeto credenciada (OPC).....	76
5.3	Contribuições originadas na certificação aeronáutica civil para a certificação de tipo militar.....	79
5.3.1	Características da certificação de tipo civil nacional (ANAC).....	79
5.3.2	Características da certificação de tipo civil europeia (EASA).....	80
5.3.3	Orientação para o processo de certificação aeronáutica (<i>Order</i> 8110.4C).....	80

5.4	Detalhamento de algumas atividades de certificação militar no Brasil 80	
5.4.1	Controles do processo.....	81
5.4.2	Documentos e padrões utilizados no IFI.....	82
5.4.3	Exigência de certificação de pessoal para atuar nos processos.....	83
5.4.4	Mecanismos do processo.....	83
5.4.5	Entradas	84
5.4.6	Saídas.....	84
6	COMPARAÇÃO ENTRE O PROCESSO DO SERVIÇO DA GARANTIA DO PRODUTO DO INPE E O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR DA AERONÁUTICA BRASILEIRA.....	87
6.1	Contextualização e definição do escopo.....	87
6.2	Semelhanças entre os processos do SEGPR do INPE e o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do IFI.....	90
6.3	Diferenças entre os processos do SEGPR do INPE e o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do IFI.....	93
7	PROPOSTAS DE APERFEIÇOAMENTO DOS PROCESSOS.....	99
7.1	Sugestões propostas ao SEGPR do INPE.....	99
7.1.1	Proposta 1 – reunião de familiarização (<i>Briefing</i>).....	100
7.1.2	Proposta 2 – estratégia de harmonização de meios de cumprimento (MoC).....	101
7.1.3	Proposta 3 – Utilização de ferramentas para registrar assuntos relevantes FCAR-M e o IRC.....	102
7.1.4	Proposta 4 – utilização da filosofia de dificuldades em serviço com o objetivo de realimentar os dados de operação dos satélites.....	103
7.1.5	Proposta 5 – utilização do sistema de delegação para a empresa com a supervisão do SEGPR.....	103
7.1.6	Proposta 6 – utilização do sistema de delegação para o representante credenciado do SEGPR.....	104
7.1.7	Proposta 7 – utilização de critérios para definição de nível de envolvimento do SEGPR em projetos.....	104
7.1.8	Proposta 8 – utilização de critérios de responsabilidades para a aplicação de tarefas ao SEGPR.....	105
7.2	Sugestões propostas ao processo de certificação de tipo do IFI...	106
7.2.1	Proposta 9 – relatório de inspeção de tipo militar.....	106
7.2.2	Proposta 10 – redefinição de subordinação do IFI.....	107
7.2.3	Proposta 11 – reestruturação da base de certificação.....	108
7.3	Avaliação das propostas de aperfeiçoamento.....	110
7.3.1	Grupo de critérios selecionados e sua pontuação associada.....	111
7.3.2	Avaliação dos critérios.....	112
7.3.3	Crítérios selecionados relacionados à questão elaborada.....	112
7.3.4	Metodologia de avaliação das propostas de aperfeiçoamentos....	115
7.4	Resultado da avaliação das propostas sugeridas.....	116
8	ESTUDO DE CASO.....	119

8.1	Contextualização do estudo de caso aplicado ao SEGPR.....	119
8.2	Aplicação da proposta de aprimoramento – FCAR-GP.....	120
8.3	Resultado.....	125
9	CONCLUSÃO, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	127
9.1	Conclusões.....	127
9.2	Recomendações e sugestões para trabalhos futuros.....	130
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
	GLOSSÁRIO.....	139
	APÊNDICE A – VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DO INPE.....	145
	APÊNDICE B – VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA MILITAR.....	149
	APÊNDICE C – RESUMO DE TRABALHOS RELACIONADOS.....	153
	APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS SEGPR.....	157
	APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS IFI.....	163
	APÊNDICE F – BREVE HISTÓRICO DO INPE.....	171
	APÊNDICE G – BREVE HISTÓRICO DO IFI.....	175

1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a Dissertação do autor para sua titulação como Mestre no Curso de Engenharia e Tecnologias Espaciais (ETE), Área de Concentração em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais (CSE) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

1.1. Objetivo

O objetivo principal desse trabalho é a atualização de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (IFI). Isto inclui sugerir o aperfeiçoamento do processo do Serviço de Garantia do Produto do INPE, à luz da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial, e vice-versa.

Nesse contexto o trabalho atualiza e dá continuidade ao estudo apresentado na Dissertação de Cristiane Mariano Zavati Silva intitulada “Identificação de um Processo da Garantia do Produto Espacial (INPE) e Proposição de seu Melhoramento Baseada na Sumarização de um Correspondente Processo Aeronáutico (ANAC)” — São José dos Campos: INPE, 2017, aperfeiçoando-a com base num processo aeronáutico militar do IFI.

Cabe ressaltar que a certificação aeronáutica civil e a certificação aeronáutica militar possuem foco na segurança da operação, porém para a certificação aeronáutica militar brasileira é necessário também atender requisitos de cumprimento de missão, de perfis de voos específicos e de sistemas de defesa (míssil, *chaff flare*, radar tático, etc), que são específicos para cada tipo de aeronave projetada. Acredita-se que a troca de experiências e práticas com a certificação espacial será boa para todos.

1.1 Contexto

A indústria espacial e a indústria aeronáutica militar vivenciam um rápido avanço tecnológico e um incremento da complexidade em seus sistemas,

subsistemas e componentes. Além disso, ambas as indústrias possuem custos elevados e exigem um longo período de desenvolvimento de seus projetos.

À vista disso, as atividades relacionadas à qualidade e garantia do produto tornam-se cada vez mais desafiadoras de serem implantadas e gerenciadas.

Similarmente, temos que as duas indústrias lidam com projetos de alta tecnologia, desenvolvimento específico, qualificação de novos componentes e materiais. Em adição, também possuem preocupação comum com o sucesso do projeto e o cumprimento da missão. Para isso, é realmente importante a adoção de um processo que garanta o cumprimento das exigências, a conformidade com as especificações de projeto e monitore o ciclo de vida do produto desde do seu início.

A indústria aeronáutica militar possui atividades reconhecidas pelo seu rigor e credibilidades atreladas à segurança e ao cumprimento de missão. A fim de suplantarem essas atividades focando na qualidade e garantia do produto, a aeronáutica militar possui uma coleção de padrões, diretrizes e um conjunto de documentos ricos em conteúdos e boas práticas, adquiridas desde os primórdios da aviação.

1.2 Motivação

O processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira mantém em sua origem a preocupação com o cumprimento das exigências estabelecidas com foco na segurança e o cumprimento da missão. Essa é também uma das preocupações primárias do processo do serviço da garantia do produto espacial. Logo, o estudo das práticas e critérios adotados na certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira é relevante, visando o aprimoramento das atividades do serviço da garantia do produto espacial, ex. o do INPE, para satélites de pequeno e médio porte, e vice-versa.

Vislumbrando a futura certificação para projetos e produtos na área espacial, seria pertinente um alinhamento entre as atividades da garantia do produto

com as da certificação militar. Isso poderia acarretar a elevação dos níveis das exigências, aprimoramento das atividades realizadas e do controle do processo de ambas as instituições, através da incorporação de boas práticas tanto do IFI como do INPE.

Vivemos o início da utilização comercial do espaço por empresas privadas. Atualmente, essas empresas já realizam a reutilização de veículos lançadores e o lançamento simultâneo de satélites e, conseqüentemente, surgem as primeiras iniciativas de turismo e transporte espacial de passageiros.

Similarmente ao que ocorreu nos primórdios da indústria aeronáutica, a recente utilização da indústria privada nas operações espaciais deverá ser fortemente regulamentada para permitir o sobrevoo dos veículos espaciais a nível global e garantir a segurança de passageiros civis.

Neste cenário, o Brasil é um dos países fundadores da ICAO, criada em 1944, atuando na vanguarda da criação e na harmonização dos requisitos de certificação e operação aeronáutica, os quais foram instrumentos que tornaram a Aviação Civil um negócio viável.

A indústria aeronáutica possui processos de avaliação da conformidade reconhecidos pelo seu rigor e credibilidades atreladas à segurança, evitando assim que acidentes aeronáuticos se repitam pela mesma causa.

Da mesma forma temos que as duas indústrias lidam com projetos de alta tecnologia, desenvolvimento específico, qualificação de novos componentes e materiais. Em adição, também possuem preocupação comum com o sucesso do projeto e o cumprimento da missão. Para isso, urge que seja adotado um processo que garanta o cumprimento das exigências, a conformidade com as especificações de projeto e que monitore o ciclo de vida do produto desde do seu início, sendo, portanto, esperado que as novas regulamentações internacionais para o desenvolvimento de produtos espaciais venham impor a certificação como condição *sine qua non* para sua

operação.

Corroborando para esse cenário e com o objetivo de manter as orientações do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), foi publicada uma Portaria da Agência Espacial Brasileira (AEB), no Diário Oficial da União, no dia 10 de janeiro de 2011, estabelecendo o IFI/DCTA a atuar como Organismo Certificador Espacial.

A atualização da identificação do processo do Serviço de Garantia do Produto da área espacial/satélites/INPE e das suas diferenças com relação ao processo utilizado na certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira/aeronaves/IFI, permite detectar pontos de melhorias dentro do INPE e do IFI. Como consequência, isso: 1) elevará o nível da qualidade das empresas contratadas do setor espacial ou aeronáutico, favorecendo tais empresas (fabricantes do produto espacial ou aeronáutico); 2) possibilitará assim, novas oportunidades de negócios, fomentando a indústria nacional.

1.3 Escopo

O escopo deste trabalho consiste em:

- Apresentar os conceitos básicos e a revisão da literatura sobre o serviço da garantia do produto espacial e a certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira;
- Atualizar a identificação das atividades do Serviço de Garantia do Produto (SEGPR) do INPE;
- Sumarizar o processo existente na certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira; entretanto, utilizando, por vezes, contribuições da certificação aeronáutica civil nacional e internacional;
- Comparar o processo existente no serviço da garantia do produto espacial (INPE) com o processo existente na certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira (IFI);
- Sugerir o aperfeiçoamento do processo do serviço da garantia do

produto do INPE, à luz da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do IFI, e vice-versa;

- Realizar estudo de caso, a fim de exemplificar uma das propostas de melhorias, visando esclarecer melhor a proposta e ilustrar sua aplicação prática em um cenário espacial; e
- Incorporar as sugestões da Banca apresentando conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

O **Capítulo 2** apresenta os conceitos básicos e a revisão da literatura para o desenvolvimento deste trabalho.

O **Capítulo 3** apresenta a formulação do problema, as abordagens e a metodologia para sua solução.

O **Capítulo 4** apresenta a atualização das atividades do Serviço de Garantia do Produto do INPE.

O **Capítulo 5** apresenta a sumarização do processo utilizado para conduzir as atividades da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira.

O **Capítulo 6** apresenta a comparação entre os processos da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do IFI e das atividades do Serviço da Garantia do Produto do INPE.

O **Capítulo 7** apresenta as sugestões de aperfeiçoamento das atividades do Serviço da Garantia do Produto do INPE, essas originadas na certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira IFI, e vice-versa.

O **Capítulo 8** apresenta um estudo de caso, realizado no INPE, mostrando um exemplo de utilização de uma proposta específica, vista no Capítulo 7.

O **Capítulo 9** apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

As seções finais apresentam as referências bibliográficas consultadas para o

desenvolvimento deste trabalho, glossário, apêndices e anexos.

2 CONCEITOS BÁSICOS E REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Objetivo

Este Capítulo destina-se a uniformizar terminologias, conceitos básicos e revisar a literatura, a fim de apresentar algumas normas e padrões aplicáveis ao escopo deste trabalho, uma vez que a certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira e a garantia do produto espacial possuem inúmeras referências que poderiam ser estudadas.

Com o embasamento teórico apresentado neste Capítulo, pretende-se entender o detalhamento e a comparação entre a certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira e a garantia do produto espacial, visando o aprimoramento em ambos os processos.

Segundo PMI (2013), processo é um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas, que são executadas para alcançar um produto, resultado ou serviço predefinido. Cada processo é caracterizado por suas entradas, as ferramentas e as técnicas que podem ser aplicadas e as saídas resultantes.

Para uma melhor contextualização e posterior comparação dos processos supracitados, foram selecionados os conceitos pertinentes ao escopo proposto e dividido em três etapas, quais sejam:

- Conceitos oriundos da certificação aeronáutica;
- Conceitos oriundos da garantia do produto espacial;
- Instrução do Comando da Aeronáutica (60-2); e
- Tabela de referências.

2.2 Conceitos oriundos da certificação aeronáutica

2.2.1 Avaliação de conformidade

Procedimento que objetiva demonstrar que os requisitos especificados relativos a um sistema, produto, organização ou pessoa, são atendidos. A

Avaliação da Conformidade é atestada em documento específico conforme definido pela Organização Certificadora COMAER (2016). Somando-se a isso temos, cf. adaptado de COMAER (2019), que a avaliação de conformidade é a demonstração de que requisitos especificados relativos a um produto, processo, sistema, pessoa ou organismo são atendidos. A Avaliação da Conformidade é classificada como:

- a) de Primeira Parte – quando é feita pelo fabricante ou fornecedor;
- b) de Segunda Parte – quando é feita por partes com interesse direto na organização fornecedora, como clientes ou por outras pessoas em seu nome; e
- c) de Terceira Parte – quando é feita por uma organização com independência em relação ao fornecedor e ao cliente, não tendo, portanto, interesse direto na comercialização do produto.

Declaração de fornecedor, qualificação, inspeção, aprovação e certificação são exemplos de avaliação da conformidade. Para este trabalho, a expedição da declaração de fornecedor e a execução da qualificação são atribuições típicas de Primeira Parte.

2.2.2 Declaração de conformidade do fornecedor

Documento emitido pelo fabricante de uma aeronave que atesta a conformidade da mesma ao projeto de tipo aprovado. Trata-se de uma Avaliação de Conformidade de 1ª Parte COMAER (2019).

2.2.3 Avaliação da qualificação

É a avaliação realizada pelo IFI, da qualificação executada pela organização responsável pelo projeto, no âmbito de um processo de Avaliação da Conformidade pré-acordada com o IFI, cf. adaptado de COMAER (2019).

2.2.4 Certificação

Processo pelo qual uma Organização Certificadora reconhece que um

sistema, produto, organização ou pessoa cumpre com os requisitos aplicáveis, após verificação técnica adequada. Normalmente, a Certificação é um processo de avaliação de conformidade que é implementado contra normas e regulamentos mundialmente aceitos. A Certificação, quando prevista em contrato, consiste também na avaliação de conformidade implementada contra os requisitos contratuais e especificações do produto. Finalizado o processo de certificação, é emitido um certificado ou atestado formal para o requerente da certificação, COMAER (2016).

2.2.5 Base de certificação (BC)

Conjunto de requisitos, proposto pelo requerente e aceito pelo IFI, que traduz o entendimento comum de quais características o produto deve possuir de modo a garantir a segurança e o cumprimento da missão. Seu conteúdo depende da particularidade de cada processo de certificação e consiste de uma combinação dos seguintes elementos: especificação técnica do produto, normas, legislação, regulamentos e requisitos técnicos suplementares solicitados pelo requerente COMAER (2016). Na Figura 2.1, abaixo, pode ser vista uma matriz de cumprimento de requisitos (MCR) de certificação de um produto aeroespacial militar.

Figura 2.1 – Template de matriz de cumprimento de requisitos (MCR).

Requisito	Descrição	Modo de comprovação (*1)	Proposta de comprovação (*2)	Registro de Conformidade (*2)	Relatório de Resultado (*2)	Local e Data estimados (*3)
ESPEC item 2.4		1 e 2	PC 1452-7	RC 1452-7	RR 1452-7	IPD/São Paulo, 16-20.04.2007
ESPEC item 3.6		0 e 7	PC 1435-2	RC 1435-2	RR 1435-2	CTA/IAE, SJCampos, 21-25.05.2007
...						

Fonte: IFI (2019).

2.2.6 Certificação de tipo militar

Processo pelo qual o IFI verifica que o projeto de tipo militar de um produto está em conformidade com os requisitos técnicos relativos ao cumprimento

da missão e à segurança e reconhece oficialmente essa conformidade, mediante a emissão de um Certificado de Tipo Militar, cf. adaptado de COMAER (2016).

2.2.7 Aeronavegabilidade

É a capacidade comprovada de um sistema ou produto aeronáutico realizar sua função de modo seguro em solo e em voo, em toda configuração aprovada, quando usado e mantido dentro dos limites operacionais estabelecidos, cf. adaptado de COMAER (2017).

2.2.8 Certificação de aeronavegabilidade

Processo pelo qual uma Organização Certificadora do COMAER reconhece que uma determinada aeronave está em conformidade com o projeto certificado e apresenta condições seguras de operação para o cumprimento de missão. Este processo ocorre por meio de uma inspeção do produto e da análise dos respectivos registros de fabricação e manutenção. A certificação de aeronavegabilidade é atestada por meio de um Certificado de Aeronavegabilidade (CA), cf. adaptado de COMAER (2017).

2.2.9 Declaração de projeto e desempenho (DDP)

Documento pelo qual o requerente de um processo de Certificação apresenta as especificações, características e limitações de um produto a ser integrado em uma plataforma, quando a certificação desse produto for inviável ou não for aplicável, COMAER (2019).

2.2.10 Sistema

É um conjunto de elementos inter-relacionados ou interconectados de modo a formar um todo organizado, operando num ambiente especificado, que visa realizar funções especificadas ou alcançar um determinado propósito.

NOTA: Dependendo do contexto, os elementos de um sistema podem ser pessoas, informações (procedimentos, software, ferramentas), materiais,

equipamentos e instalações, COMAER (2016).

2.2.11 Ciclo de vida de produtos e sistemas aeronáuticos

Ciclo que compreende as fases de: (1) Concepção, (2) Viabilidade, (3) Definição, (4) Desenvolvimento/Aquisição, (5) Produção, (6) Implantação, (7) Utilização, (8) Revitalização, Modernização ou Melhoria e (9) Desativação, COMAER (2016).

2.2.12 Segurança

O 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. A aviação militar demonstra preocupação com a segurança; entretanto, ela enfatiza isso ao longo de todo o ciclo de vida do sistema, COMAER (2019).

2.2.13 Missão

Conjunto de funções básicas ou capacidades potencializadoras do emprego militar e que devem ser desempenhadas pelo produto, conforme definidas no contrato e/ou na sua especificação, COMAER (2016).

2.2.14 Qualidade

Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz aos requisitos COMAER (2019).

2.2.15 Componente crítico

É aquele cuja falha pode impedir a ocorrência segura do voo completo, e cujas consequências resultantes podem reduzir as margens de segurança, degradar o desempenho, ou até levar à perda da capacidade de realizar a missão pretendida, COMAER (2019).

2.2.16 Requisitos

Requisito pode ser entendido como um atributo necessário de um sistema, uma afirmação que identifica uma capacidade, característica ou fator de qualidade de um sistema, para que ele tenha valor de utilidade para um consumidor ou usuário, cf. baseado em Young (2004). De uma maneira mais direta, podemos dizer que requisito é a “declaração das necessidades das partes interessadas”, cf. Souza (2021).

2.3 Conceitos oriundos da garantia do produto espacial

2.3.1 Garantia do produto espacial

O termo Garantia do Produto remete à disciplina Garantia do Produto. Essa é definida, como uma disciplina dedicada ao estudo, planejamento e implementação de atividades destinadas a garantir as especificações, controles, métodos e técnicas de um projeto que resultam em um grau satisfatório de qualidade no produto, cf. adaptado de ECSS (2012).

O objetivo principal da garantia do produto é garantir que os produtos espaciais cumpram com seus objetivos de missão, definidos de forma segura, disponível e confiável, cf. adaptado de ECSS (2008).

O gerenciamento da garantia do produto garante a integração das disciplinas da garantia de produto e suas atividades, sendo essas disciplinas, cf. adaptado de ECSS (2008):

- Q-20: Garantia de qualidade;
- Q-30: Dependabilidade;
- Q-40: Segurança;
- Q-60: Componentes elétricos, eletrônicos, eletromecânicos (EEE);
- Q-70: Materiais, peças mecânicas e processos;
- Q-80: Garantia de produto de software.

2.3.2 Garantia da qualidade

Este trabalho se baseia no entendimento de garantia da qualidade de Silva (2017), a saber:

Cf. adaptado de ISO (2015), **qualidade** é o grau no qual um conjunto de características de um objeto atendem aos requisitos. De forma mais ampla e clara, Souza (2021) define qualidade como o “atendimento aos requisitos das partes interessadas”, sendo essa a definição utilizada para este trabalho.

Este trabalho adota **garantia da qualidade**, como a gestão da qualidade centrada na confiança de que os requisitos das partes interessadas são cumpridos, cf. adaptado de ISO (2015).

Baseado em Hoyle (2001), o **controle da qualidade**, é o processo que visa a manutenção de padrões da qualidade que previne e corrige os desvios.

Já a **gestão da qualidade** inclui o estabelecimento de políticas e objetivos de qualidade, utilizando processos para atingir esses objetivos, através de planejamento, execução, controle e melhoria de qualidade, cf. adaptado de ISO (2015).

Cf. adaptado de PMI (2013), o gerenciamento da qualidade de um projeto inclui usar procedimentos e políticas para sua implantação, de maneira apropriada, dar suporte às atividades de melhoria do processo. O gerenciamento da qualidade trabalha para garantir que os requisitos do projeto sejam cumpridos e validados.

O processo de gerenciamento da qualidade inclui:

- Planejar o gerenciamento da qualidade;
- Realizar a garantia da qualidade; e
- Realizar o controle da qualidade.

Adaptado de PMI (2013), o gerenciamento da qualidade busca padronizar o projeto, evitando variações na entrega de resultados que cumpram com os requisitos. Essa abordagem reconhece a importância de alguns aspectos, a

saber:

- Satisfação do cliente;
- Prevenção em vez de inspeção;
- Melhoria contínua;
- Responsabilidade da gerência; e
- custo da qualidade (CDQ).

2.3.3 Confiabilidade

Segundo Azevedo (2003), a confiabilidade pode ser conceituada como a “capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo”. Este conceito traz implícito a ideia de “operar sem falhas no intervalo de tempo”.(apud RABELO,2017).

2.3.4 Segurança (Safety)

Segurança (safety) pode ser definido como o estado em que o risco de ferir (pessoas) ou causar danos ou limitações das funções seja limitado a um nível aceitável, cf. baseado em ECSS (2012).

2.3.5 Conformidade

Conformidade é o atendimento às especificações, Souza (2021).

2.3.6 Cumprimento

Cumprimento é a obediência obrigatória às leis e regulamentações, Axelrod (2016).

2.3.7 Verificação e validação de requisitos

Verificação: é correção técnica conforme uma verdade universal, de uma

área de conhecimento ou de atividade, cf. Souza (2021).

Validação: é adequação jurídica conforme uma verdade particular, de um interessado ou de um contrato, cf. Souza (2021).

Validar requisitos significa garantir que o conjunto de requisitos esteja correto, completo e consistente, sendo esse conjunto, comprovado através de um modelo, gerando uma solução real que possa ser testada e assim prove satisfazer os requisitos. Grady (1997).

2.3.8 Ciclo de vida de produtos espaciais

Este trabalho se baseia no entendimento adotado pela Agência Espacial Europeia (ESA), a saber:

O ciclo de vida do produto consiste de uma série de fases pelas quais um produto passa, do início ao término. As fases são geralmente sequenciais e são organizadas de acordo com as necessidades de gerenciamento e controle da(s) organização(ões) envolvida(s) no projeto do produto, a natureza do produto em si e sua área de aplicação.

O modelo do ciclo de vida de projetos espaciais é dividido em 7 fases, cf ECSS (2009b).

Fase 0 – Análise da missão / Identificação das necessidades;

Fase A – Viabilidade;

Fase B – Definições preliminares;

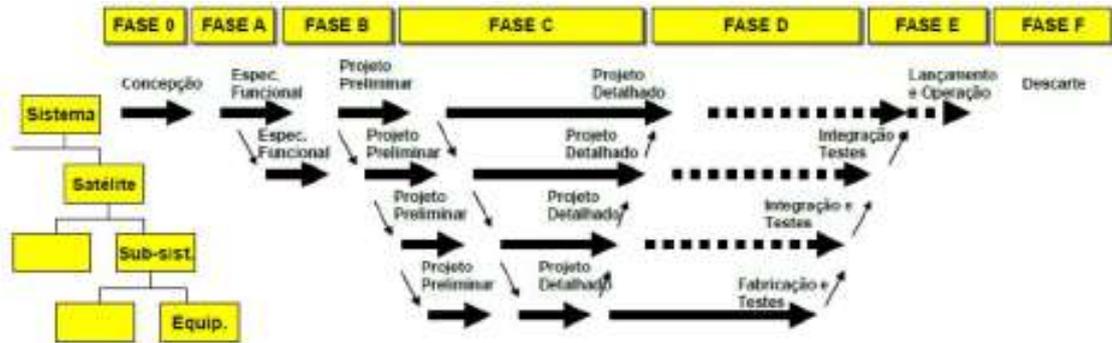
Fase C – Definições detalhadas;

Fase D – Qualificação e Produção;

Fase E – Operação; e

Fase F – Descarte.

Figura 2.2 – Ciclo de Vida de um projeto espacial.



Fonte: Souza (2008).

2.3.9 Classificação de satélites

Como apresentado por Pessotta (2015), existem algumas formas de classificar os satélites como, exemplo, por função, por tipo de órbita, custo, dimensões, massa, entre outros. A proposta feita por ele e que será adotada para este trabalho, está apresentada na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Classificação dos Satélites.

Classificação	Massa (Kg)
Satélites Grandes	>1000
Satélites Médios	500-1000
Satélites Pequenos	100-500
Microssatélites	10-100
Nanossatélites	1-10
Picossatélites	0,1-1
Fentos satélites	<0,1

Fonte: Pessota (2015).

2.3.10 Projetos espaciais

Projeto (*Project*) é um conjunto coordenado e controlado de atividades com uma data de início e fim, empreendido com objetivo de alcançar conformidade com as exigências estabelecidas, incluindo limitações de tempo, custo e recursos, cf. baseado em ECSS (2012).

Projeto (*Design*) é o conjunto de documentos que define as características de um produto, somado as informações apropriadas para sua fabricação e operação, cf. adaptado de COMAER (2007).

No caso de produto, o entendimento utilizado é do PMI (2013), PMBOK 5º Ed, a saber:

Produto “consiste de um artefato produzido, quantificável e que pode ser um item final ou um item componente. Os produtos também podem ser chamados de materiais ou bens”.

2.4 Instrução do Comando da Aeronáutica – Procedimento para certificação de produto e sistema de gestão da qualidade no setor espacial (ICA 60-2).

A ICA 57-21, COMAER (2019), de 2019, intitulada “Procedimento para certificação de produto e sistema de gestão da qualidade no setor espacial”, é um documento publicado pelo COMAER (Comando da Aeronáutica) em 14 de outubro de 2019. Tem por finalidade complementar as disposições da DCA 800-2, COMAER (2016) referentes às atividades de avaliação da conformidade, tais como certificação, aprovação ou aceitação de produto espacial adquirido ou desenvolvido para uso do COMAER, ou de interesse deste.

Nesta Instrução são estabelecidos procedimentos requeridos para:

- Condução de processos de Certificação de Projeto de um Produto Espacial (Certificação de Tipo, de Modificação, de Componente e de Equipamento de Apoio de Solo)
- Condução de processo de Validação de aprovação ou de certificação de

projeto por outra organização certificadora, nacional ou estrangeira, reconhecida pelo COMAER;

- Condução de processo de Garantia Governamental da Qualidade (GGQ), que inclui a Certificação de Organização Fornecedora e a Verificação Governamental da Qualidade;
- Condução de processos de Avaliação de Apronto para Operação de Lançamento Espacial (prontidão do veículo lançador e do centro de lançamento);
- Emissão de Certificados de Espaçonavegabilidade;
- Gerenciamento e execução de atividades de Dificuldades em Serviço de produtos espaciais certificados pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) do DCTA;
- Participação, com caráter de assessoria técnica, em atividades de Comissão de Investigação de Falha de produtos espaciais não certificados pelo IFI, mas de interesse do DCTA, e acompanhamento da implementação das ações corretivas;
- Condução de processo de Aprovação de Projeto sem a emissão de Certificado, com caráter de assessoria técnica;
- Condução de processo de Aprovação da Fabricação sem a Certificação de Organização Fornecedora;
- Critérios para credenciamento de pessoas físicas e de organizações de projeto, bem como o nível de envolvimento destes num processo de certificação; e
- Obrigações e direitos dos detentores de quaisquer Certificados, Atestados ou outros documentos emitidos pelo IFI.

2.5 Tabela de referências

Em síntese, a Tabela 2.2 abaixo apresenta as referências encontradas na

literatura sobre os conceitos apresentados neste trabalho.

Tabela 2.2 – Referências encontradas na literatura sobre os conceitos relacionados a este trabalho.

Conceitos relacionados ao trabalho	Seção deste trabalho que apresenta o conceito	Referências encontradas na literatura sobre o conceito
Processo	2.1	PMI (2013) ECSS (2012) PMI (2013) Silva (2017) Hoyle (2001)
Garantia do Produto Espacial	2.3.1	ECSS (2012) ECSS (2008) Silva (2017)
Certificação	2.2.4	COMAER (2016) COMAER (2017) Silva (2017) ANAC (2017) FAA (2014) EASA (2017)
Qualidade	2.2.14 2.3.2	COMAER (2019) Silva (2017) ISO (2015) Oliveira (2011) Hoyle (2001) PMI (2013)
Requisito	2.2.16	Young (2004) Souza (2021) Silva (2017) Axelrod (2016) Hoyle (2001) Reginato (2012)
Conformidade	2.3.5	Souza (2021) Silva (2017) ECSS (2012) Grady (1997) Oliveira (2011) ISO (2015) COMAER (2016) Albuquerque (2011)
Confiabilidade	2.3.3	Azevedo (2003) Silva (2017) COMAER (2017) Ribeiro (2013)
Aeronavegabilidade	2.2.7	COMAER (2017)

		Silva (2017) ANAC (2009) FAA (2014) EASA (2012) EASA (2017) DoD (2014)
Sistemas	2.2.10	COMAER (2016) Silva (2017) Azevedo (2003) COMAER (2007) COMAER (2017) Souza (2008) Young (2004)
Segurança	2.3.4 2.2.12	ECSS (2012) COMAER (2019) ECSS (2008) COMAER (2017) COMAER (2016) ANAC (2009) COMAER (2007)
Projetos	2.3.10	PMI (2013) ECSS (2012) COMAER (2007) Yassuda (2016)
Fases do Projeto Espacial	4.3	Yassuda (2010) Albuquerque (2011) Silva (2017) ECSS (2008)
Ciclo de Vida de Produtos Espaciais	2.3.8	ECSS (2008) Silva (2017) COMAER (2019) Young (2004)
Verificação e validação de requisitos	2.3.7	Souza (2021) Grady (1997) Hoyle (2001) Halligan (1993)

Fonte: Autor.

3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E ABORDAGENS PARA SUA SOLUÇÃO

3.1 Formulação do problema

Contexto: A indústria espacial e a indústria aeronáutica militar, vivenciam um rápido avanço tecnológico com um incremento da complexidade em seus sistemas, subsistemas e componentes. As necessidades e exigências dos interessados (*stakeholders*), a concorrência e competição entre operadores, fabricantes e até países, os regulamentos e penalidades legais por falhas, etc são cada vez maiores. À vista disso, as atividades relacionadas à qualidade e garantia do produto tornam-se cada vez mais desafiadoras de serem implantadas e gerenciadas.

Características: Ambas as indústrias possuem custos elevados e exigem um longo período de desenvolvimento de seus projetos. Similarmente temos que as duas indústrias lidam com projetos de alta tecnologia, desenvolvimento específico, qualificação de novos componentes e materiais. Em adição, também possuem preocupação comum com o sucesso do projeto e o cumprimento da missão. Para isso, é realmente importante a adoção de um processo que garanta o cumprimento das exigências, a conformidade com as especificações de projeto e monitore o ciclo de vida do produto desde o seu início. Ambas tem enorme experiência em seus ambientes específicos, por um lado, a aeronáutica é mais antiga e longeva; e, por outro lado, a espacial é mais exigente, sobretudo se embarcar vidas humanas.

Problema: Há a necessidade de convergência entre os processos IFI/INPE, de forma a promover um alinhamento entre as atividades da garantia do produto do INPE com as da certificação aeronáutica pelo IFI, vislumbrando uma futura certificação para a área espacial. Isso poderia acarretar a elevação dos níveis das exigências, aprimoramento das atividades realizadas e do controle do processo de ambas as instituições.

Corroborando isto, no dia 10 de janeiro de 2011 foi publicada uma Portaria da AEB, no Diário Oficial da União, autorizando o IFI/DCTA a atuar como

Organismo Certificador Espacial.

Solução parcial: Olhando para esses problemas apresentados, tem-se como solução neste trabalho:

- Atualizar a identificação de um processo existente da garantia do produto espacial (no caso, o do SEGPR do INPE);
- Sumarizar o processo existente na certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira (no caso, o do IFI do DCTA); entretanto, utilizando, por vezes, contribuições da certificação aeronáutica civil nacional e internacional; e
- Comparar os processos e absorver práticas para o aperfeiçoamento de ambos os processos.

3.2 Objetivo do trabalho

O trabalho proposto objetivará a atualização de um processo da Garantia do Produto espacial (no caso, o do SEGPR do INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (no caso, o do IFI do CTA). Isto, com o intuito de propor sugestões, alternativas e ações a serem adotadas em ambos os processos, para:

- Ajudar no desenvolvimento de requisitos futuros do SEGPR e do IFI para os respectivos programas de interesse;
- Aprimorar o controle das atividades do SEGPR e do IFI; e
- Atuar na padronização das atividades executadas pelo SEGPR e pelo IFI para garantir que os objetivos do projeto venham a ser cumpridos, no prazo e sem adição de custos, ao longo do ciclo de vida do produto.

3.3 Abordagens para sua solução

Neste trabalho são adotadas três abordagens, visando o aprimoramento das atividades da Garantia do Produto para satélites de pequeno e médio porte

do INPE e da Aeronáutica Militar Brasileira para Certificação de Tipo do IFI.

A **primeira** abordagem utiliza teoria e análise para entender e descrever os processos existentes no Serviço da Garantia do Produto do INPE e na certificação de tipo da aeronáutica militar do IFI, por meio de documentos e entrevistas.

A **segunda** abordagem utiliza modelagem, identificação, atualização e sumarização para descrever os processos existentes.

A **terceira** abordagem utiliza observação para realizar a atualização do processo da garantia do produto para satélites de pequeno e médio porte; e também utiliza experimentação para realizar um estudo de caso.

3.4 Metodologia

Para se atingir o objetivo deste trabalho, as seguintes etapas serão executadas:

Passo 1: Apresentar os processos e padrões utilizados no Serviço da Garantia do Produto espacial (INPE) para satélites de pequeno e médio porte; e identificar o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira (IFI).

Passo 1.1: Revisão da literatura sobre a garantia do produto espacial e certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira; entretanto, utilizando, por vezes, contribuições da certificação aeronáutica civil nacional e internacional, a saber:

- sobre a garantia do produto espacial, principalmente: SEGPR-Q-PRC-00347, ISO 9001, ECSS-Q-ST-10C, ECSS-Q-ST-20C, “Procedimento do Macroprocesso da Garantia do Produto” (SEGPR-Q-PRC-00347) e documentos internos do INPE;
- sobre a certificação aeronáutica, principalmente: EMAR 21, RBAC 21, *Order* 8110.4C, ICA-57-21, ICA-60-2, DCA 800-2, DCA 400-6, HDBK-516C e documentos internos do IFI;

- sobre a Engenharia de Requisitos e a Engenharia de Sistemas: Young (2004), Grady (1997), Halligan (1993) e IBM (2008);
- estudos científicos, a saber:

1. Seis (6) dissertações de mestrado:

a) de Carlos Eduardo Viana Ribeiro, intitulada “Estudo sobre Algumas Causas da Indisponibilidade de Componentes e Serviços sobre o Ciclo de Vida de um Projeto Aeroespacial”, 2013;

b) de João Paulo Marques Reginato, intitulada “Uma Proposta de Aperfeiçoamento de um Processo de Gerenciamento de Requisitos de Sistema e de Software e sua Aplicação a Sistemas Espaciais e Aeronáuticos Embarcados”, 2012;

c) de Jônatas Campos de Oliveira, intitulada “Método de Validação de Custos da Não Qualidade em Projetos Espaciais – Caso do Programa CBERS”, 2011;

d) de Inaldo Soares Albuquerque, intitulada “Modelo para o Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação e Documentação do Programa Espacial Brasileiro”, 2011;

e) de Cristiane Mariano Zavati Silva, intitulada “Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC)”, 2017; e

f) de Izaías dos Anjos Souza, intitulada “A certificação militar na aeronáutica brasileira nas últimas três décadas”, 2005.

O Apêndice C apresenta um breve resumo dos trabalhos relacionados.

Passo 1.2: Apresentar a atualização da identificação do processo utilizado para conduzir as atividades da garantia do produto do INPE utilizando como referência a dissertação de Cristiane Mariano Zavati Silva, intitulada “Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e

proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC)”.

Passo 1.3: Apresentar a sumarização do processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira (IFI) utilizando as normas militares brasileiras; e, adicionalmente, serão elencadas algumas contribuições originadas na certificação aeronáutica civil nacional e internacional (ANAC, EASA e FAA).

Passo 2: Atualização e comparação dos processos estudados na área espacial e aeronáutica militar, com relação aos fatores: atividades realizadas, fases dos processos, escopos de atuação, mecanismos, controles, entradas e saídas, visando estabelecer as semelhanças e diferenças, com o objetivo de propor recomendações para a garantia do produto espacial e para o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira. Para tal, segue-se o detalhamento das atividades:

- atualização da identificação das atividades desempenhadas e do processo seguido para conduzir a garantia do produto espacial;
- verificação e validação do processo atualizado por profissionais do INPE;
- sumarização do processo utilizado pelo IFI para conduzir a certificação de tipo militar, junto a levantamentos de algumas contribuições pontuais da certificação aeronáutica civil;
- verificação e validação do processo sumarizado por profissionais do IFI; e
- comparação das semelhanças e diferenças entre os modelos (da garantia do produto espacial e de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira), com relação aos atributos selecionados.

Após o levantamento dos processos utilizados, foram identificados oportunidades de melhoria em ambos os processos.

Passo 3: Sugestões de propostas de aperfeiçoamento.

Passo 3.1: Sugestões para aprimoramento da garantia do produto do INPE, a saber:

- seleção de práticas utilizadas pela certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira, que podem ser empregadas no processo utilizado pela SEGPR do INPE, visando obter impactos positivos em suas implantações; e
- avaliação por colaboradores do INPE.

Passo 3.2: Sugestões para aprimoramento do processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira IFI , a saber:

- seleção de práticas utilizadas no processo utilizado pelo SEGPR do INPE, que podem ser empregadas no processo utilizado pelo IFI, visando obter impactos positivos em suas implantações; e
- avaliação por colaboradores do IFI.

Passo 4: Elaboração de um exemplo de aplicação (estudo de caso) para uma das propostas sugeridas (oriunda do processo aeronáutico e aplicada ao processo INPE), de forma a evidenciar seus ganhos, forma de utilização e de aplicação. Neste caso, a proposta escolhida foi a “Utilização de ferramenta para registrar assunto relevante militar (FCAR-M)”.

4 ATUALIZAÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DA GARANTIA DO PRODUTO ESPACIAL PARA SATÉLITES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO INPE

Neste capítulo é apresentada a atualização da identificação do processo utilizado para conduzir as atividades realizadas pela garantia do produto espacial do INPE, utilizando como referência a dissertação de Cristiane Mariano Zavati Silva, intitulada “Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC)”.

A Atualização das informações contidas nesse capítulo passaram por revisões dos profissionais da área no INPE, sendo elencadas através de entrevistas e reuniões, destacando os processos e documentos que possuem similaridade com o processo a ser comparado.

Este capítulo foi organizado da seguinte maneira: contextualização e definição do escopo, origem da garantia do produto, definição do processo de interesse, atividades da garantia do produto aplicada nas fases do projeto espacial, incluindo detalhamento de algumas atividades relacionadas, controles, mecanismos, bem como suas entradas e saídas.

4.1 Contextualização e definição do escopo

A disputa armamentista e tecnológica na década de 1950 (Guerra Fria) fomentou o desenvolvimento em muitas áreas, das quais é possível destacar o setor de tecnologia espacial. Estados Unidos e União Soviética lançaram-se na exploração deste setor, pois o mesmo representava uma poderosa ferramenta de inteligência a fim de monitorar as atividades de seu concorrente.

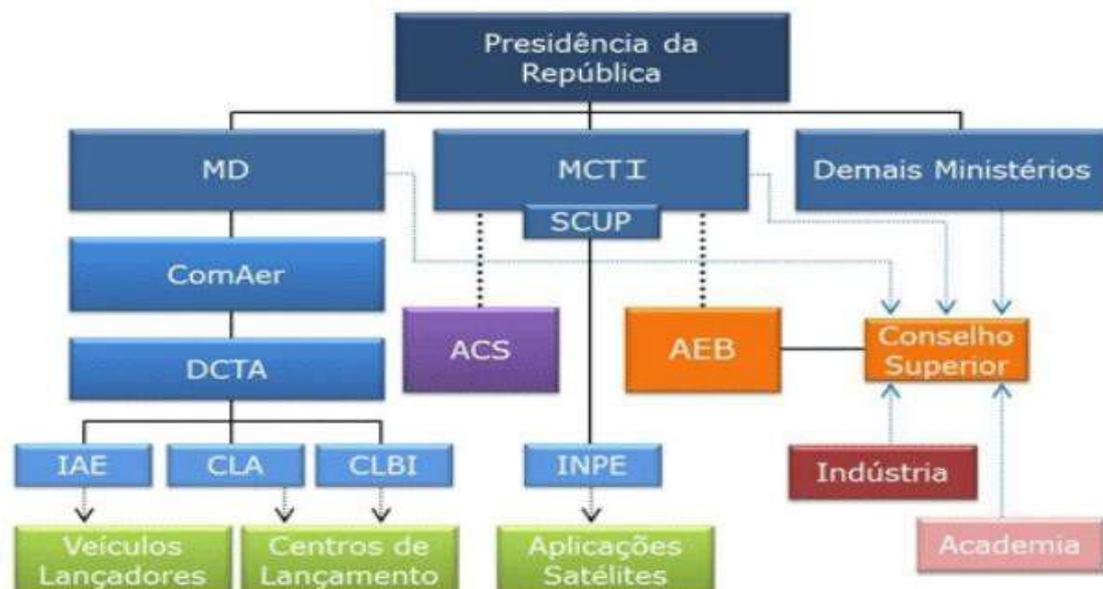
Assim como no setor aeronáutico, a tecnologia espacial desenvolvida era, em princípio, para uso militar. Entretanto, ao longo dos anos, os sistemas criados para as situações extremas do espaço trouxeram inovações que mudaram o estilo de vida da humanidade como por exemplo a criação dos

receptores GPS, micro-ondas, câmera digital, TV e rádio digital, avanços em telecomunicações, etc.

O Brasil, por sua vez deu início em 1956 ao seu moderno Programa Espacial, quando técnicos brasileiros tiveram o primeiro contato com alguma forma de atividade na área espacial, realizando a montagem de uma estação de rastreamento no arquipélago de Fernando de Noronha, por efeito de um acordo entre Brasil e Estados Unidos, para rastrear as transmissões das cargas úteis dos foguetes lançados de Cabo Canaveral. A criação da NASA em 1958 e o aumento da potência de transmissão dos engenhos espaciais tornaram a estação obsoleta e, depois de quatro anos de atividades, o programa foi encerrado em 1960, cf. adaptado de *Gouveia, Adalton (2003)*.

A organização do setor espacial brasileiro passa por diversos ministérios, os quais têm seu escopo de atuação bem delineado a fim de buscar maior sinergia para o setor. Na Figura 4.1 pode ser visto o organograma do setor espacial brasileiro.

Figura 4.1 – Organograma do setor espacial brasileiro.



Fonte: AEB (2016).

Atualmente o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), centraliza seu comando na Agência Espacial Brasileira (AEB). A AEB é uma autarquia vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação.(MCTI). É a instituição responsável por formular, coordenar e executar a política espacial brasileira sendo a principal controladora do Programa Espacial Brasileiro, atuando desde a regulamentação até a implementação das atividades espaciais, sendo o órgão central do (SINDAE).

A AEB dispõe de um Conselho Superior, de caráter deliberativo, composto por representantes com atividades ligadas à área espacial, dos quais destacam-se (INPE), ligado ao MCTI, (DCTA), subordinado ao (COMAER), do Ministério da Defesa (MD), além de membros da comunidade científica e do setor industrial. Conforme a Figura 4.2.

Figura 4.2 – SINDAE.



Fonte: AEB (2021).

Dentro desse cenário, o INPE tem como missão desenvolver, operar e utilizar sistemas espaciais para o avanço da ciência, da tecnologia e das aplicações nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços inovadores em benefício do Brasil. Cf. adaptado de AEB (2021).

Em adição, temos a qualidade como sendo um dos principais valores definidos por este Instituto. Qualidade pode ser definida como sendo o grau no qual um conjunto de características de um objeto atendem aos requisitos, cf. adaptado de ISO (2015).

Ainda versando sobre o tema “qualidade”, o INPE adota o entendimento de garantia do produto como sendo a disciplina dedicada ao estudo, planejamento e implementação de atividades destinadas a assegurar que o design, controles, métodos e técnicas em um projeto resultem em um grau satisfatório de qualidade de um produto, cf. adaptado de ECSS (2012).

4.1.1 Origem da garantia do produto espacial

O início da exploração espacial foi conduzido exclusivamente por governos de grande relevância no cenário geopolítico global, pois as tecnologias desenvolvidas deveria suportar condições ambientais ainda não conhecidas (praticamente no vácuo, expostos a radiação, variações térmicas, etc.), para tal eram necessários grandes investimentos de recursos humanos e financeiros, cf. adaptado de Silva (2021).

Os desafios para a exploração espacial eram inúmeros. Riscos relativos a acidentes com perdas humanas e/ou equipamentos eram relativamente altos; e, atrelados a estes, as organizações envolvidas teriam que avaliar o impacto de seus investimentos caso não houvesse sucesso nessa nova jornada.

Neste contexto era fundamental que a gestão dos sistemas espaciais primasse pela garantia da qualidade em todo seu ciclo de vida, pois a identificação precoce de aspectos potencialmente prejudiciais ao sistema permitiria solucioná-los ou mitigá-los rapidamente e/ou ainda em sua fase embrionária.

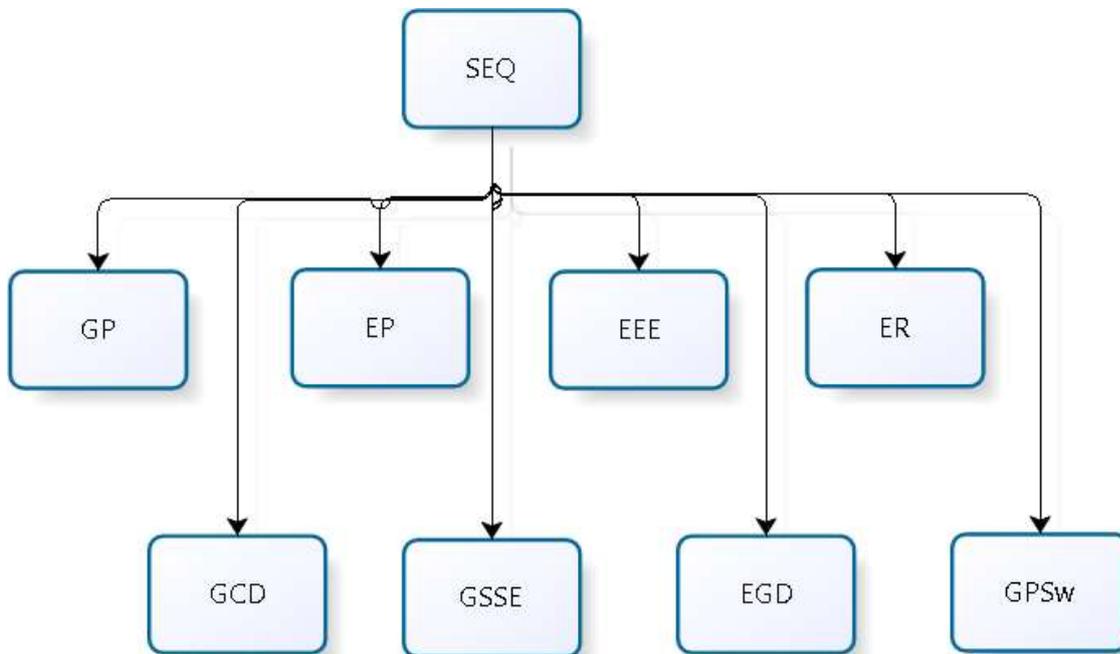
Essa crescente preocupação com a garantia do produto, levou o INPE a adotar o planejamento da garantia do produto, principalmente, conforme as boas práticas da *European Space Agency* (ESA), buscando definir:

- a organização da garantia do produto, com alocação de recursos adequados, sendo esses, pessoas e instalações; e
- um plano de garantia de produto, descrevendo o programa de garantia de produto e como ele atende aos objetivos e requisitos do projeto.

O Apêndice F apresenta um breve histórico do setor espacial brasileiro e do INPE.

Até meados de 2020 o serviço de engenharia da qualidade tinha seu organograma conforme Figura 4.3.

Figura 4.3 – Organograma do antigo Serviço de Engenharia da Qualidade – SEQ.



Fonte: Silva (2017).

4.1.2 Garantia do produto espacial no INPE

Atualmente o SEGPR do INPE utiliza a estrutura organizacional do tipo matricial, onde os responsáveis de cada área da garantia do produto mantêm suas atividades nos projetos e programas espaciais de engenharia durante todas as fases do ciclo de vida e para todos os segmentos de missões espaciais do Instituto e durante todas as fases do ciclo de vida de projetos científicos e tecnológicos, da Coordenação-Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais - CGCE.

As atribuições do Serviço de Garantia do Produto (SEGPR) do INPE foram publicadas no dia 11 de setembro de 2020 no Diário Oficial da União através de uma portaria do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovações, quais sejam:

Art. 66. Ao Serviço de Garantia do Produto compete:

I – viabilizar as atividades de gerenciamento da garantia do produto; da qualidade; processos, materiais e partes mecânicas; componentes elétricos, eletrônicos e eletromecânicos; segurança de sistemas espaciais; dependabilidade; garantia do produto de software; e gerenciamento da configuração e documentação;

II – viabilizar as atividades de garantia do produto durante todas as fases do ciclo de vida e para todos os segmentos de missões espaciais do Instituto e durante todas as fases do ciclo de vida de projetos científicos e tecnológicos, da Coordenação-Geral;

III – conduzir atividades de investigação de falhas em componentes eletrônicos ao longo do ciclo de vida de missões espaciais propondo ações corretivas necessárias;

IV – realizar a gestão do conhecimento em processos das áreas de garantia do produto; e

V – realizar pesquisa e desenvolvimento em garantia do produto. (BRASIL, 2020)

Como definição de escopo para este trabalho é observada a atuação do SEGPR do INPE durante o ciclo de vida do produto espacial adotado para os satélites de pequeno e médio porte do INPE.

4.2 Definição do processo de interesse

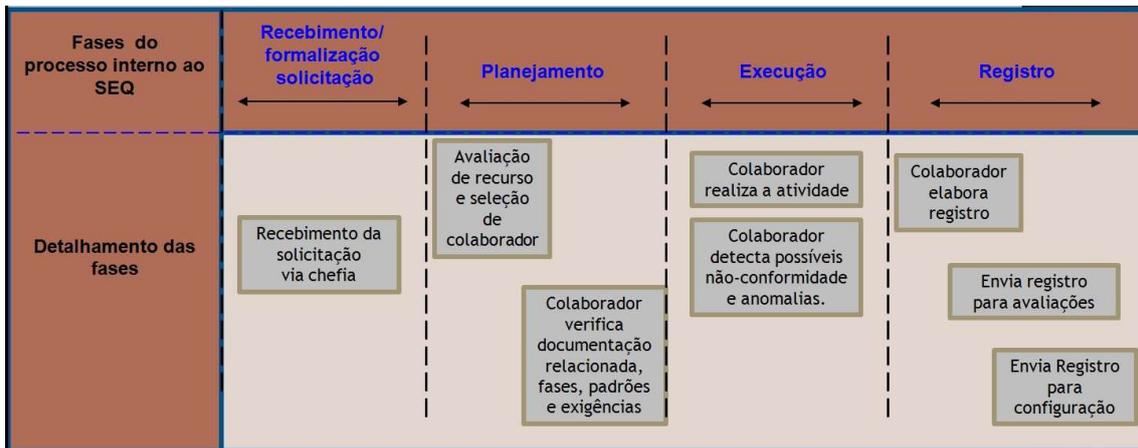
As atividades executadas pelo SEGPR são padronizadas através do mapeamento dos processos de interesse onde são descritas, as tarefas a

serem executadas, os papéis e responsabilidades dos envolvidos, minimizando assim a probabilidade de falhas na execução destes processos. É importante salientar que os processos para serem utilizados e produtos espaciais devem estar qualificados e configurados.

4.2.1 Sequência das atividades do SEGPR

A Figura 4.4 apresenta as fases e detalhamento das fases do processo SEQ que vigoraram até setembro de 2020.

Figura 4.4 – Fases do processo adotado pelo antigo Serviço de Engenharia da Qualidade – SEQ.



Fonte: Silva (2017).

No momento atual e de maneira geral, as atividades da Garantia do Produto estão definidas em um documento intitulado “Procedimento do Macroprocesso da Garantia do Produto” (SEGPR-Q-PRC-00347) sendo executado dentro do contexto do SEGPR, da Coordenação Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais (CGCE).

Para melhor entendimento do fluxo de atividades do SEGPR, é válido ressaltar os principais atores envolvidos, quais sejam:

- Solicitante;
- Chefia do SEGPR; e

- Colaboradores do SEGPR.

A primeira etapa consiste em solicitar a realização de uma atividade, cuja responsabilidade é do Solicitante, bem como providenciar os meios e acompanhar a realização da atividade.

A chefia do SEGPR recebe a demanda de realização da atividade, avalia a solicitação, planeja sua realização, seleciona um colaborador que possui o conhecimento técnico e define um responsável pela condução da mesma.

O colaborador do SEGPR, por sua vez, busca organizar e conduzir a atividade realizando os levantamentos de documentos pertinentes e também é responsável por informar e registrar as conclusões das atividades.

Por fim, cabe ao solicitante receber, analisar as informações e registros da execução da atividade e encerrar ou não a mesma.

4.2.1.1 Fluxo de atividades desempenhadas pelo SEGPR

De modo geral, os principais serviços desempenhados pelo SEGPR podem ser elencados na Tabela 4.1, com os responsáveis por suas execuções.

Tabela 4.1 – Atividades desempenhadas pelo SEGPR.

SERVIÇOS	RESPONSÁVEL
SOLICITAR REALIZAÇÃO DE ATIVIDADE	Fornecedor Externo, Chefia do SEGPR, Coordenador ou Gerente da GP e Divisões do INPE.
RECEBER, AVALIAR A SOLICITAÇÃO E PLANEJAR A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE	Chefia do SEGPR
PARTICIPAÇÃO EM REVISÕES DE PROJETO (análise de documentação e participação em reuniões de revisão de projeto)	Executor definido para a realização da atividade
GESTÃO DE ITENS DE AÇÃO	Executor definido para a realização da atividade
ACOMPANHAMENTO DA FABRICAÇÃO	Executores definidos para a realização da atividade
INSPEÇÕES (realização de inspeção de recebimento e de <i>Mandatory Inspection Point</i>)	Executor definido para a realização da atividade
APOIO À CONFIGURAÇÃO/DOCUMENTAÇÃO (análise de pedido de modificação de documentos, 664064789 <i>waiver</i> ou desvio)	Executor definido para a realização da atividade
AUDITORIAS	Executor definido para a realização da atividade
REALIZAÇÃO DE PMPCBS	Executor definido para a realização da atividade
ATIVIDADES DA GARANTIA DO PRODUTO	Executor definido para a realização de uma determinada atividade que requeira um relatório após seu encerramento.
GESTÃO DE ANOMALIAS DURANTE OPERAÇÃO	Executor definido para a realização da atividade
ELABORAÇÃO DE DOCUMENTOS GP	Executor definido para a realização da atividade
TRATAMENTO DE NÃO CONFORMIDADE	Colaborador do GP definido para a realização da atividade
ACOMPANHAMENTO DE TESTES	Executor definido para a realização da atividade
INFORMAR /REGISTRAR CONCLUSÃO DA ATIVIDADE	Executor da atividade
ANALISAR REGISTROS, FINALIZAR OU NÃO A ATIVIDADE	Solicitante

Fonte: Autor.

4.3 Detalhamento de algumas atividades do serviço da garantia do produto

Algumas atividades realizadas pelo SEGPR serão detalhadas neste trabalho a fim de melhor compreensão e por terem maior similaridade ao processo a ser comparado, quais sejam: atividades vinculadas a contratos de fornecimento, atividades de gerenciamento da configuração/documentação e configuração de *baseline* aplicados aos programas do INPE.

4.3.1 Características vinculadas a contratos de fornecimento

As atividades pertinentes ao SEGPR anteriores ao contrato são: definir requisitos de garantia do produto a serem seguidos pelos fornecedores, participar das descrições de trabalho, apoiar na definição de requisitos para a aquisição e uso de componentes, partes e materiais, definir requisitos de confiabilidade, definir requisitos de controle de configuração, participar na elaboração de alguns documentos (Plano de Desenvolvimento e Testes, Requisitos de Projeto e Fabricação, e Requisitos dos Testes Ambientais).

As atividades pertinentes ao SEGPR logo após a fase de licitação do contrato são: auditorias nos fornecedores e julgamento do sistema de qualidade dos fornecedores.

Outra atividade que ocorre no âmbito dos contratos é a elaboração do Plano da Garantia do Produto, cujo propósito é prover informações quanto aos aspectos organizacionais e abordagens técnicas para a execução do programa da garantia do produto, cf. adaptado de ECSS (2008).

O conteúdo mínimo do Plano da Garantia do Produto é apresentado pela ECSS (2008), como: introdução; documentos aplicáveis; termos e definições; visão geral do sistema ou subsistema; implantação do programa da garantia do produto (organização, responsabilidade, relatórios, modelos da qualidade, gerenciamento de riscos, controle da contratada, métodos, ferramentas, avaliação e melhoria do processo); operação e manutenção do processo; garantia da qualidade do produto; e matriz de comprovação de requisitos.

Elaborar o Plano da GP dos projetos são de responsabilidade do SEGPR, onde os responsáveis pelas disciplinas da garantia do produto elaboram o documento de sua área de atuação. Além disso, as empresas contratadas são responsáveis por elaborar os planos pertinentes aos subsistemas por elas desenvolvidos.

4.3.2 Atividade de gerenciamento da configuração e documentação aplicado aos programas do INPE

Cf. baseado em Albuquerque (2011), o controle de registros precisa ser mantido e realizado de forma a promover evidências da conformidade com os requisitos. Esses registros devem estar legíveis, rapidamente identificáveis e recuperáveis. Para isso é imprescindível elaborar um documento estabelecendo os controles necessários para a identificação, armazenamento, proteção, recuperação, tempo de retenção e descarte dos registros.

Os contratados e fornecedores devem possuir e operar um sistema de gerenciamento da configuração permitindo a identificação, controle e a contabilização da configuração de todas as entregas finais ao longo do ciclo de vida do projeto.

De acordo com Albuquerque (2011), o fornecedor deve elaborar um plano a ser entregue ao INPE, contendo os procedimentos para: preparação, identificação, revisão e controle de documentação de engenharia compreendendo especificações, planos, desenhos, materiais e listas de processos e software, documentações de engenharia, controle de interfaces, controle de mudanças e processamento das modificações, manutenção do controle de status de configuração do item final, fornecimento de pacotes de dados de itens finais (EIDPs) e controle de estado técnico através do estabelecimento de *baselines*.

4.3.3 Configuração de *baseline* de programas do INPE

Para Albuquerque (2011), a *baseline* é o “status aprovado em determinados

marcos do projeto, sendo assim um ponto de partida para evoluções do projeto”.

A configuração da *baseline* compreende toda a documentação que descreve as características de um determinado produto. Essa documentação é formalmente registrada passando a ser referência em um marco do ciclo de vida do produto. A partir daí, toda proposta de modificação deverá passar por um processo formal de aprovação, envolvendo todos os atores afetados, cf. baseado em Albuquerque (2011).

Apoiar na Configuração / Documentação são responsabilidades do SEGPR, onde é feita a análise de Pedido de Modificação de Documentos, *Waiver* ou Desvio pelo SEGPR.

4.4 Atividades do SEGPR aplicadas nas fases do projeto espacial

Através da Agência Espacial Europeia (ESA), existe o estabelecimento de normalização na área espacial. Os padrões definidos pela Cooperação Europeia para a Normalização Espacial (*European Cooperation for Space Standardization* – ECSS) são aplicáveis ao gerenciamento, ao projeto e à garantia do produto de programas/projetos na área espacial. E são práticas de gerenciamento, em boa parte, adotadas pelo INPE, sendo estas adaptadas conforme o contexto de cada projeto.

O ciclo de vida do produto consiste de uma série de fases pelas quais um produto passa, do início ao término. As fases são geralmente sequenciais e são organizadas de acordo com as necessidades de gerenciamento e controle da(s) organização(ões) envolvida(s) no projeto do produto, a natureza do produto em si e sua área de aplicação, cf. adaptado de Yassuda (2010).

Os principais elementos constituintes do ciclo de vida de um projeto na área espacial podem ser observados na Figura 4.5.

Não identificado.

- Revisões aplicáveis

– Revisão de Definição de Missão (MDR)

Encerra a Fase 0 e tem por objetivo a aceitação do Termo de Declaração da Missão, a avaliação das especificações técnicas preliminares e a avaliação de aspectos relativos à organização do projeto. São avaliados os diferentes conceitos de sistema propostos para atendimento da missão. Os conceitos de sistema aprovados serão submetidos a um escrutínio mais aprofundado na fase seguinte cf. baseado em Bogossian (2016).

Fase A – Viabilidade

- Resumo

Fase dedicada à identificação de conceitos de sistema para cumprir a missão e pela avaliação de viabilidade do projeto tendo em conta as limitações técnicas e programáticas identificadas pelo iniciador do projeto e pelos clientes de alto nível.

O seu objetivo é a elaboração dos planos preliminares de gerenciamento, engenharia e garantia do produto; especificação dos requisitos técnicos; análise da viabilidade técnica; cronograma da concepção; seleção da concepção apropriada e soluções técnicas cf. adaptado de ECSS (2009b).

- Atividades desempenhadas pelo SEGPR

Durante essa fase, a equipe analisa e elabora os requisitos referentes à sua área de atuação e o plano preliminar da garantia do produto. Em adição, também apoia na elaboração de documentos de gerenciamento e de engenharia.

Outras atividades:

– Definição de executor responsável da GP para os sistemas e responsável pela GP do subsistema;

- Verificação preliminar da documentação disponível;
- Elaboração de requisitos (alto nível) da garantia do produto;
- Apoio à elaboração da árvore do produto e da DDT (Descrição Detalhada de Trabalho) ou SoW (*Statement of Work*);
- Elaboração preliminar do Plano da Garantia do Produto para o programa;
- Apoio na elaboração de documentos de alto nível;
- Controle e gerenciamento da documentação do programa;
- Verificação da tratativa utilizada para o controle de documentação do fornecedor;
- Levantamento de processos especiais;
- Contribuição na codificação da documentação e geração de *templates*;
- Participação em reuniões gerenciais;
- Revisões e avaliações de documentos; e
- Controle de itens de ação.
 - Revisões aplicáveis
- Revisão Preliminar de Requisitos (Sys PRR)

Ocorre no final da Fase A, para analisar a viabilidade do projeto preliminar e liberar para a etapa de definição, cf. baseado em Bogossian (2016).

Fase B – Definições preliminares

- Resumo

Fase dedicada ao projeto preliminar do sistema, tendo início com a elaboração de requisitos técnicos funcionais de sistema e o planejamento detalhado de todas as atividades do projeto, seguidos do projeto preliminar em nível de subsistemas e equipamentos. Esta fase se encerra com a finalização do projeto do modelo de engenharia.

Para essa fase, o objetivo é a elaboração do projeto preliminar de acordo com a concepção selecionada e as exigências; produção da versão final dos planos de gerenciamento, engenharia e garantia do produto; liberação do plano de verificação; e ainda finalização das especificações técnicas de requisitos, cf. adaptado de ECSS (2009b).

- Atividades desempenhadas pelo SEGPR

Nessa fase, o SEGPR atua com o acompanhamento da definição de critérios de verificação; no apoio da finalização de documentos gerenciais e de engenharia; e finaliza o plano de garantia do produto.

Outras atividades:

- Verificação preliminar da documentação disponível;
- Elaboração de requisitos (alto nível) da garantia do produto;
- Apoio à elaboração da árvore do produto e da DDT (Descrição Detalhada de Trabalho) ou SoW (*Statement of Work*);
- Elaboração do Plano da Garantia do Produto para o programa;
- Apoio na elaboração de documentos;
- Controle e gerenciamento da documentação do programa;
- Verificação da tratativa utilizada para o controle de documentação do fornecedor;
- Levantamento de processos especiais;
- Contribuição na codificação da documentação e geração de *templates*; participação em reuniões gerenciais,
- Revisões e avaliações de documentos; e
- Controle de itens de ação.

- Revisões aplicáveis

- Revisão Preliminar de Projeto para o Sistema (Sys PDR)

Ocorre no final da Fase B, para analisar o projeto preliminar do sistema e liberar a produção do Modelo Engenharia (EM) e do *Radio-Electric Mock-Up* (RM), cf. baseado em Bogossian (2016).

– Revisão Preliminar de Projeto para Subsistemas (Sub PDR)

Ocorre no final da Fase B, para analisar o projeto preliminar dos subsistemas e liberar a produção dos equipamentos Modelo de Engenharia (EM), Modelo Estrutural (SM) e Modelo Térmico (TM), cf. baseado em Bogossian (2016).

– Revisão de Requisitos de Sistema (SRR)

Durante a Fase B ocorre a Revisão de Requisitos de Sistema, a qual tem por objetivo:

- liberar as atualizações das especificações dos requisitos técnicos;
- preparar as definições preliminares para o projeto;
- preparar as definições preliminares para o programa de testes cf. baseado em Bogossian (2016).

Fase C – Definições detalhadas

- Resumo

A fase C compreendem todas as atividades iniciais a fim de desenvolver e qualificar os segmentos de solo e espacial, assim como seus produtos.

Tem como objetivo realizar a qualificação dos processos críticos e sua aptidão; realizar a compatibilidade entre interfaces; preparar a entrega final do projeto, planos de montagem, integração e testes; preparar a liberação para a fabricação, montagem e testes dos modelos de voo, cf. adaptado de ECSS (2009b).

- Atividades desempenhadas pelo SEGPR

No decorrer dessa fase, a equipe do SEGPR acompanha o planejamento da verificação, a implantação e controle da verificação; verificação do controle de registros; e a finalização dos trabalhos.

Outras atividades:

- Verificação de instalações de fabricação, estoque, inspeção e testes;
- Verificação de recursos necessários da empresa e sua utilização;
- Acompanhamento de testes; verificação de planos e procedimentos de testes;
- Aprovação de qualificação de processos especiais;
- Participação de TRRBs (*Test Readiness Review Boards*) e TRBs (*Test Review Boards*);
- Abertura e tratativa de não-conformidades (NRBs e NCRs);
- Acompanhamento de modificações;
- Definição e execução de MIPs (pontos de inspeções mandatórios);
- Realização de inspeções-gerais;
- Liberação para a fabricação;
- Acompanhamento da fabricação;
- Acompanhamento de retrabalhos ou troca de dispositivos ou partes;
- Participação em revisões técnicas e contratuais;
- Elaboração de registros; participação na aceitação do produto;
- Verificação da documentação e registros; acompanhamento do transporte e movimentação do item;
- Acompanhamento da manutenção ou modificação do item;
- Acompanhamento de testes periódicos;
- Verificação da conformidade do item;
- Auditorias;
- Entrega dos subsistemas para a integração;
- Acompanhamento da integração do satélite;

- Participação na aceitação dos sistemas;
- Acompanhamento de testes no satélite integrado;
- Verificação do armazenamento dos itens;
- Acompanhamento da movimentação do satélite;
- Acompanhamento dos testes pré-voos;
- Acompanhamento de verificação de CG;
- Verificação dos ICDs (*Interface Control Documents*);
- Verificação dos EIDPs (*End Item Data Packages*);
- Verificação dos GSEs (*Ground Support Equipments*);
- Controle de configuração do satélite; e
- Acompanhamento de atividades necessárias para o lançamento.

- Revisões aplicáveis

- Revisão Crítica de Subsistemas (Sub CDR)

Tem como objetivo analisar o projeto dos subsistemas e os resultados dos testes do equipamento EM e liberar a produção dos FMs de equipamentos, cf. baseado em Bogossian (2016).

- Revisão de Qualificação de Subsistemas (Sub QR)

Objetiva analisar o projeto e os resultados dos testes dos modelos de qualificação e liberar a produção dos FMs de equipamentos, cf. baseado em Bogossian (2016).

- Revisão Crítica do Projeto do Sistema (Sys CDR)

Ocorre no final da Fase C, para analisar o projeto do sistema e os resultados dos testes dos Modelo de Engenharia, Modelo Estrutural e Térmico, cf. baseado em Bogossian (2016).

Fase D – Qualificação e Produção

- Resumo

A fase D compreendem todas as atividades finais a serem realizadas com objetivo de desenvolver e qualificar os segmentos de solo e espacial, assim como seus produtos.

Tem como objetivo realizar a verificação de atendimento às exigências, gerenciar, desvios e concessões; confirmar que o produto (modelo de voo) está livre de erros de montagem e se apresenta apto para a entrada em operação. Também são selecionados e verificados os componentes dos pacotes de entrega; preparação do produto e a documentação para o evento de entrega. E ainda são finalizados os procedimentos operacionais; e sua compatibilidade com os sistemas de voo e preparação da equipe de operação, cf. adaptado de Silva (2017), INPE (2005) e ECSS (2009b).

- Atividades desempenhadas pelo SEGPR

Para o SEGPR, os objetivos da fase de qualificação e fabricação são acompanhar e fiscalizar: o controle, implantação da verificação e toda documentação associada.

Outras atividades:

- Verificação de instalações de fabricação, estoque, inspeção e testes; verificação de recursos necessários da empresa e sua utilização;
- Acompanhamento de testes;
- Verificação de planos e procedimentos de testes;
- Aprovação de qualificação de processos especiais;
- Participação de TRRBs (*Test Readiness Review Boards*) e TRBs (*Test Review Boards*);
- Abertura e tratativa de não-conformidades (NRBs e NCRs);
- Acompanhamento de modificações;
- Definição e execução de MIPs (pontos de inspeções mandatórios);

- Realização de inspeções-gerais;
- Liberação para a fabricação de voo;
- Acompanhamento da fabricação de voo;
- Acompanhamento de retrabalhos ou troca de dispositivos ou partes;
- Participação em revisões técnicas e contratuais;
- Elaboração de registros;
- Participação na aceitação do produto;
- Verificação da documentação e registros;
- Acompanhamento do transporte e movimentação do item;
- Acompanhamento da manutenção ou modificação do item;
- Acompanhamento de testes periódicos;
- Verificação da conformidade do item;
- Auditorias;
- Entrega dos subsistemas para a integração;
- Acompanhamento da integração do satélite;
- Participação na aceitação dos sistemas;
- Acompanhamento de testes no satélite integrado;
- Verificação do armazenamento dos itens;
- Acompanhamento da movimentação do satélite;
- Acompanhamento dos testes pré-voo;
- Acompanhamento de verificação de CG;
- Verificação dos ICDs (*Interface Control Documents*);
- Verificação dos EIDPs (*End Item Data Packages*);
- Verificação dos GSEs (*Ground Support Equipments*);

- Controle de configuração do satélite; e
- Acompanhamento de atividades necessárias para o lançamento.
 - Revisões aplicáveis
- Revisão de Qualificação (QR)

Tem por objetivo principal demonstrar, via testes do Modelo de Qualificação, que tanto as soluções de engenharia quanto as soluções de fabricação propostas resultam em um produto que atende, com a margem especificada, todos os requisitos definidos para o projeto.

Subsidiariamente, nesta revisão, é avaliada a completude e a integridade dos registros de verificações em todos os níveis. Igualmente, é efetuada uma avaliação crítica da aceitabilidade de *waivers* e desvios. A equipe executora deve ser capaz de demonstrar que o produto desenvolvido, em nível de qualificação, encontra-se conforme com todos os requisitos inicialmente definidos e que o detalhamento de documentação é suficiente para que o(s) Modelo(s) de Voo possa ser fabricado, via treinamento de mão de obra, seguindo exatamente os procedimentos qualificados até a presente fase, cf. baseado em Bogossian (2016).

- Revisão da Aceitação de Subsistemas (Sub AR)

Realizada no final da Fase D, para analisar o desempenho real de cada modelo de voo de subsistemas e autorizar a sua integração no satélite, cf. baseado em Bogossian (2016).

- Revisão de Aceitação do Sistema (Sys AR)

Ocorre no final da Fase D, para analisar o desempenho real do FM do satélite e dar a autorização para embarque para o local de lançamento, cf. baseado em Bogossian (2016).

Fase E – Operação

- Resumo

A fase E compreende todas as atividades a serem executadas a fim de lançar, comissionar, utilizar e manter os elementos do segmento espacial em órbita, bem como utilizar e manter os do segmento terrestre.

Essa fase tem como objetivo realizar a verificação se os segmentos solo e espacial estão aptos para o lançamento, incluindo os sistemas de suporte. Após o lançamento, visa realizar a execução dos testes em órbita, verificação do sistema e sua aptidão para as operações de rotina.

Ao final da utilização, realiza-se a verificação da completude da missão e assegura-se que todos os elementos orbitais estão configurados para uma transição segura para a retirada de serviço, cf. adaptado de ECSS (2009b).

- Atividades desempenhadas pelo SEGPR

Nessa fase, o SEGPR atua no controle das anomalias operacionais levantadas pelos responsáveis da operação. E também são acompanhados e fiscalizados: os controles, implantação da verificação e toda a documentação associada.

Outras atividades:

- Garantia da qualidade e configuração do satélite;
- Levantamento e acompanhamento de OARs;
- Investigação de anomalias;
- Participação no comissionamento do satélite;
- Realização de NRBs; e
- Elaboração de registros, com seus controles.

- Revisões aplicáveis

- Revisão de Preparação de Voo do Sistema (Sys FRR)

Ocorre no final da preparação, já no local de lançamento, para confirmar a prontidão do sistema do satélite e aprovar para lançamento, cf. baseado em Bogossian (2016).

– Revisão de Operação do Sistema (Sys ORR)

Ocorre após testes em órbita, para confirmar a prontidão do satélite e entregar ao usuário, cf. baseado em Bogossian (2016).

– Revisão de Comissionamento (CR)

Pode ser enquadrada como ORR, pois consiste em: testar as funcionalidades do satélite em órbita e equipamentos de solo de forma a verificar o cumprimento da missão; e, ao final, entregar todas as funcionalidades completas em voo e em solo, cf. baseado em Bogossian (2016).

Fase F – Descarte

- Resumo

Compreende todas as atividades a serem realizadas a fim de descartar com segurança todos os produtos lançados ao espaço ECSS (2008).

- Atividades desempenhadas pela GP

Não aplicável

- Revisões aplicáveis

Não aplicável

4.5 Controles do processo

Os controles do processo são os fatores limitadores da liberdade do processo (por exemplo, leis, regras, regulamentos e condições), podendo também restringir os recursos, os efeitos, as decisões e muitos outros fatores. Ainda podem ser chamados de restrições em vez de controles, podendo incluir as exigências do cliente, cf. adaptado de Hoyle (2001).

Quando as aquisições não são equipamentos de “prateleira”. As atividades do SEGPR nas aquisições de produtos espaciais são de verificar o projeto desde a concepção até a utilização ou descarte, durante todo o ciclo de vida do produto, assegurando assim, a conformidade do item e o cumprimento com os requisitos estabelecidos.

4.5.1 Exigências: padrões utilizados na área espacial brasileira

A atividade de regulamentar a área espacial brasileira é uma das atribuições da AEB e define as seguintes regulamentações, conforme descrito na resolução nº71, de 5 de dezembro de 2007:

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

No âmbito do Programa CBERS, o INPE exige que seus fornecedores e subcontratados atendam aos requisitos da garantia do produto do documento intitulado “CBERS 3 &4 Product Assurance Requirements”. Em linhas gerais, o fornecedor precisa elaborar um plano que atenda às exigências estabelecidas.

4.5.2 Documentos dos programas e padrões utilizados no INPE

Para atividades ligadas aos programas espaciais em que o INPE está envolvido, o SEGPR precisa ter acesso a toda a documentação que apresenta as exigências estabelecidas, com o objetivo de conhecer detalhes do projeto e as informações relacionadas. Seguem alguns exemplos de documentos relevantes, quais sejam:

- Especificação ambiental;
- Especificação técnica do projeto e construção do satélite;
- Requisitos da garantia do produto para o programa;

- Procedimentos de aceitação de produto final;
- Formato e código da documentação;
- Regras para a fabricação de produtos do satélite;
- Estrutura de divisão de trabalho; e
- Plano da Garantia do Produto.

Seguem abaixo exemplos de padrões relevantes para o SEGPR:

- ECSS-Q-ST-10C *Space Product Assurance – Management*;
- ECSS-Q-ST-20C *Space Quality Assurance*;
- ECSS-S-ST-00-10C *Glossary of Terms*; e
- ECSS-M-ST-10C *Space Project Management – Project Planning and Implementation*.

Seguem abaixo alguns exemplos de *standards* e *handbooks* utilizados:

- MIL-STD-480 *Configuration Control – Engineering Changes, Deviations, and Waivers*;
- MIL-STD-483 *Configuration Management Practices for Systems, Equipment, Munitions, and Computer Projects*;
- MIL-STD-1521 *Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments, and Computer Software*; e
- MIL-HDBK-61 *Configuration Management Handbook*.

4.5.3 Exigências: requisitos da garantia do produto

O INPE exige que os fornecedores e subcontratados atendam aos requisitos da garantia do produto do documento intitulado “*MMP and Payload Product Assurance Requirement*”, o qual define os requisitos da garantia do produto para a Plataforma Multimissão e sua carga útil. Esse documento expõe alguns pontos importantes para a atividade do SEGPR, tais como:

- assegurar que os produtos do programa cumpram seus objetivos, sendo

seguros, funcionais e confiáveis; e

- apoiar o gerenciamento de riscos do projeto, assegurando a identificação adequada, realizar avaliações, atuar na prevenção e controle dos riscos técnicos dentro das limitações do projeto.

4.5.4 Exigência de certificação de pessoal

O SEGPR tem que garantir o cumprimento das exigências de treinamento. Para determinadas tarefas, o pessoal envolvido deve possuir certificações específicas, mantendo-se atualizado e pronto para executar as atividades demandadas pelo projeto. Um exemplo é a inspeção de placas eletrônicas. Para essa atividade é mandatório que o inspetor seja certificado na norma “*Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies (IPC J STD 001)*”.

4.6 Mecanismos do processo

São alguns mecanismos (recursos) necessários para realização de certas atividades da garantia do produto. tais como: inspeções, auditorias, acompanhamento de testes e retrabalhos. Para essas, podem ser citados alguns exemplos de mecanismos, tais como: equipamentos, suprimentos e materiais, cf. baseado em PMBOK 5º ed., PMI (2013).

Seguem alguns mecanismos necessários para a execução das atividades acima listadas:

- partes e componentes dos satélites;
- equipamentos, subsistemas, sistemas dos satélites;
- instalações, instrumentações, laboratórios de aplicações espaciais; e
- GSEs dos satélites.

4.7 Entradas

O apoio na elaboração de documentos gerados pelos programas é uma das atividades do SEGPR. Para tal, são listados abaixo, os principais

documentos de entrada para essa atividade:

- Especificação ambiental;
- WBS;
- Especificação técnica do projeto e construção do satélite; e
- Estrutura de divisão de trabalho.

A elaboração de documentos para os programas espaciais também é uma das atividades do SEGPR. Para essa atividade, são listados abaixo, os principais documentos elaborados e modificados pelo SEGPR:

- Requisitos da garantia do produto para o programa;
- Procedimentos de aceitação de produto final;
- Formato e código da documentação; e
- Regras para a fabricação de produtos do satélite.

Outra atividade importante é a realização de reuniões dos comitês técnicos. Para essa atividade é necessário tratar e analisar as seguintes entradas:

- Solicitações de modificações de engenharia;
- OARs; e
- Relatórios de não-conformidade.

4.8 Saídas

São tidas como saídas dos processos: as atividades finalizadas e os seus registros. Assim como todos os documentos elaborados.

Os principais documentos elaborados pelo SEGPR, a saber:

- Relatórios de inspeções;
- Planos da garantia do produto e dos demais disciplinas;
- Procedimentos;
- Registros de não-conformidade e não-conformidade tratadas;

- Modificações de Engenharia (*Engineering Change Requests* – ECRs) aprovadas;
- Atas de reuniões;
- Formulários e *checklists*;
- Relatórios de atividade da Garantia da Qualidade;
- Relatórios de acompanhamento;
- Documentos de requisitos da Garantia do Produto;
- Manuais;
- Instruções de fabricação; e
- OARs tratadas.

Alguns desses documentos relacionados acima, dependendo da atividade, podem ser saídas (quando são resultados da atividade ou modificados por ela), ou podem ser controles (quando são limitadores ou restrições das atividades).

5 SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR DA AERONÁUTICA BRASILEIRA

Neste capítulo é apresentada a sumarização do processo utilizado para conduzir as atividades da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira adotado pelo DCTA/IFI.

A escolha pelo processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira se deu pela sua semelhança com o processo do SEGPR do INPE e pela comum preocupação de ambos os processos com a segurança e o cumprimento da missão.

Os itens selecionados para a sumarização são: contextualização e definição do escopo, contribuições originadas na certificação aeronáutica civil, metodologia de certificação com o uso de Organização de Projeto Credenciada, histórico da certificação no Brasil, origem do IFI como certificador militar, definição do processo de interesse, fases do processo, detalhamento de algumas atividades, controles, mecanismos, bem como suas entradas e saídas.

5.1 Contextualização e definição do escopo

O desenvolvimento acelerado das atividades aéreas, proporcionado pelo grande número de aeronaves que ficou disponível para uso civil logo após a 1ª Guerra Mundial, e o elevado índice de acidentes registrados motivaram as autoridades de diversos países a estabelecerem regras e restrições à operação e à construção de aeronaves, a fim de que os voos fossem realizados com um nível de segurança adequado. Com essa finalidade e pioneirismo, o Brasil foi um dos países fundadores da Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO – da sigla em Inglês), criada em 1944, tendo firmado sua participação em 1945, a qual foi ratificada em 8 de junho de 1946, pelo Decreto federal nº 21.713/46.

A ICAO define segurança da aviação como sendo o “estado no qual o risco de ferir pessoas ou causar danos em coisas se limita a, ou está mantido em

ou abaixo de, um nível aceitável, através de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos”.

As atividades governamentais do Brasil, relacionadas com a segurança de voo já vinham sendo desenvolvidas na década de 30, pelo Núcleo do Serviço Técnico de Aviação, do Ministério da Guerra. Nas décadas seguintes, com o aumento da atividade aérea comercial e o surgimento de inúmeras iniciativas de projeto e de desenvolvimento de aeronaves no país, a certificação de produtos aeronáuticos para uso civil evoluiu no mesmo ritmo, atingindo um nível comparável ao de outros países industrialmente desenvolvidos.

O Apêndice G apresenta um breve histórico do setor aeronáutico militar brasileiro e do IFI.

Apesar da segurança da aviação ser objeto de um acordo internacional no âmbito da ICAO, cada país tem a liberdade de possuir um corpo próprio de regulamentação aeronáutica, desde que cumpram, no mínimo, com os regulamentos mandatórios daquela Organização.

Especificamente, sobre aeronaves militares, o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), da PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – CASA CIVIL (1986), dispõe que a operação dessas aeronaves fica sujeita às disposições sobre a proteção ao voo e ao tráfego aéreo, salvo quando se encontrar em missão de guerra ou treinamento em área específica.

A segurança da aviação militar brasileira é garantida de forma sistêmica, onde as autoridades de aviação militares atuam em todas as atividades relativas à aeronave, desde o projeto e fabricação da aeronave, até a operação e manutenção desta aeronave, durante todo o ciclo de vida do produto, Silva (2017).

A Figura 5.1 apresenta a evolução do pensamento em segurança e os principais fatores contribuintes para a mitigação de fatalidades decorrente de acidentes aeronáuticos.

Figura 5.1 – *The evolution of safety thinking.*



Fonte: ICAO (2013).

Um dos pilares que garantem a segurança de voo é a certificação de aeronaves. No âmbito das ciências e das tecnologias aeroespaciais, a palavra CERTIFICAR é utilizada em diplomas legais de modo abrangente, referindo-se indistintamente às atividades de Certificação, de Convalidação e de Qualificação de Materiais, bem como às de Certificação de Empresas e de Verificação da Qualidade, baseado em Souza (2005).

De acordo com a regulamentação civil e militar que rege o assunto, certificar é comprovar o cumprimento de requisitos preestabelecidos sob a tutela de uma autoridade de certificação, a qual não possui interesse direto no produto. Cabe ressaltar que a certificação aeronáutica civil e a certificação aeronáutica militar possuem foco na segurança da operação; porém, para a certificação militar da aeronáutica brasileira, é necessário também atender requisitos de cumprimento da missão, que são específicos para cada tipo de projeto.

A Autoridade Certificadora do Comando da Aeronáutica é definida como sendo o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), para

os setores espacial, aeronáutico e de defesa. O órgão que executa as atividades de certificação de produtos/projetos e de sistemas de gestão da qualidade relacionada ao setor aeroespacial é o IFI, Instituto de Fomento e Coordenação Industrial, COMAER (2019). Na Figura 5.2 pode ser visto o organograma do DCTA.

Figura 5.2 – Organograma do DCTA.



Fonte: FAB (2021).

A Certificação de Tipo Militar tem o objetivo de garantir que o projeto de uma determinada aeronave é seguro e cumpre as missões daquele tipo para o qual foi projetado. E, para que isso seja determinado, a aeronave deve cumprir com os requisitos de aeronavegabilidade, de missão, de ruído, de emissão de combustível drenado e de escapamento de aviões, e a qualquer condição especial estabelecida pelo IFI, COMAER (2017).

A avaliação da conformidade de um produto aeronáutico militar pode ser realizada por 3 agentes distintos: o fabricante ou fornecedor (primeira parte), o operador ou cliente (segunda parte) e a autoridade de certificação, a qual não possui interesse direto na comercialização do produto (terceira parte),

COMAER (2019).

É seguro dizer que os principais fabricantes de produtos aeronáuticos realizam a avaliação da conformidade de primeira parte, também conhecida como Qualificação. Afinal de contas, uma empresa séria precisa se assegurar de que dispõe no mercado de produtos que atendam à sua própria especificação técnica, caso contrário, ela incorrerá numa enormidade de problemas de pós-entrega de seus produtos, podendo fadar-se ao fracasso absoluto. A qualificação de produtos por seus fabricantes é prática comum em várias indústrias, não apenas na aeronáutica, mas também na automotiva, eletrodomésticos, eletrônicos, etc.

No âmbito do Comando da Aeronáutica, a depender do contrato de comercialização de um determinado produto aeronáutico, é exigida a avaliação da conformidade por segunda ou terceira parte. Todavia, a avaliação da conformidade por segunda parte se mostrou, ao longo dos anos, por vezes, ineficaz na identificação precoce de problemas de projeto, pela falta de procedimentos robustos e reproduzíveis na verificação e aceitação dos produtos em análise. Nesse sentido, tem-se constatado que a certificação tem sido o método mais comum e aceito de avaliação da conformidade de produtos aeronáuticos nos contratos estabelecidos nos últimos 10 anos no COMAER.

A atividade de certificação, ou seja, a avaliação independente da conformidade dos produtos aeronáuticos por terceira parte, obriga os fabricantes de aeronaves e de seus componentes a incorporarem mecanismos de qualidade em todas as fases de seus respectivos projetos com o principal objetivo de impedir a recorrência de acidentes causados pelas mesmas falhas de projeto. Em complemento, a certificação contribui para que a indústria militar aeronáutica obtenha altos níveis de confiabilidade, utilizando-se de elaboradas ferramentas para mitigar potenciais problemas de segurança, sem inviabilizar, contudo, o emprego militar para o cumprimento da missão para a qual o projeto foi desenvolvido.

Desse modo, muitos dos potenciais problemas que um produto aeronáutico pode apresentar são tratados precocemente durante as fases iniciais de desenvolvimento/certificação, evitando a necessidade de *retrofits* ou impactos financeiros em fases mais adiantadas do projeto, o que poderia tornar sua fabricação e operação uma tarefa impraticável.

Vale destacar que os produtos aeronáuticos militares são categorizados em duas classes, COMAER (2017):

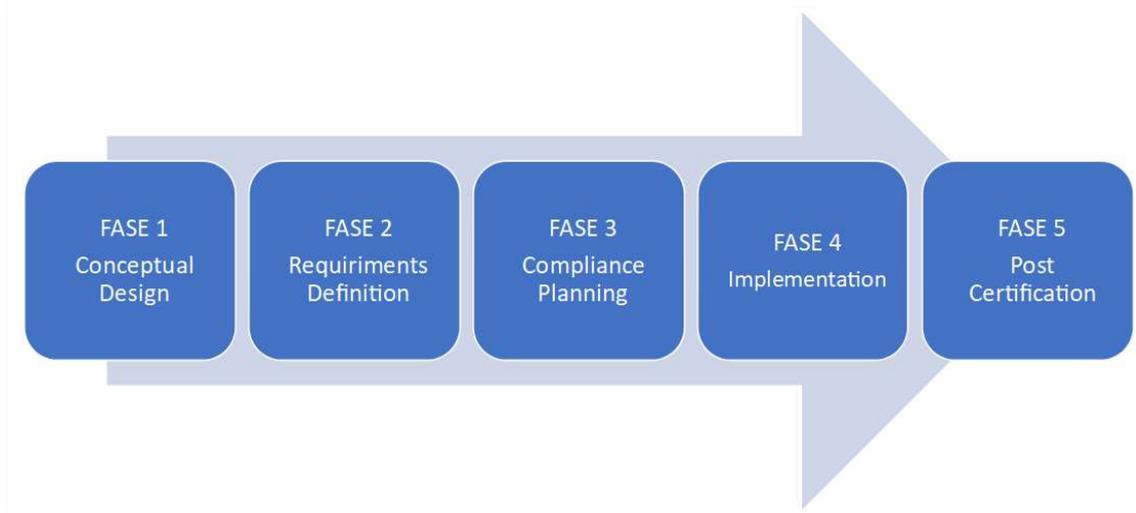
- Classe I: é um veículo (aeronave, planador, Sistema Aéreo Remotamente Pilotado – SARP, balão, dirigível, ou outro veículo aéreo), motor aeronáutico, hélice ou míssil (como via de regra, todo equipamento dotado de sistema de controle de navegação e propulsão própria é elegível); e
- Classe II: é qualquer produto considerado parte integrante de um Produto Classe I ou que seja um apêndice deste.

Alguns organismos certificadores militares são tidos como referência internacional, como: o *National Airworthiness Council* NAC nos Estados Unidos, o *Direction Générale de l'armement* DGA na França, o Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA na Espanha, o FLIGY na Suécia, o *Military Aviation Authority* MAA no Reino Unido e o IFI no Brasil.

5.2 Processo de certificação de tipo militar brasileiro

Um processo de certificação canônico consiste em 5 fases: projeto conceitual, definição de requisitos, planejamento da demonstração de cumprimento, implementação e pós-certificação. A Figura 5.3 apresenta as fases do processo de certificação de tipo militar brasileiro.

Figura 5.3 – Fases do processo de certificação de tipo militar brasileiro.



Fonte: IFI (2019).

Na fase do projeto conceitual, o desenvolvedor estabelece o *design* conceitual do produto que pode ser certificado no futuro. Em conjunto, a autoridade certificadora e o desenvolvedor realizam interações que permitam discutir as novas tecnologias, materiais, processos e demais aspectos relevantes para o projeto. É nessa fase que se inicia a definição do conjunto de requisitos que constituirão a Base de Certificação.

Na fase de definição de requisitos, é quando o processo começa formalmente com a autoridade certificadora. A Base de Certificação (BC) é refinada e acordada entre o desenvolvedor (a partir dessa etapa também pode ser chamado de requerente) e o certificador. A aprovação dessa Base de Certificação é uma atividade de responsabilidade da autoridade certificadora, portanto indelegável. O Plano de Certificação (PC), estratégia acordada para verificação dos requisitos, e os planos de gerenciamento (a forma como o processo será conduzido) também começam a ser definidos nessa fase. É também nesta fase em que se elaboram as Fichas de Controle de Assuntos Relevantes Militares, ou FCAR-M. Nesses documentos, é fornecido um meio estruturado para resolver certos problemas nos processos de certificação de tipo, e.g. discussões acerca dos meios de cumprimento de certos requisitos e níveis equivalentes de segurança, quando o requerente

propõe formas de demonstração de um requisito alheia aos métodos consagrados, ou quando aquele projeto introduz uma nova tecnologia a qual nunca tenha sido certificada anteriormente.

Na fase de planejamento da demonstração de cumprimento, a autoridade certificadora avalia seu envolvimento nas atividades de certificação, baseando-se em fatores de risco, consolidando os planos que começaram a ser discutidos na fase anterior. Além disso, é realizado o planejamento das atividades, disponibilização de recursos e a análise se o processo fará ou não utilização de Organização de Projeto Credenciada, delegando ao requerente certas atividades de responsabilidade da Autoridade Certificadora. Todos esses detalhes deverão estar explicitados no PCEP, o Plano de Certificação Específico para o Programa, trazendo as especificidades e acordos entre autoridade e requerente do processo de certificação em pauta.

Na fase de implementação, são executadas as atividades acordadas no Plano de Certificação, que consiste na realização de ensaios, sejam em laboratórios ou em voo, inspeções de conformidade, análises entre outros. É também nesta fase em que são emitidas as PEV, Permissões Especiais de Voo, as quais autorizam, sob determinadas condições e configurações controladas, o ensaio em voo de protótipos não certificados, provendo, assim, condições mínimas de segurança. É ainda a fase na qual são aprovadas as IACs, Instruções de Aeronavegabilidade Continuada e o Manual de Voo do produto. A autoridade certificadora avalia então se os resultados das atividades citadas permitem atestar que o projeto está em conformidade com os requisitos propostos. Após a avaliação de conformidade ser finalizada satisfatoriamente, a autoridade certificadora pode emitir o Certificado de Tipo (CT).

O Certificado de Tipo tem a mesma função de um diploma, de simbolizar e atestar o cumprimento dos requisitos da Base de Certificação. Igualmente relevante é a FET, Folha de Especificação de Tipo, documento anexo ao CT

que detalha quais requisitos aquele projeto cumpre, além de estabelecer seu envelope operacional, ou seja, os limites considerados seguros para o emprego daquele produto.

Por fim, a última fase, de pós-certificação, consiste na finalização da documentação para registro das atividades realizadas e futuras modificações. É onde ocorrem também as atividades de Aeronavegabilidade Continuada, que mantêm a condição segura do produto, e.g. manutenções e inspeções programadas. Ainda, antes da Entrada em Serviço (EIS – *Entry Into Service*) do produto, é realizada sua Avaliação Operacional (AVOP), processo pelo qual se avaliam a eficiência operacional e a adequabilidade operacional de um Sistema ou Material, COMAER (2007). A Figura 5.4 apresenta a correlação entre projeto e produto.

Figura 5.4 – Correlação entre projeto e produto.



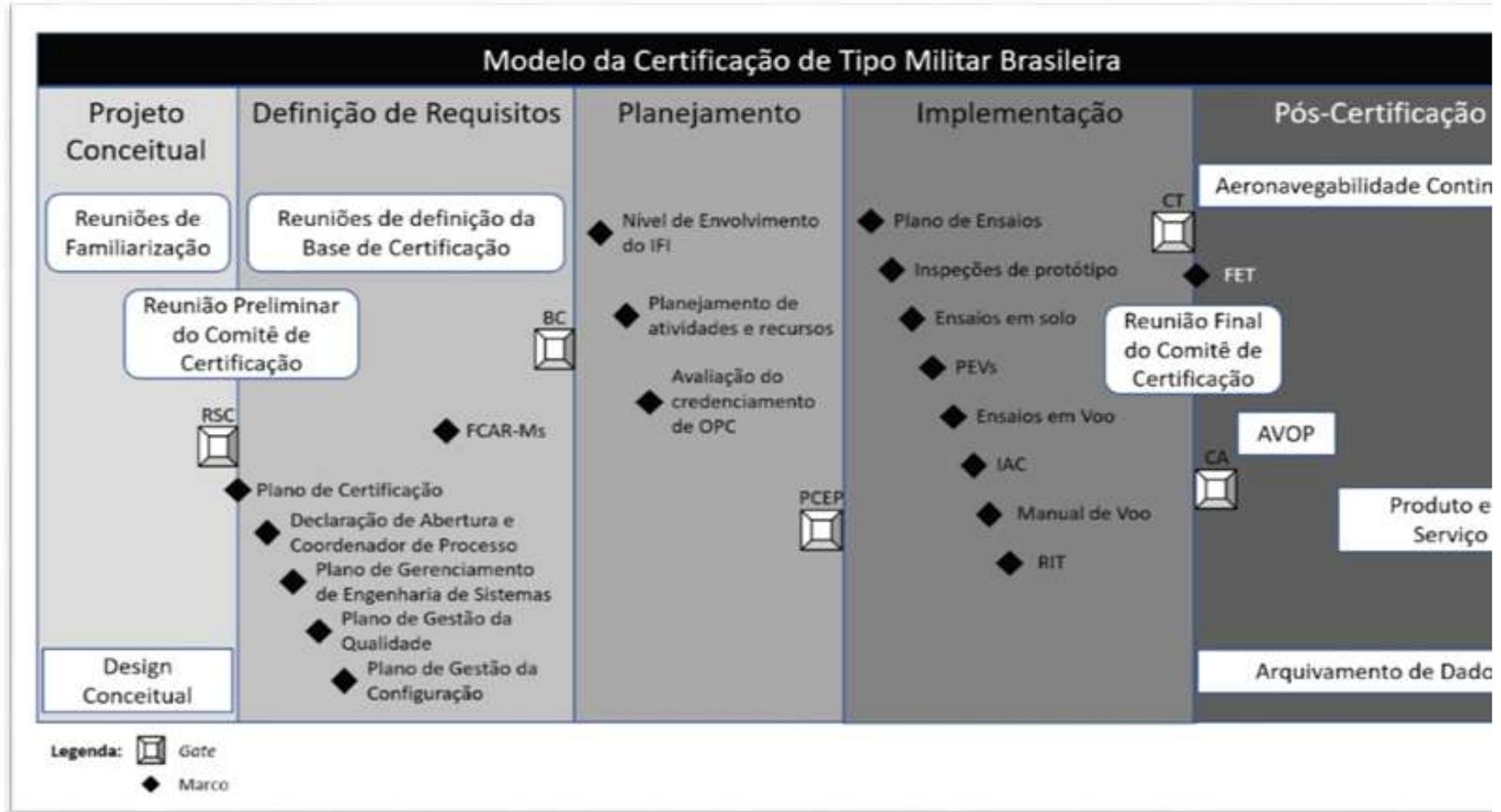
Fonte: IFI (2019).

5.2.1 Detalhamento das fases de um processo de certificação de tipo militar brasileira

O processo de certificação de tipo militar brasileiro consiste em verificar se o projeto de tipo do produto está em conformidade com os requisitos técnicos relativos à segurança e ao cumprimento de missão, reconhecendo-se formalmente esta conformidade, oficializado mediante a emissão de um Certificado de Tipo (CT) pelo IFI, como autoridade certificadora do COMAER (delegada pelo DCTA).

Um modelo gráfico do sumário do processo de certificação de tipo militar brasileira pode ser visualizado na Figura 5.5.

Figura 5.5 – Sumário da Certificação de Tipo Militar Brasileira.



Fonte: Autor.

Abaixo serão detalhadas as 5 fases da certificação de tipo militar no Brasil.

5.2.1.1 Projeto conceitual

O propósito desta fase é estabelecer entendimento e compreender as características do projeto levando em conta uma série de documentos que balizam as necessidades técnicas e operacionais do Comando da Aeronáutica. Os principais documentos são:

- a** Necessidade Operacional (NOP): documento onde são formalizadas as carências ou deficiências constatadas, cuja superação dependa do fornecimento de um novo sistema ou material, ou ainda, modificação em um já existente, COMAER (2007).
- b** Requisitos Operacionais (ROP): documento baseado no NOP, apresenta requisitos de alto nível com descrição das características iniciais de desempenho solicitadas para o sistema ou material, em termos quantitativos e qualitativos, levando em consideração as características da missão pretendida e da segurança envolvida, COMAER (2007).
- c** Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTLI): o RTLI é um documento que se origina no ROP e consiste na fixação das características técnicas, logísticas e industriais que o sistema ou material deverá contemplar, para poder cumprir os requisitos operacionais estabelecidos, COMAER (2007).

Levando-se em conta a aplicabilidade do projeto, são realizadas as reuniões de familiarização preliminar, tantas quantas forem necessárias, onde o potencial requerente tem a oportunidade de descrever seu projeto em seu estágio de desenvolvimento corrente, o que permite o IFI planejar seus recursos e seu nível de envolvimento. Devem ser apresentadas as características de projeto e de produção, dando ênfase em características inéditas ou não usuais, operações pretendidas, principais fornecedores, agenda do projeto, construção de protótipos, e uso de profissionais

credenciados ou de organizações credenciadas.

O IFI pode avaliar o requerente quanto às suas capacidades em engenharia nas diversas disciplinas do projeto pretendido, profissionais credenciados pelo IFI, recursos de produção e de controle de produção, pessoal de coordenação da certificação e fornecedores de itens críticos.

5.2.1.2 Definição de requisitos

O propósito desta fase é aprofundar o conhecimento das características do projeto através de desenhos do produto, descrição de funcionalidade pretendida, métodos construtivos, dimensões principais, dados básicos de engenharia, limitações preliminares, proposta do plano de certificação, novas tecnologias e outras características jugadas pertinentes.

Por parte do IFI é feita a alocação de recursos humanos segundo as características do projeto e definido um Grupo de Trabalho (GT), responsável pelas análises técnicas, e um coordenador do processo de produto (CPP), responsável pela gestão do processo de certificação. O GT e o CPP são definidos pela DACP – Declaração de Abertura e de Coordenador de Processo.

Após definido o GT e o CPP, o requerente é convidado ao IFI para a realização de uma reunião de familiarização do projeto cujo o propósito é a exposição ao GT pelo requerente de pontos como: apresentação do produto, esclarecendo as áreas de atuação de cada especialista; familiarização com os conceitos do projeto; novas tecnologias ou inovações em materiais, processos, configurações, etc.; e identificação dos times de projeto e pontos focais, sua capacitação, competências e experiência, além de empresas parceiras ou sócias no projeto e outras partes interessadas (*stakeholders*). Os principais documentos dessa fase são:

- a Base de certificação:** consiste no conjunto de requisitos que visam a segurança e cumprimento de missão definidos para certificação. Ela contempla os requisitos de aeronavegabilidade, de missão, ruído,

emissões, condições especiais, níveis equivalentes de segurança e isenções. A aprovação dessa Base de Certificação é uma atividade cuja responsabilidade da autoridade certificadora é intransferível, sendo, portanto, indelegável.

- b Plano de certificação:** estabelecido entre a autoridade e o requerente é estratégico, pois define a estratégia de demonstração de cumprimento dos requisitos estabelecidos na Base de Certificação. É um documento que é atualizado ao longo do processo. Este plano assegura que o requerente e a autoridade possuem o mesmo nível de entendimento do requisito. A aprovação do Plano de Certificação é uma atividade cuja responsabilidade da autoridade certificadora é intransferível, sendo, portanto, indelegável. Nessa etapa são definidos os Meios de Cumprimento (MoC – *Means of Compliance*) que descrevem a maneira na qual será verificada o cumprimento do requisito. A Figura 5.6 apresenta os meios de cumprimento de requisitos que são aplicados no processo de certificação de tipo da aeronáutica militar brasileira.

Figura 5.6 – Meios de cumprimento de requisitos.

Type of Compliance	Means of Compliance	Associated Documents	Compliance
Engineering evaluation	MC0 : - Compliance statement - Reference to Type Design documents - Election of methods, factors - Definitions	- Type Design documents - Recorded statements	
	MC1: Design review	- Descriptions - Drawings	
	MC2: Calculation/ Analysis	- Substantiation reports	
	MC3: Safety assessment	- Safety analysis	
Tests	MC4: Laboratory tests	- Test programmes - Test reports - Test interpretations	
	MC5: Ground tests on related product		
	MC6: Flight tests		
	MC8: Simulation		
Inspection	MC7: Design inspection/ audit	- Inspection or audit reports	
Equipment qualification	MC9: Equipment qualification	Note : Equipment qualification is a process which may include all previous means of compliance.	

Fonte: EASA (2015).

- c Plano de certificação específico para o programa (PCEP):** devido à grande troca de informações entre a autoridade de aviação militar e o requerente, é estabelecido um acordo de cooperação denominado “Plano de Certificação Específico para o Programa” (PCEP). Esse plano visa criar condições que otimizem o processo de certificação. O acordo de cooperação consiste em ferramenta de gerenciamento e coordenação de atividades entre as partes. O PCEP combina informações e adiciona detalhes fundamentais para a execução efetiva do programa. Embora o PCEP esteja sujeito a emendas, os compromissos assumidos pelas partes são as expectativas de seus signatários.
- d *Technical standard order (TSO):*** é um documento que apresenta o padrão mínimo de desempenho para materiais, peças e equipamentos

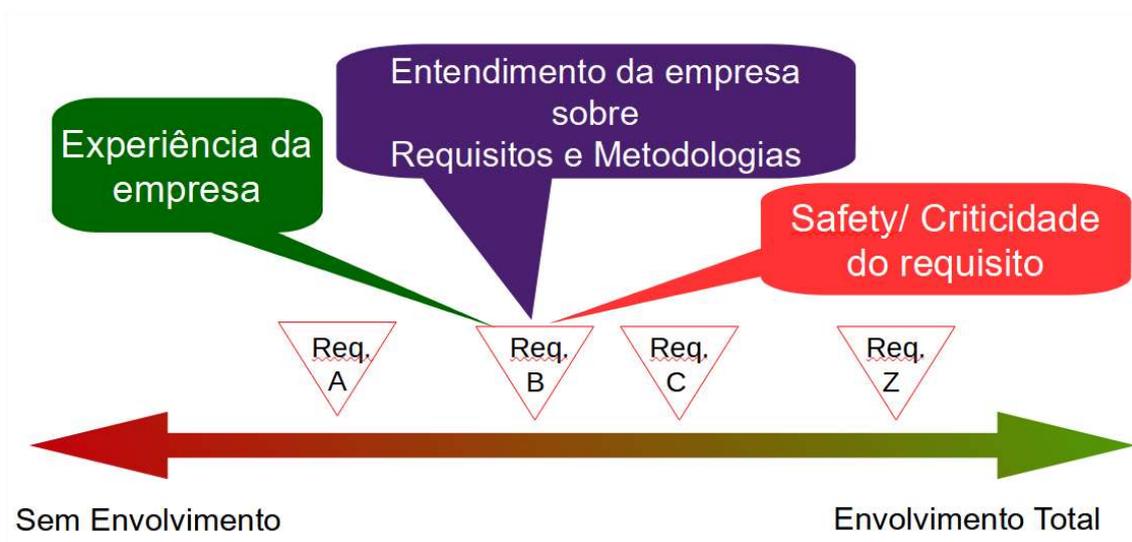
utilizados em uma aeronave. As autoridades mais ativas nesse tipo de processo são a FAA e a EASA (nesse caso chamado de ETSO). A FAA, por exemplo, regulamenta na *Advisory Circular AC 21-64A* o processo de autorização de um equipamento aeronáutico para emprego em projetos de aeronaves americanas. Quando autorizada a fabricação do material, parte ou equipamento, esta precisa estar de acordo com o TSO. Esse documento não autoriza a instalação e o uso do artigo na aeronave, especifica apenas que o requerente está autorizado para fabricá-lo FAA (2017).

- e ***Declaration of design and performance (DDP)***: considerando que a TSO é uma aprovação de componente oriunda da aviação civil, a DDP é mais comumente utilizada na aviação militar, uma vez tratar-se da declaração do desempenho de um equipamento, geralmente não ordinário, cujas peculiaridades de emprego não compensam uma verificação padrão (TSO) ou sequer existam procedimentos nos guias ou materiais disponíveis. Esse tipo de equipamento é muito comum na aviação militar, e.g. radares de abertura sintética, casulos de imageamento óptico, modos seguros de IFF, bombas etc. Na aviação civil, pode ser útil na integração de equipamentos não ordinários como, por exemplo, um forno micro-ondas em emprego aeronáutico para uma aeronave executiva.
- f **Ficha de controle de itens relevantes militar e item relevante de certificação (FCAR-M e IRC)**: os itens de maior relevância deverão ser controlados via FCAR-M (Ficha de Controle de Assunto Relevante Militar) e outros itens, também importantes, porém com menor relevância, poderão ser acordados via IRC (Item Relevante de Certificação). A FCAR-M e o IRC são registros que servem como instrumento de modo a permitir a identificação, registro e resolução dos itens relevantes aos requisitos de certificação, com relação aos aspectos técnicos e administrativos.

5.2.1.3 Planejamento da demonstração de cumprimento

O propósito desta fase é, baseado nas informações apresentadas pelo requerente, estimar os recursos necessários para atender ao programa, como por exemplo: o grau e a área de envolvimento direto do certificador, número de especialistas por área, nível de envolvimento nas atividades, reuniões com os representantes do requerente, capacidade técnica e a experiência em certificação do requerente, seu histórico em outros programas, bem como a confiança em seus delegados, procedimentos administrativos e recursos em geral. A Figura 5.7 apresenta a abordagem de definição de nível de envolvimento acerca de um requisito.

Figura 5.7 – Definição de nível de envolvimento.



Fonte: IFI (2019).

Os principais conceitos que são utilizados nessa fase são:

- a **Profissionais credenciados em projeto militar (PCPM):** são profissionais credenciados para atuar como representantes do órgão certificador, sendo supervisionados proporcionalmente à complexidade das atividades de demonstração de cumprimento dos requisitos.
- b **Organização de projeto credenciado (OPC):** dependendo da relação

de confiança com a autoridade certificadora e da maturidade da organização desenvolvedora de um projeto, frações organizacionais das empresas requerentes poderão ser credenciadas para a execução de certas atividades de certificação, sendo supervisionadas através de auditorias técnicas e processuais.

- c Controle do processo de delegação:** dependendo da estratégia adotada para o processo, quer seja a utilização de PCPM ou de OPC, o IFI adota a abordagem de disponibilizar recursos nos assuntos mais críticos, maximizando o uso do sistema de delegação e aprimorando as estratégias de supervisão, definindo a estratégia de cumprimento de requisitos, optando pelo nível de envolvimento (direto ou indireto) no acompanhamento do cumprimento.

A autoridade certificadora pode, a seu critério, solicitar maior envolvimento no processo, com o objetivo de ter maior controle sobre assuntos considerados sensíveis. Por exemplo, sobre aspectos nos quais a organização de projeto, no decorrer das atividades de supervisão realizadas pela autoridade, tenha se mostrado deficiente no cumprimento ou verificação de um determinado requisito. Por vezes a autoridade deseja adquirir maior conhecimento sobre determinado assunto ou tecnologia e, assim, solicita maior envolvimento no processo para capacitação de seu próprio pessoal.

5.2.1.4 Implementação

O propósito desta fase é implementar o plano de certificação aprovado, sendo que o certificador deve examinar os dados técnicos submetidos pelo requerente, realizando inspeções e determinando o cumprimento dos requisitos aplicáveis. Os principais conceitos que são utilizados nessa fase são:

- a Propostas de comprovação:** as propostas de comprovação de requisitos podem se tratar de propostas de ensaio (em voo, no solo, em laboratório, em “RIG”, entre outros), proposta de simulação, proposta

para demonstração analítica, e outros. Deve-se identificar e descrever as metodologias de comprovação utilizadas para demonstrar conformidade do produto com cada requisito.

- b Ensaio de certificação:** têm por objetivo verificar a demonstração de cumprimento de requisitos de certificação.
- c Permissão especial de voo (PEV):** emitida pela autoridade certificadora, a permissão especial de voo é utilizada para a realização dos voos do protótipo da aeronave contendo as limitações operacionais que forem aplicáveis.
- d Inspeções de conformidade:** a inspeção de conformidade executada pela autoridade certificadora é a validação da conformidade realizada pelo requerente.
- e Testemunho de ensaio:** é o acompanhamento na execução dos ensaios (membro do GT ou através de PCPM), independentemente se há o uso de Organização de Projeto Credenciado. O testemunho de ensaio é prerrogativa da autoridade certificadora.
- f Instruções para aeronavegabilidade continuada:** o detentor do projeto é o responsável por assegurar que existe informação suficiente para os operadores e mantenedores do produto para que seja mantida a aeronavegabilidade continuada do mesmo, ou seja, de documentos que proveem os métodos, inspeções, processos e procedimentos necessários para manter o produto aeronavegável.
- g Manuais operacionais e de instalação:** o IFI é responsável pela aprovação de parte dos manuais operacionais, incluindo suas revisões e suplementos, apresentada pelo requerente. Os capítulos certificáveis do manual de voo não devem ser aprovados até que os especialistas de ensaios em voo e da área operacional concordem com as limitações operacionais e os procedimentos normais e de emergência e recomendem a sua aprovação.

- h Emissão do certificado de tipo:** após a comprovação documental do cumprimento de todos os requisitos da base de certificação, o projeto de tipo se torna elegível a um CT, sendo submetido a um conselho que julgará a emissão do certificado de projeto de tipo e o encerramento do processo de certificação.
- i Folha de especificação de tipo:** é o documento onde estão relacionadas as limitações definidas pelos requisitos de certificação aplicáveis e quaisquer outras limitações e informações que identifiquem o projeto de tipo aprovado.

5.2.1.5 Pós-certificação

- a Arquivamento de dados:** é de inteira responsabilidade do detentor do Certificado de Tipo o arquivamento dos dados técnicos do projeto de tipo, bem como de toda documentação usada para substanciação dos requisitos. Esses dados devem ser salvaguardados e não podem ser destruídos, devendo estar sempre disponíveis para o IFI durante toda a vida operacional da aeronave.
- b Dificuldades em serviço:** todo e qualquer evento com potencial de diminuir o nível de segurança na operação dos produtos aeronáuticos, tais como acidentes, incidentes, erros em procedimentos e documentos de operação e manutenção, falhas, mau funcionamentos e defeitos, COMAER (2017).
- c Modificações ao projeto de tipo:** as modificações ao projeto de tipo já aprovadas requeridas pelo detentor do CT são consideradas emendas ao Certificado de Tipo. No caso de o requerente da modificação não ser o detentor do CT é emitido um Certificado Suplementar de Tipo CST, após a conclusão do processo de modificação.

5.2.2 Modelo de organização de projeto credenciada (OPC)

Uma variação do modelo detalhado em 5.2.1 é o modelo de delegação, muito

utilizado na Agência Certificadora Europeia (EASA). Nessa abordagem, quando contemplado em contrato e a critério do IFI, poderão ser credenciadas para a execução de certas atividades de certificação, frações organizacionais das empresas requerentes.

Uma vez que o credenciamento é uma prerrogativa do IFI e não um direito do requerente, para que este faça jus a um Certificado de Organização Credenciada (COC), além de requerê-lo, deve demonstrar cumprimento com os requisitos, de credenciamentos aplicáveis, definidos pelo IFI e DCTA.

Para se qualificar à obtenção de um COC, a organização requerente deve demonstrar:

- que possui um Sistema de Garantia de Projeto (SGP) para controle e supervisão do projeto, garantindo que o projeto dos produtos, peças e aparelhos, ou a modificação ao projeto ou a solução de reparo dos mesmos, estão em conformidade com a base de certificação aprovada pelo DCTA/IFI;
- O SPG deve monitorar o cumprimento e a adequação aos procedimentos aprovados do sistema. O monitoramento deve incluir um sistema de auditoria interna independente, de forma a identificar não-conformidades e assegurar que ações corretivas sejam tomadas tempestivamente; e
- O SPG deve incluir uma função de verificação do cumprimento (*find compliance*) independente das demonstrações de conformidade (*show compliance*) para com os requisitos da base de certificação.

A organização requerente do credenciamento deve apresentar ao DCTA/IFI, para aprovação, um Manual de Organização de Projeto (MOP) que contenha no mínimo:

- As atividades autorizadas e as limitações aplicáveis;
- Os procedimentos para a realização das atividades autorizadas;

- A descrição da estrutura organizacional e as responsabilidades do detentor do credenciamento e de sua unidade executiva, incluindo o Painel de Análise Crítica do SGP;
- A descrição das instalações onde as atividades autorizadas serão realizadas;
- Um processo para a realização de auditorias periódicas a serem efetuadas na unidade executiva e em seus procedimentos, tanto pelo requerente quanto pelo DCTA/IFI;
- Procedimentos descrevendo as ações requeridas baseadas nos resultados das auditorias;
- Os requisitos para seleção, treinamento e validação dos agentes da unidade executiva que atuarão no SGP, bem como os meios para documentar seus dados cadastrais;
- Os procedimentos e ferramentas para apresentação dos registros correspondentes às atividades autorizadas, bem como para seu arquivamento;
- Uma descrição de cada cargo de agente da unidade executiva e o conhecimento e experiência requeridos para cada cargo;
- Os procedimentos para controle e revisão do MOP; e
- Quaisquer outras informações requeridas pelo DCTA/IFI, necessárias para supervisionar o detentor do credenciamento no desempenho das atividades autorizadas.

O IFI/CPA, para a emissão do Certificado de Tipo, atua na certificação do projeto da seguinte forma:

- Estabelecimento da Base de Certificação;
- Aprovação do Plano de Certificação;
- Nas atividades de aprovação e manutenção do COC, incluindo a

aprovação do MOP;

- No acompanhamento da execução dos Meios de Cumprimento (MoC) selecionados durante as reuniões de coordenação; e
- Na realização de auditorias técnicas e de sistema.

5.3 Contribuições originadas na certificação aeronáutica civil para a certificação de tipo militar

A certificação militar mundial apresenta uma evolução constante e suas atividades estão cada vez mais harmonizadas. Abaixo serão exemplificadas características da certificação civil que foram adaptadas e incorporadas ao contexto da certificação militar no Brasil.

5.3.1 Características da certificação de tipo civil nacional (ANAC)

A Certificação de tipo civil apresenta grande similaridade com o processo de certificação de tipo militar nacional, principalmente nos aspectos de segurança.

A utilização de Profissionais Credenciados em Projeto (PCP) é similar à utilizada pelo IFI com os Profissionais Credenciados em Projeto Militar (PCPM) onde, mesmo que a verificação de cumprimento do requisito tenha sido delegada, é possível haver algum envolvimento adicional da ANAC. Entretanto, esse envolvimento deverá ser definido com base no valor que será agregado ao processo. Quanto maior a confiança e a capacidade técnica do representante menor será o envolvimento da ANAC.

Outras razões podem justificar o envolvimento direto da ANAC, as quais incluem: a supervisão do projeto ou do representante, ou o desenvolvimento da capacitação técnica da equipe da ANAC. Este tipo de envolvimento direto deve ser planejado de tal forma que o cronograma do programa não seja afetado adversamente, ANAC (2011).

Além da definição do nível de envolvimento, os membros da equipe devem estabelecer o grau de supervisão que exercerão em relação ao

representante, baseados na importância para a ANAC e no risco envolvido em não revisar a determinação de cumprimento de requisito delegada.

5.3.2 Características da certificação de tipo civil europeia (EASA)

No processo de certificação de tipo militar brasileira, a utilização de Organização de Projeto Credenciada traz o conceito oriundo da certificação aeronáutica europeia, conforme 5.2.2.

A *European Union Aviation Safety Agency* (EASA) utiliza o termo *Design Organization Approval* (DOA) para identificar organizações de projeto que possuem um sistema denominado *Design Assurance System* (Sistema de Garantia de Projeto) a fim de delegar parte do processo de certificação para o requerente com a devida supervisão, cf. adaptado de EASA (2012).

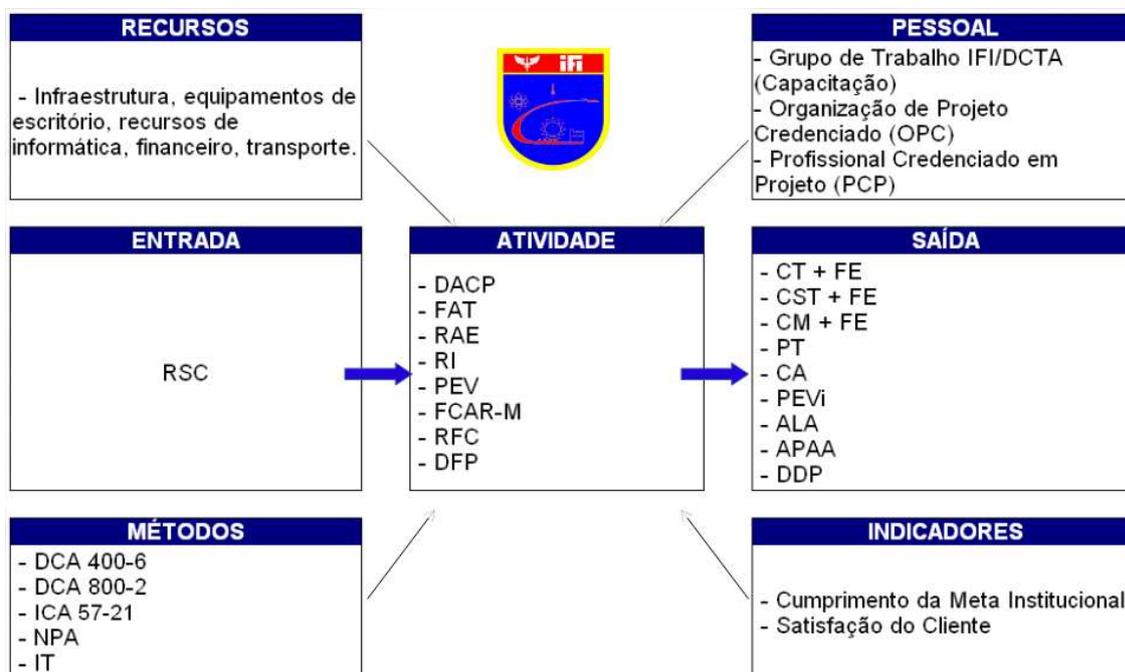
5.3.3 Orientação para o processo de certificação aeronáutica (Order 8110.4C)

A ordem 8110.4C (2007), intitulada "*Type Certification*" (Certificação de Tipo), é uma ordem publicada pelo FAA (*Federal Aviation Administration*), em 28 de março de 2007. Especifica os requisitos procedimentais do FAA que devem ser seguidos para a certificação de tipo de novas aeronaves, motores de aeronaves e hélices da aviação civil, como requerido no 14 CFR *Part 21* (*Title 14 – Code Federal Regulation – Part 21*). O referido documento serve como um guia para a definição do processo de certificação de tipo para diversas autoridades certificadoras no mundo.

5.4 Detalhamento de algumas atividades de certificação militar no Brasil

Em linhas gerais, o fluxo do processo de certificação no IFI pode ser visto no diagrama da Figura 5.8, abaixo.

Figura 5.8 – Diagrama de processo de certificação no IFI.



Fonte: IFI (2019).

5.4.1 Controles do processo

Relembrando que os controles do processo são uma das fontes limitadoras da liberdade do processo (por exemplo, leis, regras, regulamentos e condições), podendo também restringir os recursos, os efeitos, as decisões e muitos outros fatores. Ainda podem ser chamados de restrições em vez de controles, podendo incluir as exigências do cliente, cf. adaptado de Hoyle (2001).

Seguem alguns exemplos de controles do processo de certificação de tipo militar no Brasil:

- Especificações, Requisitos e Planos;
- Procedimentos, Padrões, Desvios e *waivers*;
- Cronograma e reuniões de acompanhamento;
- Equipe treinada e especializada;
- Credenciamento;

- Acordo de cooperação e nível de envolvimento;
- FCAR-M / IRC;
- Aeronavegabilidade continuada;
- Realização de auditorias internas e externas;
- Tratamento de dificuldades em serviço;
- Controle da qualidade do processo de normatização;
- Documentação disponível via Internet;
- Emissão de indicadores de desempenho;
- Automatização de informações; e
- Disponibilização de material com orientação e listas de verificação.

Por exemplo: no âmbito do Programa KC-390, o IFI exige que suas atividades técnicas de certificação sejam norteadas pelo documento intitulado “Plano de Certificação Específico para o Programa KC-390”. Em linhas gerais, a EMBRAER e o IFI combinam informações e adicionam detalhes fundamentais para a execução efetiva do programa, sendo uma das ferramentas mais eficazes de controle.

5.4.2 Documentos e padrões utilizados no IFI

Para atividades ligadas aos processos de certificação conduzidos pelo IFI, o grupo de trabalho precisa ter acesso a toda a documentação que apresenta as exigências estabelecidas, com o objetivo de conhecer detalhes do projeto e as informações relacionadas. Alguns documentos relevantes são:

- Relatórios de descrição de sistemas críticos;
- Relatórios de *Functional Hazard Analysis* – FHA;
- Relatórios preliminares de *Safety Assessment*; e
- Relatórios de qualificação de componentes e equipamentos.

Seguem abaixo exemplos de padrões relevantes para o IFI:

- DCA 400-6/2007;
- DCA 800-2/2019;
- ICA 57-21/2017;
- ICA 60-2/2019; e
- ICA 57-22/2019.

Seguem abaixo alguns exemplos de *standards* e *handbooks* utilizados:

- MIL-HDBK-516 B;
- MIL-SDT-3009;
- JSSG-2006;
- MIL-A-8871; e
- MIL-A-008866B.

5.4.3 Exigência de certificação de pessoal para atuar nos processos

O IFI exige que, para atuar como especialista de certificação, o pessoal envolvido deve ter certificado de conclusão do curso denominado “Curso de Certificação de Produtos Aeronáuticos”.

5.4.4 Mecanismos do processo

Seguem alguns mecanismos necessários para a execução das atividades de certificação:

- Partes e Componentes;
- Sistemas e Subsistemas;
- Equipamentos e Recursos Humanos;
- Infraestrutura e Instrumentação.
- DCA 400-6;

- DCA 800-2;
- ICA 51-21; e
- Requisitos Técnicos Logísticos e Industriais.

5.4.5 Entradas

São listados abaixo, os principais documentos de entrada para a atividade de certificação:

- Requerimento de solicitação para abertura de processo de certificação;
- Proposta de Plano de Certificação;
- Especificações, Planos de Verificação e de Teste;
- Propostas de procedimentos;
- Procedimentos de aceitação de produto final;
- Pedido de desvios (*waivers*).
- Matriz de comprovação (com a definição de MoCs por requisito);
- Indicação de FCAR-M e IRC;
- Informações para acordo de cooperação, nível de envolvimento e credenciamento;
- Solicitação de PEV, solicitação de inspeção; e
- Instruções de aeronavegabilidade continuada, Manual de Reparos Estruturais, Manual de Voo e a *Master Minimum Equipment Lists* MMEL.

5.4.6 Saídas

São tidas como saídas do processo de certificação, os documentos mencionados abaixo:

- Inspeções, relatórios de inspeções e testemunho de ensaio;
- Registro de não conformidades e modificações;

- Atas, formulários e checklists;
- Relatório de acompanhamento e relatório de ensaios;
- Manuais; instruções de fabricação;
- Fluxogramas das atividades desempenhadas;
- Aceitação ou emissão do Certificado de Organização Credenciada (COC);
- Manual de Organização de Projeto (MOP);
- Base de certificação discutida, meios de cumprimento com os requisitos de certificação;
- Plano de Certificação Específico para o Programa (PCEP);
- Plano de ação para tratativas de não-conformidades encontradas em auditorias internas ou externas.
- Emissão de FCAR-M e PEV;
- Emissão de acordo de cooperação e nível de envolvimento (Reunião Preliminar);
- Proposta de ensaios aprovadas, aprovação do Plano de Ensaio em Voo e emissão de PEV;
- Aprovação das instruções de aeronavegabilidade continuada; e
- Aprovação do Manual de Reparos Estruturais, aprovação do Manual de Voo e MMEL.

Alguns desses documentos relacionados acima, dependendo da atividade, podem ser saídas (quando são resultados da atividade ou modificados por ela), ou podem ser controles (quando são limitadores ou restrições das atividades).

6 COMPARAÇÃO ENTRE O PROCESSO DO SERVIÇO DA GARANTIA DO PRODUTO DO INPE E O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR DA AERONÁUTICA BRASILEIRA

Neste capítulo é apresentada a comparação entre a atualização da identificação do processo do serviço da garantia do produto espacial do INPE, cuja área de atuação é a espacial, e o processo utilizado para conduzir as atividades da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira adotada pelo IFI, cuja área de atuação é a aeronáutica.

Os projetos selecionados para comparação e definição de escopo dos processos foram, por parte do INPE, satélite e por parte do IFI, aeronave.

A escolha desses processos se deu, dadas as suas semelhanças e a comum preocupação com a segurança e o cumprimento da missão. Somando-se a isso, vislumbram-se oportunidades de melhorias em ambos os processos.

6.1 Contextualização e definição do escopo

É notório que a aceitação de produtos espaciais e de produtos aeronáuticos militares possuem critérios específicos de qualidade que os diferenciam de outros tipos de indústrias, uma vez que esses produtos operam em ambientes adversos. Por esse motivo existe a necessidade da realização de rigorosas campanhas de desenvolvimento e testes. Entretanto, cada indústria possui preocupações singulares que levam a busca desse nível tão elevado de exigência.

O satélite possui grande foco na confiabilidade, uma vez que o hardware embarcado apresenta a condição de não viabilidade de sua manutenção preventiva ou corretiva após início de sua operação. Já para a aeronáutica militar, a despeito da preocupação com a confiabilidade, a prática da manutenção é algo comum e possui processos robustos com constantes fiscalizações.

Aliado a isso, muitas das vezes os projetos espaciais utilizam a implementação de novas tecnologias e seu processo de fabricação não

possui a robustez de outras indústrias por produzir um número reduzido de exemplares ou até mesmo um único tipo de satélite. Por outro lado, temos o exemplo da indústria aeronáutica que possui a produção em larga escala de um mesmo tipo de aeronave.

É válido destacar a duplo foco da certificação militar no cumprimento da missão e na segurança (*safety*), que podem ter diferentes graus de importância, a depender do cenário de operação.

Com a ótica de cumprimento da missão, tem-se um maior enfoque na aeronave militar como sendo um equipamento de guerra onde busca-se um alto grau de confiabilidade em seus equipamentos e sistemas embarcados, pois uma operação poderá ficar comprometida em caso de falha, podendo comprometer toda uma missão, colocando em risco o objetivo da força aérea na manutenção da soberania do espaço aéreo nacional. Ressalte-se o caráter de desenvolvimento inovador da aviação militar uma vez que, quando usado como vetor de combate, deve-se buscar desenvolvimentos inéditos dentro de um cenário de batalha. A aplicabilidade do conceito descrito acima é mais facilmente notado nas missões de combate, lançamentos de bombas e mísseis, missões de interceptação, etc.

No aspecto de segurança (*safety*), a aeronave militar, por vezes opera em missões que muito se assemelham a aviação civil, temos um maior enfoque na aeronave militar como sendo um veículo que leva vidas humanas e sobrevoa áreas povoadas; por esse motivo, busca-se obedecer normas consagradas mundialmente e requisitos com níveis aceitáveis de segurança tanto quanto possível. Em adição muitos projetos aeronáuticos militares possuem as chamadas plataformas básicas “*green*”, as quais utilizam tecnologias consolidadas e práticas importadas da aviação civil. A aplicabilidade do conceito descrito acima é mais facilmente notado nas missões de transporte aerológico, transporte de tropa, missões de evacuação aeromédica, etc.

Para uma melhor contextualização e posterior comparação dos processos

supracitados, selecionaram-se os seguintes atributos:

- Origem Histórica
- Interessado (*Stakeholders*)
- Características Ambientais dos projetos

Origem histórica

Ambas as instituições responsáveis pelos processos comparados herdaram uma influência europeia. O processo identificado e atualizado no Capítulo 4 tem significativa inspiração nos processos da ESA para condução do SEGPR aplicados em satélites de pequeno e médio porte.

De maneira análoga o processo sumarizado no Cap 5 possui, em grande parte, aderência ao processo de certificação de tipo conduzido pela EASA para a condução do processo de certificação de tipo.

Um breve histórico do INPE e do IFI pode ser visto nos apêndices F e G respectivamente.

Interessados (*Stakeholders*)

De maneira geral tanto o INPE como o DCTA/IFI, prestam contas à sociedade brasileira da utilização de seus recursos materiais, financeiros, humanos, etc.

Os recursos que financiam essas atividades no geral, são oriundos da União Federativa do Brasil. Portanto, é de interesse público que as atividades e produtos entregues por ambas as instituições estejam alinhadas aos interesses nacionais.

Características ambientais dos projetos

As características ambientais nas quais os projetos serão submetidos, influenciam significativamente os graus de importância de cada teste, ensaio ou documentação dentro de cada processo.

No espaço os produtos sofrem influência de cargas aerodinâmicas no

lançamento e reentrada, quando aplicáveis. Esses produtos operam no vácuo, quando no espaço, sendo bombardeados com radiação ionizante, raios cósmicos, oxigênio atômico, partículas carregadas, etc, baseado em Yassuda (2010).

Já na aeronáutica militar, os produtos são submetidos frequentemente a diferentes cargas aerodinâmicas, altitudes elevadas, bem como variações de temperatura e pressão significativas e principalmente por poderem operar em cenários de guerra, o produto deve ser desenvolvido com diversas proteções e.g. blindagens, proteções eletrônicas, antiespionagem, etc.

6.2 Semelhanças entre os processos do SEGPR do INPE e o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do IFI

Para uma melhor organização e definição do escopo de comparação dos processos, selecionaram-se para fins de detectar similaridade, os seguintes atributos:

- Condução;
- Objetivos;
- Entradas;
- Mecanismos e exigências;
- Controles;
- Saídas; e
- Fases.

Condução

Para a condução dos processos tanto o *Focal Point* da Qualidade (representante), no caso do processo SEGPR, quanto o Coordenador de Processo de Produto (CPP), no caso do processo IFI, possuem similaridades em suas preocupações; e estas são inerentes à condução de um gestor de projeto, quais sejam:

- Gerenciamento do Controle de Configuração;
- Rastreabilidade;
- Configuração de *baseline*; e
- Garantir o atendimento aos requisitos.

Objetivos

Na perspectiva dos objetivos, os processos se assemelham nos seguintes aspectos:

- Assegurar o cumprimento dos objetivos (missão) do projeto visando produtos seguros, funcionais e confiáveis; e
- Buscam atuar na prevenção e controle dos riscos técnicos e atestar que as exigências para fabricação foram atendidas.

Entradas

As entradas comuns aos processos são:

- Solicitação para a execução da atividade;
- Propostas de planos;
- Especificações, Planos de verificação e de teste;
- Propostas de procedimentos;
- Procedimentos de aceitação de produto final; e
- pedido de desvios (*waivers*).

Mecanismos e exigências

Os mecanismos e exigências comuns aos processos são:

- Partes e Componentes;
- Sistemas e Subsistemas;
- Equipamentos e Recursos Humanos; e

- Infraestrutura e Instrumentação.

Controles dos processos

Os controles comuns aos processos são:

- Especificações, Requisitos e Planos;
- Procedimentos, Padrões e Desvios (*waivers*);
- Cronograma e reuniões de acompanhamento; e
- Equipe treinada e especializada.

Saídas dos processos

As saídas comuns aos processos são:

- Inspeções, relatórios de inspeções e testemunho de ensaio;
- Registro de não conformidades e modificações;
- Atas, formulários e *checklists*;
- Plano de ação para tratativas de não-conformidades encontradas em auditorias internas ou externas;
- Relatório de acompanhamento e relatório de ensaios;
- Manuais; instruções de fabricação; e
- Fluxogramas das atividades desempenhadas.

Fases dos processos

O objetivo em cada fases é comum nos dois processos, pois ambos levam em consideração a preocupação das organizações em cada fase, das quais são destacadas:

- Elaboração de guias e estudo de padrões;
- Verificação da conformidade do produto;
- Participações em revisões técnicas, em reuniões técnicas e de

gerenciamento;

- Elaboração, avaliação de (relatórios, documentos, requisitos e registros); e
- Auditorias e testemunho de ensaios.

6.3 Diferenças entre os processos do SEGPR do INPE e o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira do IFI

Para uma melhor organização e definição do escopo de comparação dos processos, selecionaram-se para fins de detectar diferenças, os seguintes atributos:

- Condução;
- Objetivos;
- Entradas;
- Mecanismos e exigências;
- Controles;
- Saídas; e
- Fases.

Condução

Uma das principais diferenças na condução dos processos está atrelada à metodologia de delegação. Por exemplo: no processo SEGPR tem-se que o próprio grupo de trabalho engajado no processo é diretamente responsável por garantir e atestar que as exigências para a produção foram atendidas conforme o contrato de fornecimento.

Já no processo aeronáutico exige-se o estabelecimento claro do nível de envolvimento (entre o órgão certificador e o requerente) e a possibilidade de utilização de credenciamento de pessoa física e jurídica (PCPM e/ou OPC) durante o processo.

Objetivos

Quanto às diferenças nos objetivos dos processos nota-se que o processo SEGPR do INPE foca prioritariamente na confiabilidade; já o processo IFI foca na segurança (*safety*) e no cumprimento da missão a qual o produto foi desenvolvido.

Entradas

Quanto às diferenças nas entradas dos processos temos:

– No processo SEGPR

- WBS; e
- Especificação técnica do projeto e construção do satélite.

– No processo IFI

- Matriz de comprovação (com a definição de MoCs por requisito);
- Indicação de FCAR-M e IRC
- Informações para acordo de cooperação, nível de envolvimento e credenciamento;
- Solicitação de PEV e solicitação de inspeção; e
- Instruções de aeronavegabilidade continuada, Manual de Reparos Estruturais, Manual de Voo e MMEL.

Mecanismos e exigências

Quanto aos mecanismos e exigências dos processos temos:

– No processo SEGPR

- Documentos de referência do contrato;
- Regulamento Técnico da Segurança para Carga Útil (AEB) e algumas características da carga útil dependem da autoridade de lançamento;
- Participações em revisões contratuais; e

- Apoio às áreas do INPE e elaboração de planos para os programas.

– No processo IFI

- DCA 400-6;
- DCA 800-2;
- ICA 51-21; e
- Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais.

Controles

Quanto as diferenças dos controles dos processos temos:

– No processo SEGPR

- Tratamento de RNCs (MRBs), OARs e controle de itens de ação; e
- Gerenciamento de software para gestão do ciclo de vida dos produtos (utilizado para o gerenciamento da documentação).

– No processo IFI

- Credenciamento;
- Acordo de cooperação e nível de envolvimento;
- FCAR-M / IRC;
- Aeronavegabilidade continuada;
- Tratamento de dificuldades em serviço;
- Controle da qualidade do processo de normatização;
- Emissão de indicadores de desempenho;
- Automatização de informações; e
- Disponibilização de material orientativo e listas de verificação.

Saídas

Quanto às diferenças nas saídas dos processos temos:

– No processo SEGPR

- Planos e procedimentos da garantia do produto e dos demais disciplinas;
- Modificações de engenharia (*Engineering Change Requests* – ECRs);
- Relatórios de atividade da garantia da qualidade, formulários, *checklists* e atas; e
- Requisitos da garantia do produto.

– No processo IFI

- Aceitação ou emissão do Certificado de Organização Credenciada (COC);
- Manual de Organização de Projeto (MOP);
- Base de certificação discutida, meios de cumprimento com os requisitos de certificação;
- Plano de Certificação Específico para o Programa (PCEP);
- Emissão de FCAR-M e PEV;
- Emissão de acordo de cooperação e nível de envolvimento (Reunião Preliminar);
- Proposta de ensaios aprovadas, aprovação do Plano de Ensaio em Voo e emissão de PEV;
- Aprovação das instruções de aeronavegabilidade continuada; e
- Aprovação do Manual de Reparos Estruturais, aprovação do Manual de Voo e MMEL.

Fases

Quanto as fases dos processos temos:

– No processo SEGPR

- Formalização da solicitação;
- Planejamento;
- Execução; e
- Registro.

- No processo IFI

- Pré-requerimento,
- Planejamento,
- Determinação de cumprimento de requisito; e
- Pós-certificação.

Podemos traçar um paralelo entre as fases dos processos da seguinte forma.

- (Formalização da solicitação – Pré-requerimento)
- (Planejamento – Planejamento)
- (Execução – Determinação de cumprimento de requisito)
- (Registro – Pós-certificação)

Uma diferença significativa ao se comparar as fases dos processos é a abordagem que o processo IFI dá na fase pós-certificação. Pois, além de abarcar conceitos similares aos da fase de registro presente no processo SEGPR, possui mecanismos para assegurar o correto funcionamento do produto ao longo do seu ciclo de vida através das tratativas de dificuldades em serviço.

Relembrando, as dificuldades em serviço por definição são quaisquer falhas ou defeitos dos produtos e sistemas que tenham sido considerados como

causadores de acidente, incidente, danos ou que possa resultar em degradação da sua segurança de operação, ou da sua capacidade de execução da missão. Geralmente nos contratos de aquisição de uma nova aeronave, existem cláusulas que preveem a conduções de eventuais dificuldades em serviço que determinado produto possa ter ao longo do seu ciclo de vida cf. baseado em COMAER (2017).

7 PROPOSTAS DE APERFEIÇOAMENTO DOS PROCESSOS

As propostas visam a melhoria contínua dos processos, que é um meio iterativo de melhorar a qualidade dos mesmos. A melhoria contínua de processos reduz o desperdício e elimina as atividades que não agregam valor. Isso permite que os processos sejam operados com níveis mais altos de eficiência e eficácia, cf PMBOK 5º ed., PMI (2013).

Depois de analisar e fazer a comparação entre a atualização da identificação do processo realizado pelo SEGPR do INPE e o processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira realizado pelo IFI, podem-se sugerir oportunidades de melhoria a ambos os processos, baseadas nas diferenças conforme pontuado no Capítulo 6, de maneira a aprimorar os processos.

7.1 Sugestões propostas ao SEGPR do INPE

- **Proposta 1** – Reunião de Familiarização (*Briefing*);
- **Proposta 2** – Estratégia de Harmonização de Meios de Cumprimento (MoC);
- **Proposta 3** – Utilização de FCAR-M e IRC para registrar assuntos importantes;
- **Proposta 4** – Utilização da filosofia de Dificuldades em Serviço com o objetivo de realimentar os dados de operação dos satélites.
- **Proposta 5** – Utilização do sistema de delegação para a empresa com a supervisão do SEGPR;
- **Proposta 6** – Utilização do sistema de delegação para representante credenciado do SEGPR;
- **Proposta 7** – Utilização de critérios para a definição do nível de envolvimento do SEGPR em projetos; e
- **Proposta 8** – Utilização de critérios para a definição da capacidade de aplicação de projetos para o SEGPR;

7.1.1 Proposta 1 – reunião de familiarização (*Briefing*)

O objetivo é familiarizar o SEGPR com a demanda requerida. Por esse motivo, esta atividade deve ocorrer durante o serviço de “RECEBER, AVALIAR A SOLICITAÇÃO E PLANEJAR A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE”, conforme descrito no Capítulo 4.

Levando-se em conta a aplicabilidade do trabalho, serão realizadas as reuniões de familiarização preliminar, tantas quantas forem necessárias, onde o potencial requerente terá a oportunidade de descrever suas necessidades, o que permitirá o SEGPR planejar seus recursos para a execução de atividades relacionadas a esta.

Nessa reunião de familiarização (*briefing*), poderão ser esclarecidas eventuais dúvidas entre a chefia da SEGPR e o requerente, de forma a gerar um produto com maior nível de qualidade, devido a atuar no entendimento entre as partes.

Em casos onde a demanda for um novo projeto, deverão ser apresentadas as características de projeto e de produção, dando ênfase a características inéditas ou não usuais, operações pretendidas, principais fornecedores, agenda do projeto, construção de protótipos.

Além das características de projeto, este *briefing* também deverá esclarecer a operação pretendida, apresentar outros subcontratados envolvidos, bem como suas relações comuns, mostrar confiabilidade em equipamentos aprovados e apresentar o cronograma do projeto.

O SEGPR poderá avaliar o requerente quanto às suas capacidades em engenharia nas diversas disciplinas do projeto pretendido, recursos de produção e de controle de produção.

O grande ganho da inclusão dessa etapa no processo SEGPR será um planejamento com a melhor concentração de esforços em assuntos de relevância durante todo o desenvolvimento do produto.

7.1.2 Proposta 2 – estratégia de harmonização de meios de cumprimento (MoC)

O objetivo é refinar o entendimento sobre os requisitos e os seus meios de cumprimento entre os interessados (*stakeholders*). Com isso busca-se contribuir para a produção de um produto mais próximo das expectativas do cliente, de maneira a buscar um maior atendimento da missão proposta.

Dessa forma, trabalha-se a necessidade do cliente para transformá-la em um requisito, de acordo com as técnicas da Engenharia de Requisitos. Além disso, promove-se a reformulação de requisitos logo no início do projeto, atuando na prevenção em vez de inspeção, cf PMBOK 5º ed., PMI (2013).

A metodologia para a aplicação dessa estratégia pode ser dividida em 4 fases, conforme apresentado no trabalho de Silva (2017) e adaptado por este autor, baseando-se no processo de certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira, a saber:

Fase 1 – necessidades:

- Definição de escopo;
- Descrição completa das necessidades;
- Tecnologias/ disciplinas envolvidas (de acordo com as áreas do projeto de Engenharia de Sistemas); e
- Definição de pontos focais do cliente e da contratada ou do fornecedor.

Fase 2 – especificação de requisitos:

- Descrição completa dos requisitos do contrato.

Fase 3 – proposta da contratada ou fornecedor:

- Entendimento completo da contratada ou do fornecedor quanto aos requisitos;
- Proposta de MoC da contratada ou do fornecedor, como será alcançado o cumprimento (estratégia) e recursos necessários; e

- Cronograma proposto pela contratada ou pelo fornecedor.

Fase 4 – aprovação do cliente e aceitação do cliente:

- Aprovação do cliente em todo o MoC e sua estratégia de comprovação, recursos necessários e cronograma proposto; e
- Aceitação do requisito por parte do cliente.

A contribuição da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira para esta proposta consiste na possibilidade de definição de nível de envolvimento para o acompanhamento da execução dos MoCs, após sua harmonização. A seu critério, o SEGPR poderia escolher participar mais ativamente de alguns testes, ensaios, etc.

Podendo com isso evitar retrabalhos, surpresas quanto ao produto, prazo e solução e agir na prevenção em vez de inspeção.

7.1.3 Proposta 3 – Utilização de ferramentas para registrar assuntos relevantes FCAR-M e o IRC.

O objetivo é a criação de um documento para registrar assuntos importantes sobre o projeto ou programa de maneira imparcial. Relembrando que a FCAR-M e o IRC são registros que servem como instrumento de modo a permitir a identificação e resolução dos itens relevantes aos requisitos de certificação, com relação aos aspectos técnicos e/ou administrativos, os quais poderão ser utilizados futuramente, mantendo um histórico eficaz.

Para a aplicação espacial vislumbra-se que os itens de maior relevância seriam controlados via FCAR-GP (Ficha de Controle de Assunto Relevante da Garantia do Produto) e outros itens, também importantes, porém com menor relevância, deverão ser acordados via IRGP (Item Relevante da Garantia do Produto). A proposta é de que estes FCAR-GP ou IRGP seriam emitidos e listados no *Logbook* do produto e no Plano de Verificação.

A aplicação dessa ferramenta seria direcionada ao SEGPR, pois os registros formais existentes, no caso de projetos, são os itens de ação e relatórios de

não-conformidade. Porém, existem assuntos que não são enquadrados como não-conformidades e seriam de grande valia se fossem oficialmente registrados, mantendo seu histórico e discussões. Essas ferramentas seriam um importante instrumento de lições aprendidas para serem aplicadas no planejamento de atividades futuras favorecendo a rastreabilidade das informações relevantes do projeto.

O Capítulo 8 relata um exemplo de aplicação da proposta aqui apresentada.

7.1.4 Proposta 4 – utilização da filosofia de dificuldades em serviço com o objetivo de realimentar os dados de operação dos satélites

A utilização da filosofia de Dificuldades em Serviço permite que, após a etapa de fabricação, os registros de operação sejam realimentados com dados de falhas, ocorrências, não-conformidades, anomalias ou incidentes. Essa cadeia de informações é extremamente importante para manter o sistema seguro e evitar as falhas. Ademais, permite a verificação dos valores reais de operação e criação de banco de dados, que podem servir de lições aprendidas para projetos futuros.

A proposta é a utilização dessa filosofia nas atividades dos satélites acompanhados pelo SEGPR, uma vez que as informações de falhas ou defeitos dos produtos e sistemas que tenham sido considerados como causadores de acidente, incidente, danos ou que possa resultar em degradação da sua segurança de operação, ou da sua capacidade de execução da missão, seriam reportados e tratados conforme previsão contratual, da mesma forma que os produtos aeronáuticos militares.

7.1.5 Proposta 5 – utilização do sistema de delegação para a empresa com a supervisão do SEGPR

O objetivo é a utilização pelo SEGPR do modelo de delegação utilizado no processo de certificação da aeronáutica militar brasileira.

Nessa abordagem, a critério do SEGPR, poderão ser credenciadas para a execução de certas atividades, frações organizacionais dos possíveis

requerentes.

Uma vez que o credenciamento seria uma prerrogativa do SEGPR e não um direito do requerente, para que este faça jus a um Certificado de Organização Credenciada (COC), além de requerê-lo, deve demonstrar cumprimento com os requisitos de credenciamento aplicáveis, que seriam definidos pelo SEGPR.

A aplicação dessa proposta visa um melhor acompanhamento e supervisão do trabalho por parte do SEGPR e, ao mesmo tempo, resolve um problema cada vez mais recorrente nas esferas públicas, a falta de recursos humanos.

7.1.6 Proposta 6 – utilização do sistema de delegação para o representante credenciado do SEGPR

O objetivo é a utilização de Profissionais Credenciados em Projeto Espacial (PCPE) sendo utilizada de maneira similar à que o IFI utiliza os Profissionais Credenciados em Projeto Militar PCPM onde, mesmo que a verificação de cumprimento do requisito tenha sido delegada, é possível haver algum envolvimento adicional do SEGPR.

Uma vez que o credenciamento do PCPE seria uma prerrogativa do SEGPR, para que este faça jus a um Certificado de PCPE, além de requerê-lo, deve demonstrar familiarização com a atividade desempenhada pelo SEGPR, bem como a realização de curso e entrevista a fim de comprovar a capacidade de técnica. Nessa abordagem, a confiança é um dos fatores mais importantes.

A aplicação dessa proposta visa um melhor acompanhamento técnico, uma vez que, via de regra, os PCPE seriam detentores de notório saber que poderiam executar atividades em nome do SEGPR.

7.1.7 Proposta 7 – utilização de critérios para definição de nível de envolvimento do SEGPR em projetos

O objetivo dessa proposta é potencializar a eficiência de recursos em pontos de relevância dentro de um projeto a fim de mitigar eventuais problemas.

O SEGPR deve analisar o projeto para determinar em que aspectos o envolvimento que trará maiores benefícios para a definição do seu nível de envolvimento, cf ANAC (2019).

Para definição do nível de envolvimento do SEGPR, devem-se observar:

- Aspectos ou eventos críticos para a segurança do produto.
- Complexidade do requisito;
- Aspectos com os quais o requerente ainda não tenha experiência; e
- Demonstração de cumprimento, para algum aspecto novo ou incomum do projeto (novidade/criticidade).

A utilização dessa ferramenta permitirá ao SEGPR ter mais foco em assuntos de maior relevância técnica desde o início da execução das tarefas afetas a este setor.

7.1.8 Proposta 8 – utilização de critérios de responsabilidades para a aplicação de tarefas ao SEGPR

O objetivo é buscar um embasamento regulamentar a fim de mitigar eventuais retrabalhos e/ou desperdícios durante a execução das tarefas executadas pelo SEGPR.

A proposta seria a elaboração de um documento da alta direção do INPE para a definição de responsabilidades por parte dos requerentes quando na aplicação para tarefas a serem executadas pelo SEGPR.

Para a aplicação dessa proposta, o INPE deveria implementar mecanismos a fim de mitigar eventuais retrabalhos, a exemplo de como ocorre na certificação de tipo da aeronáutica militar brasileira que define, por meio da ICA 57-21, as responsabilidades e capacidades que um requerente deve possuir para estar habilitado a iniciar um processo de certificação.

A utilização dessa ferramenta permitirá ao SEGPR ter mais confiança que os requerentes possuem capacidade de recursos para manter e finalizar uma tarefa.

7.2 Sugestões propostas ao processo de certificação de tipo do IFI

- **Proposta 9** – Relatório de Inspeção de Tipo
- **Proposta 10** – Redefinição de subordinação do IFI
- **Proposta 11** – Reestruturação da Base de Certificação

7.2.1 Proposta 9 – relatório de inspeção de tipo militar

O objetivo é a elaboração de um documento para capturar o escopo do projeto a ser certificado. As revisões que ocorrem ao longo das fases do projeto espacial permitem o refinamento do escopo e a aceitação de viabilidade para prosseguimento para uma próxima fase. Por esse motivo, vislumbrou-se uma oportunidade de melhoria no processo de certificação de tipo da aeronáutica brasileira (IFI) no sentido de confeccionar um relatório de inspeção de tipo que finalizaria o processo de verificação do IFI, sendo este analisado por todas as grandes tecnologias relacionadas ao projeto a fim de garantir tecnicamente o escopo a ser certificado.

Seguem alguns exemplos de tecnologias e assuntos que o relatório de inspeção de tipo militar poderia conter:

- ACTUAL EMPTY WEIGHT AND CENTER OF GRAVITY LOCATION
- FABRICATION PROCESSES
- INSPECTION – GENERAL
- AIR FRAME
- FLIGHT CONTROL SYSTEM
- LANDING GEAR
- PERSONNEL AND CARGO ACCOMMODATIONS
- VENTILATION, HEATING AND PRESSURIZATION
- FIRE PROTECTION – COMPARTMENT INTERIORS

- POWERPLANT INSTALLATIONS
- EQUIPMENT
- ELECTRICAL SYSTEM
- SAFETY EQUIPMENT
- MISCELLANEOUS EQUIPMENT
- SOFTWARE SYSTEM

Este relatório deverá conter os requisitos mais importantes e sua respectiva base regulamentar, bem como deverá ser usado para registrar os resultados das inspeções de conformidade de sistemas, subsistemas e componentes do protótipo apresentado para fins de certificação.

O registro de todas as FCAR-M e IRC capturadas ao longo do processo de certificação, também devem estar nesse documento. Os ensaios e testes que foram presenciados ou participados à autoridade de certificação deverão ser listados neste documento. Eventuais alterações no produto e / ou dados de projeto de tipo resultantes deles devem ser registrados e incluídos neste.

7.2.2 Proposta 10 – redefinição de subordinação do IFI

O objetivo é buscar melhorar o fluxo de informações por parte do IFI com relação aos projetos em certificação para a tomada de decisão em níveis estratégicos das FFAA.

Uma Autoridade de Aeronavegabilidade Militar possui o dever de contribuir para que as FFAA cumpram suas respectivas missões com segurança, eliminando-se riscos desnecessários ou injustificáveis que possam comprometê-las. Os conceitos de responsabilidade pelo produto (*liability*) e responsabilidade do governo (*accountability*) são cada vez mais cobrados pela sociedade e pelos legisladores, não se eximindo o gestor militar dessa realidade no que tange à segurança de seus sistemas e produtos.

Devido à complexidade, relevância e criticidade do assunto faz-se necessário

que a certificação de segurança dos sistemas e produtos das FFAA seja avaliada e reconhecida por Organismos Certificadores independentes, imparciais e capacitados para tal.

O processo de certificação, como explicado no Capítulo 5, deve ser o mais isento possível e, para assegurar uma certificação de 3ª parte, a FAB estabeleceu uma coleção de Normas, Instruções e Diretrizes. Entretanto, com o intuito de aumentar o nível de isenção e estabelecer barreiras contra o risco de “conflito de interesse”, seria viável a proposta de redefinição de subordinação do IFI ao Ministério da Defesa.

Outro fator que reforça a proposta é o apelo nacional que o IFI possui, pois é ele o Órgão responsável pela certificação de todos os produtos aeroespaciais de todas as FFAA. Portanto, para que a subordinação do IFI não seja um empecilho para suas atividades de certificação de projeto das aeronaves do Exército e da Marinha, uma vez que o Comando da Marinha e o Comando do Exército são subordinados diretamente ao Ministério da Defesa, assim como é o Comando da Aeronáutica, a elevação de nível do IFI ao Ministério da Defesa se torna importante.

Vale ressaltar que os países mais desenvolvidos em termos de Aeronavegabilidade Militar, como França, Itália e Suécia, já adotam esse tipo de estrutura, em que a Autoridade Técnica de Certificação está ligada diretamente ao Ministério da Defesa.

7.2.3 Proposta 11 – reestruturação da base de certificação

O objetivo é buscar uma separação entre os requisitos de aeronavegabilidade e os requisitos de cumprimento de missão a fim de incrementar a qualidade e eficiência na análise dos mesmos.

Conforme previsto na DCA 800-2, é tendência mundial que as aeronaves militares somente entrem em operação após a certificação de aeronavegabilidade. A Lei nº 7.565/86 dispõe que, salvo permissão especial, nenhuma aeronave pode voar no espaço aéreo brasileiro, aterrissar no

território subjacente ou dele decolar, a não ser que possua marcas de nacionalidade e matrícula, e esteja munida dos respectivos certificados de matrícula e aeronavegabilidade. A própria definição de aeronavegabilidade está associada apenas ao conceito de segurança, pois, cf. adaptado de COMAER (2017), a aeronavegabilidade é a capacidade comprovada de um sistema ou produto aeronáutico realizar sua função de modo seguro em solo e em voo, em toda configuração aprovada, quando usado e mantido dentro dos limites operacionais estabelecidos.

A despeito da certificação militar brasileira ter em sua base de certificação tanto requisitos de aeronavegabilidade quanto requisitos de cumprimento de missão, a origem dos requisitos bem como as ferramentas de comprovação de cumprimento dos requisitos são demasiadamente diferentes.

Por um lado, os requisitos de aeronavegabilidade possuem uma série de regulamentos, normas e guias, harmonizados e reconhecidos internacionalmente entre as Autoridades de Certificação, o que facilita o entendimento do objetivo do requisito, bem como sua respectiva comprovação de cumprimento. Já os requisitos de cumprimento de missão são oriundos das necessidades e desejos dos clientes, e possuem especificidades que diferem dos requisitos de segurança.

Segundo COMAER (2016) “os gerentes de programas do COMAER, ao exigirem interna e externamente que os contratos de aquisição contemplem atividades que garantam a conformidade de cada produto com seus requisitos de desempenho, de disponibilidade, de economicidade e de segurança, agregarão inestimável valor à imagem do COMAER frente a sociedade brasileira”. Tal afirmação já deixa clara a separação entre requisitos de desempenho (***performance requirements***) e requisitos de segurança (***airworthiness requirements***).

A proposta em pauta visa o aumento da qualidade e eficiência da atuação da equipe de certificação durante a verificação do cumprimento dos requisitos, sendo que para os requisitos de aeronavegabilidade, o IFI atuaria como a

autoridade de certificação com um grupo próprio e interno. Já para os requisitos de cumprimento de missão, o IFI atuaria como parte integrante do grupo de trabalho que executaria o processo de aceitação do cumprimento desses requisitos.

Vale ressaltar que os países mais desenvolvidos em termos de Aeronavegabilidade Militar, como França, Itália e Suécia, já adotam esse tipo de separação, em que os requisitos de aeronavegabilidade são certificados, conceito de *fit for flight*, e os requisitos de cumprimento de missão são qualificados, conceito de *fit for purpose*. Na Itália, por exemplo, o processo de certificação dos requisitos de segurança é a emissão de documento denominado Certificação de Tipo Militar; já o processo da qualificação dos requisitos de desempenho é denominado Qualificação de Tipo Militar.

Ainda, sobre o paragrafo anterior, a modificação proposta acarretaria melhoria e facilidade no processo de reconhecimento mútuo entre as Autoridades de Aeronavegabilidade Militar, bem como facilitaria o processo de Validação de Certificado de Tipo Militar, uma vez que as Autoridades teriam processos de certificação semelhantes com relação à definição da Base de Certificação.

7.3 Avaliação das propostas de aperfeiçoamento

A avaliação das propostas de aperfeiçoamento de ambos os processos consistiu em mensurar qualitativamente e quantitativamente as propostas, de acordo com os atributos importantes para o SEGPR e para o IFI, baseado em Silva (2017), uma vez que um dos objetivos deste trabalho é dar continuidade ao estudo realizado pela autora em questão. Os pontos que foram aplicados são:

- Grupo de critérios selecionados e sua pontuação associada;
- Avaliação dos Critérios; e
- Critérios selecionados relacionados à questão elaborada.

7.3.1 Grupo de critérios selecionados e sua pontuação associada

O método adotado resumiu-se em um modelo de pontuação e baseou-se nas planilhas de avaliação de propostas de projetos adaptados de Silva (2017), primeiramente, foi necessário elencar o conjunto de fatores relevantes para avaliar cada proposta; e, então, foram estabelecidos pesos adequados levando em consideração a importância de cada uma das atividades realizada no SEGPR e no IFI.

Após atribuir pesos aos critérios, foi realizada a análise com as chefias atuais do SEGPR e do IFI para se validar os valores. Essa avaliação pode ser vista no Apêndice E.

Avaliar Proposta

- Fator Técnico – 60%
- Fator Operacional – 25%
- Fator Tático – 15%

Fator Técnico

- Qualidade do Produto Final ou Desempenhado – 25%
- Segurança da Missão e da Equipe – 25%
- Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio – 25%
- Atendimento ao Requisito – 25%

Fator Operacional

- Tempo para Execução da Atividade – 30%
- Custo Envolvido na Execução da Atividade – 30%
- Equipe Envolvida na Atividade – 20%
- Treinamento dos Envolvidos – 20%

Fator Tático

- Custo Envolvido na Implantação da Atividade – 20%
- Envolvimento para a Implantação – 20 %
- Atividade Atual – 40 %
- Coerência com a Visão da Instituição – 20 %

7.3.2 Avaliação dos critérios

Os critérios são avaliados usando a escala de Likert, cf. Silva (2014), que consiste em uma escala utilizada para pesquisa de opinião, com respostas psicométricas no formato de questionários. No caso, a escala é utilizada para medir o nível de concordância ou não concordância à afirmação, conforme Tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Avaliação dos Critérios.

ESCALA DE AVALIAÇÃO	
1	Não concordo totalmente
2	Não concordo parcialmente
3	Indiferente
4	Concordo parcialmente
5	Concordo totalmente

Fonte: Silva (2014).

Para o caso deste trabalho, a escala de Likert será bipolar, medindo resposta positiva ou negativa a uma afirmação.

7.3.3 Critérios selecionados relacionados à questão elaborada

A questão elaborada foi a seguinte:

- Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?

As Tabelas 7.2 a 7.4 descrevem os critérios selecionados relacionados à

questão elaborada, para facilitar e alinhar o entendimento da avaliação.

Técnico

Tabela 7.2 – Descrição dos critérios técnicos.

1.1. Qualidade do Produto ou Serviço Desempenhado	A proposta contribui positivamente com a garantia da qualidade do produto final ou do serviço prestado.
1.2. Segurança da Missão e da Equipe	A proposta contribui positivamente com a segurança da missão e da equipe, aumentando ou melhorando os controles, melhorando processos, etc.
1.3. Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	A proposta contribui positivamente com a capacidade de detecção de erro ou desvios nas atividades desempenhadas.
1.4. Atendimento ao Requisito	A proposta contribui positivamente com o atendimento ao requisito associado

Fonte: Silva (2017).

Operacional

Tabela 7.3 – Descrição dos critérios operacionais.

2.1. Tempo para Execução da Atividade Proposta	A proposta contribui positivamente com o atendimento ao cronograma do projeto ou do serviço, mesmo levando em consideração o tempo previsto para sua execução.
2.2. Custo Envolvido na Execução da Atividade	A proposta contribui positivamente com o custo envolvido na execução do projeto ou serviço, mesmo levando em consideração o custo previsto para sua execução.
2.3. Equipe Envolvida na Atividade	A proposta contribui positivamente com a equipe envolvida, atuando na troca de informações, ou melhorando seus conhecimentos, ou melhorando seus relacionamentos, ou retirando carga de trabalho da equipe (no projeto como um todo).
2.4. Treinamento dos Envolvidos	A proposta contribui positivamente com a geração de treinamento da equipe, atuando na troca de conhecimentos, ou melhorando suas habilidades, ou aumentando a experiência, etc.

Fonte: Silva (2017).

Tático

Tabela 7.4 – Descrição dos critérios operacionais.

3.1. Custo Envolvido na Implantação da Atividade	A proposta contribui positivamente no custo envolvido, uma vez que o custo de implantação seja menor comparado ao gasto associado à não implantação.
3.2. Envolvimento para a Implantação	A proposta contribui positivamente com o envolvimento para a implantação, uma vez que os envolvidos (instituições) serão afetados positivamente com o resultado final, sendo esses MCTI, INPE, ETE ou SEQ.
3.3. Atividade Atual	A proposta contribui positivamente com a atividade atual, uma vez que aprimora o processo, diminui o tempo gasto ao final do projeto ou serviço, ou ainda, insere um controle não existente.
3.4. Coerência com a Visão da Instituição	A proposta contribui positivamente com as atividades desenvolvidas pela instituição, dentro do seu escopo de trabalho.

Fonte: Silva (2017).

7.3.4 Metodologia de avaliação das propostas de aperfeiçoamentos

Metodologia:

- selecionar a proposta que será avaliada;
- elaborar uma questão para nortear as respostas;
- disponibilizar uma apresentação explicativa e as fichas para os colaboradores avaliarem as propostas;
- cálculo das notas ponderadas para cada proposta de cada colaborador;
- e
- cálculo das médias dos colaboradores para cada proposta.

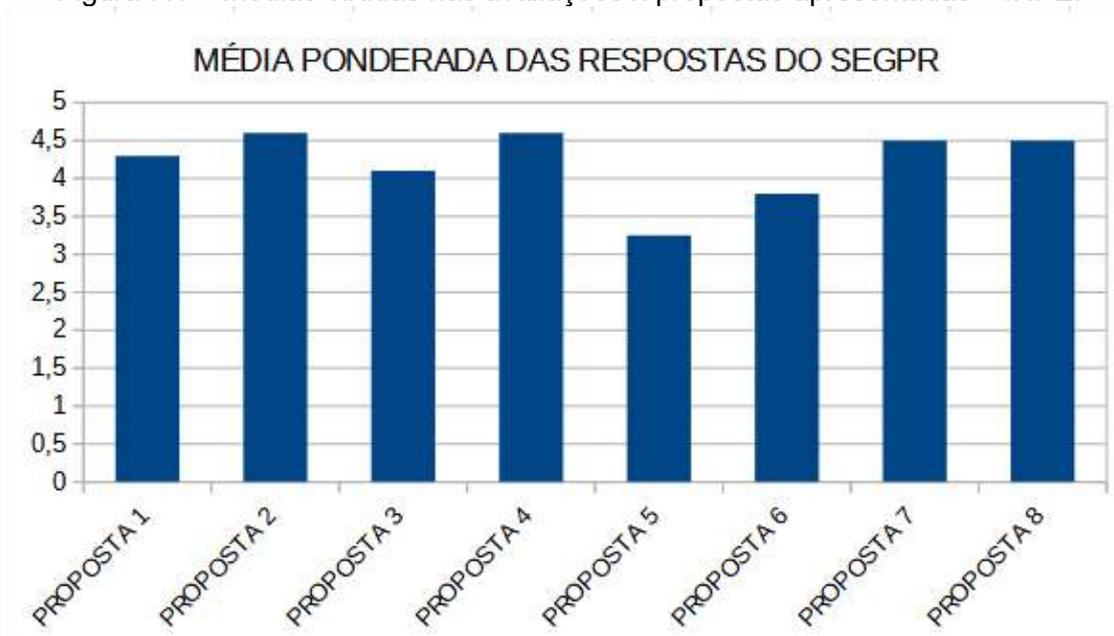
7.4 Resultado da avaliação das propostas sugeridas

A fim de realizar uma avaliação das propostas com caráter mais real possível, foram distribuídas fichas, Tabela D.1 do Apêndice D, para os colaboradores do SEGPR e do IFI, a fim de avaliar as propostas, através de uma pesquisa de opinião entre os membros da equipe.

O Apêndice D descreve com detalhes o método utilizado e os resultados das avaliações.

A Figura 7.1 ilustra de forma mais clara os resultados das avaliações das propostas e suas médias. No eixo x são apresentadas as propostas (de 1 a 8) aplicadas ao INPE e no eixo y são apresentadas as médias ponderadas obtidas por proposta.

Figura 7.1 – Médias obtidas nas avaliações x propostas apresentadas – INPE.



Fonte: autor.

A Figura 7.2 ilustra de forma mais clara os resultados das avaliações das propostas e suas médias. No eixo x são apresentadas as propostas (de 9 a 11) aplicadas ao IFI e no eixo y são apresentadas as médias ponderadas obtidas por proposta.

Figura 7.2 – Médias obtidas nas avaliações x propostas apresentadas – IFI.



Fonte: autor.

As propostas 1, 2, 3, 4, 7 e 8, aplicadas ao INPE, obtiveram notas acima de 4, apresentando concordância parcial (impacto positivo parcial) nos critérios estabelecidos. Essa concordância sugere que os avaliadores, na média, concordam que as propostas afetariam positivamente os critérios elencados.

As propostas 9, 10 e 11, aplicadas ao IFI, obtiveram notas acima de 4, apresentando concordância parcial (impacto positivo parcial) nos critérios estabelecidos. Essa concordância sugere que os avaliadores, na média, concordam que as propostas afetariam positivamente os critérios elencados.

Resumidamente, as propostas 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 e 11 apresentadas são tidas como opções interessantes e que possuem certo caráter positivo, dado o contexto sugerido. Esses valores podem também nortear estudos mais aprofundados, das propostas que obtiveram notas mais elevadas.

Os resultados indicam que a adoção de novas culturas poderia contribuir positivamente nos processos existentes.

Este estudo contou com algumas limitações, que devem ser levadas em consideração:

- A pandemia global causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), fez com que medidas de saúde pública fossem tomadas a fim de mitigar a propagação do vírus e seus impactos. Dentre essas medidas tanto o IFI quanto o INPE adotaram o isolamento de casos, quarentena de contatos e o distanciamento social. Portanto, não foi possível realizar entrevistas no modelo presencial e as interações foram mais morosas que nos modelos convencionais. Em adição, a avaliação dos colaboradores baseou-se em textos contendo as descrições das propostas.

8 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentado um estudo de caso aplicado no serviço de garantia do produto INPE.

8.1 Contextualização do estudo de caso aplicado ao SEGPR

Este trabalho apresentou 8 propostas de aprimoramento oriundas do processo IFI para serem aplicadas no processo do SEGPR, visando a melhoria do mesmo.

Dadas as características de cada proposta e o tempo disponível para realização de um estudo de caso, foi escolhida a proposta 3, denominada “Utilização de ferramenta para registrar assuntos relevantes (FCAR-M)”.

Para este trabalho foi adotada a premissa de se preservar o mesmo estudo de caso realizado por Silva (2017), entretanto utilizando a ferramenta (FCAR-M) adaptada para “Ficha de Controle de Assuntos Relevantes da Garantia do Produto” FCAR-GP, a fim de demonstrar como a ferramenta atua no registro das evoluções dos entendimentos das partes interessadas, favorecendo a rastreabilidade das informações relevantes ao projeto.

- Cenário

O Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE realiza atividades que dependem da utilização de software e aplicativos. O CCS verificou a possibilidade de utilizar um sistema para a integração de alguns tipos de software existentes, a fim de otimizar atividades, cf adaptado Silva (2017).

Foi realizado o levantamento de todas as necessidades junto aos colaboradores e transformadas em requisitos. Para o escopo deste trabalho foi escolhido o requisito de número RGP 13 que será objeto da proposta FCAR-GP, cf adaptado Silva (2017).

Para o exercício deste estudo, um fator importante para sua condução foi a escolha do fornecedor. Neste caso, optou-se por um fornecedor interno, ou seja, a integração dos tipos de software seria realizada por colaboradores da

própria instituição (INPE). adaptado Silva (2017).

Para essa fase de definição de um cenário, foram realizadas as seguintes atividades:

- identificação das necessidades mínimas vindas dos interessados; identificação dos responsáveis; e
- numeração de cada necessidade que, mais tarde, se transformaria em um requisito.

8.2 Aplicação da proposta de aprimoramento – FCAR-GP

Será apresentada a evolução do entendimento de tratativas com relação ao requisito RGP 13, entre fornecedor e SEGPR.

A ferramenta FCAR-GP, conforme Figura 8.1, deve ter os mesmos 4 estágios da FCAR-M, conforme Figura F.1, onde serão registradas as interações entre requerente (fornecedor) e autoridade (SEGPR) e devem estar capturadas da seguinte forma:

- Estágio 1 (Declaração/Discussão) – Posição inicial Requerente
- Estágio 2 – SEGPR Posição
- Estágio 3 – Concordância Requerente
- Estágio 4 – Conclusão e aprovação SEGPR

Para a aplicação da ferramenta deve-se esclarecer que o fornecedor fará as vezes de requerente e, portanto, responsável por apresentar a propostas para o alinhamento de entendimento através dos estágios 1 e 3; e a autoridade, no caso em questão, sendo representada pelo SEGPR deve apontar entendimentos e solicitar maiores esclarecimentos no estágio 2 e pontuar as suas decisões finais no estágio 4.

Figura 8.1 – Template FCAR-GP.

<u>FCAR-GP</u>		
Projeto, Programa: <i>Project and Program</i>		FCAR-GP N°:
Padrão de Ref.: <i>Standard Ref,</i>		Emissão n° /Data <i>Issue / Date::</i>
Modelo: <i>Model:</i>		FCAR-GP status :
Assunto: <i>Subject</i>		Prev. encerram.: <i>Compliance target</i>
<p>Declaração da emissão (<i>Statement of Issue</i>) :</p> <p><u>Discussão</u> (<i>Discussion</i>)</p> <p style="text-align: right;">Estágio 1 (<i>issue 1</i>)</p> <p style="text-align: center;">Posição inicial do Solicitante (<i>Applicant Position</i>):</p> <p style="text-align: right;">Estágio 2 (<i>issue 2</i>)</p> <p style="text-align: center;">SEGPR Posição (<i>SEGPR/ETE/INPE position</i>):</p> <p style="text-align: right;">Estágio 3 (<i>issue 3</i>)</p> <p style="text-align: center;">Concordância do Solicitante (<i>Applicant Agreement</i>) :</p> <p style="text-align: right;">Estágio 4 (<i>issue 4</i>)</p> <p style="text-align: right;">Conclusão (<i>Conclusion</i>)</p> <p><u>Aprovações</u> (<i>Approval</i>)</p>		
Coordenador do Programa (assinatura)	Responsável Técnico (assinatura)	Chefe do SEGPR (assinatura)

Fonte: adaptado de IFI (2015).

- **Estágio 1 – Posição inicial Requerente**

Objetivo do estágio

Fornecedor entra com as informações gerais da FCAR-GP e o cenário.

Aplicação no cenário:

– Declaração da emissão

O objetivo deste FCAR-GP é o aprimoramento no entendimento do requisito RGP-13, no que diz respeito aos Métodos de Cumprimento de Requisitos (MoCs) relativos a este. Também aborda os critérios pelos quais o SEGPR aceitará as propostas e a implementação do método de verificação do requisito.

– Descrição do Requisito Contratual – RGP 13

O Centro de Controle de Satélites – CCS e a Engenharia responsável pelos tipos de software devem implementar uma ferramenta que gerencie e registre os *bugs* dos tipos de software utilizados, com o objetivo de registrar eventos anômalos durante a execução dos vários softwares e disponibilizar as informações aos responsáveis pela manutenção dos bugs. A ferramenta deve ser de fácil acesso a um usuário sem conhecimento de programação. É imprescindível haver a elaboração de um documento que contenha, no mínimo, todas essas informações.

Porém, existe a necessidade de um alinhamento de entendimento quanto aos MoCs que deverão ser empregados a fim de possibilitar o aceite técnico da autoridade (SEGPR).

– Entendimento do Requisito por Parte do Fornecedor

- solicitou-se uma implantação de ferramenta automatizada que registre e gerencie os eventos anômalos dos software e sua resolução; e
- solicitou-se também um documento com a lista dos responsáveis pela correção de *bugs*, bem como sua política.

– Proposta de Solução

Proposta de solução constante na especificação técnica RR-MM-021-2017.

– Cronograma proposto pelo fornecedor

Duas (2) semanas.

– Proposta de Recursos

- Um (1) especialista em TI disponível por duas (2) semanas dedicadas em tempo integral a esta atividade;
- Uma (1) ferramenta (de acordo com a especificação técnica RR-MM-021-2017); e
- Um (1) especialista em garantia de qualidade para elaborar a política de correção de bugs por duas (2) semanas dedicadas em tempo integral.

- **Estágio 2 – SEGPR Posição**

Objetivo do estágio

O SEGPR emite a posição quanto o seu entendimento do requisito e demais propostas do fornecedor.

Aplicação no cenário:

Serão levados em conta os seguintes aspectos para a emissão do posicionamento do SEGPR:

- concordância com os MoCs
- cronograma
- recursos propostos e solução
- análise financeira de impacto
- aceitação técnica
- aceitação financeira

Após essa análise registra-se o entendimento do SEGPR para cada aspecto apresentado e segue para o estágio 3, onde será realizado a harmonização de entendimento.

- **Estágio 3 – concordância requerente**

Objetivo do estágio

Nesse estágio, ocorre a harmonização entre o fornecedor e o SEGPR que deve ser coordenada a fim de possibilitar uma convergência de entendimento. Lembrando que os posicionamentos divergentes podem e devem ser registrados a fim de gerar rastreabilidade ao processo, demonstrando a evolução de entendimento do requisito e das atividades correlatas a este.

Aplicação no cenário:

Durante essa harmonização, os operadores, usuários finais, desenvolvedores, especialistas nas disciplinas e equipe financeira devem estar presentes, pois normalmente ocorrem reuniões dedicadas para cada assunto onde os entendimentos ficam registrados em atas e o seu extrato compõe o estágio 3 da FCAR-GP.

No caso da aplicação do cenário apresentado por Silva (2017), não ocorreu registro de divergência, Portanto o estágio 3 será capturado como a aceitação do SEGPR a totalidade das propostas feitas pelo fornecedor.

- **Estágio 4 – conclusão e aprovação SEGPR**

Objetivo do estágio

O objetivo é preparar a conclusão e emitir a FCAR-GP.

Aplicação no cenário:

Como as propostas foram aceitas no estágio 3, resta ao SEGPR emitir a FCAR-GP e incorporá-la nas documentações de projeto.

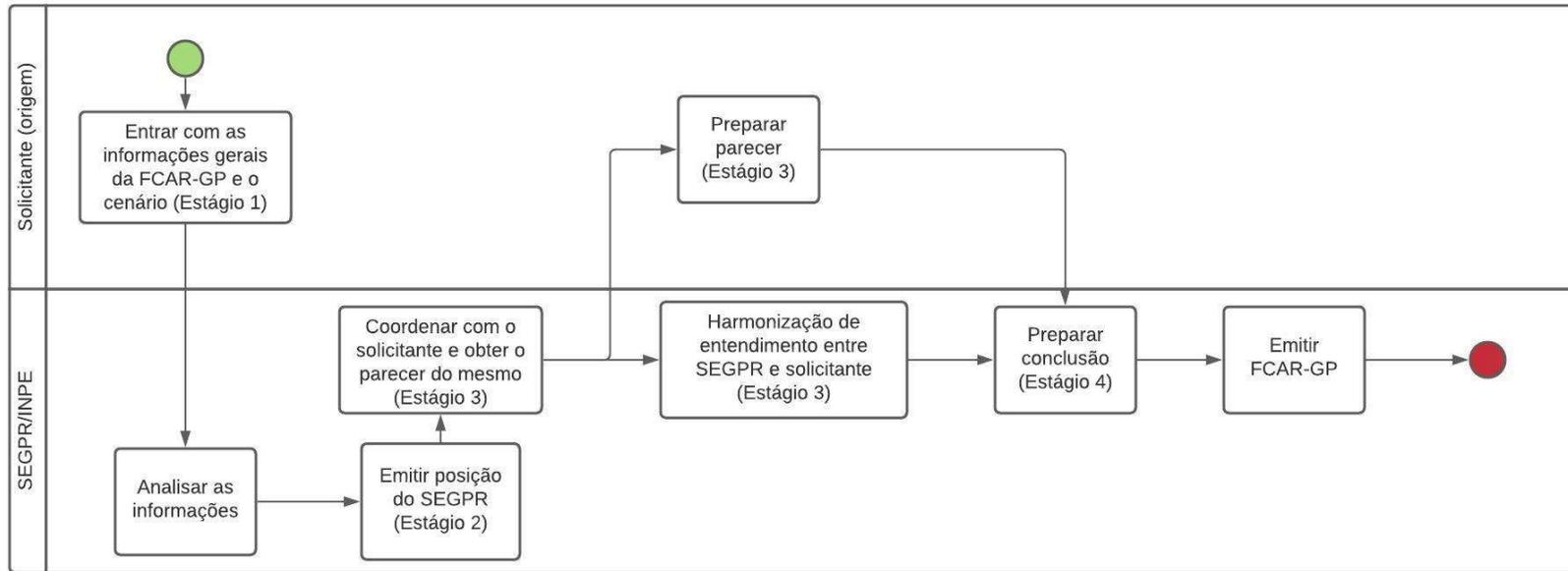
8.3 Resultado

Apesar de ser constatado um ganho significativo de qualidade dos requisitos, bem como no entendimento entre fornecedor e o SEGPR quanto a harmonização de entendimento de MoCs, percebe-se que ao aplicar a ferramenta FCAR-GP não foi possível obter o adequado registro de entendimento das partes durante esse cenário, vide o estágio 3.

Portanto é fundamental implementar essa ferramenta no início dos projetos, pois isso traz rastreabilidade e uma coletânea de lições aprendidas para outras atividades futuras, mitigando eventuais falhas nos processos e desperdícios de tempo e dinheiro.

Abaixo na Figura 8.2 é apresentada a proposição de fluxo de estágios de uma FCAR-GP.

Figura 8.2 – Fluxograma do processo de tratativa da FCAR-GP.



Fonte: autor.

9 CONCLUSÃO, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do presente trabalho e as sugestões para trabalhos futuros nesta área de estudo.

9.1 Conclusões

Este trabalho se propôs a estudar as práticas e critérios utilizados nos processos de certificação da aeronáutica militar brasileira (IFI) e do processo do Serviço da Garantia do Produto SEGPR (INPE) aplicado a satélites de pequeno e médio porte, com o objetivo de aprimoramento em ambos os processos.

O trabalho atualizou a identificação do processo adotado pela garantia do produto do INPE realizado por Silva (2017) e resumiu o processo utilizado pela certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira (IFI) e ainda, acrescentou contribuições vindas da certificação aeronáutica civil nacional (ANAC) e internacional (EASA e FAA).

Este trabalho fez uma comparação entre os processos estudados, da certificação da aeronáutica militar brasileira (IFI), aplicados a aeronaves e do Serviço da Garantia do Produto SEGPR (INPE), com foco em satélites de pequeno e médio porte.

Foi observado que os processos estudados apresentam semelhanças e diferenças nos atributos: origem histórica, interessados (*stakeholders*), características ambientais dos projetos, condução, objetivos, entradas, mecanismos e exigências, controles, saídas e fases dos processos. Por fim, foi possível notar que, de maneira geral, os processos possuem mais semelhanças do que diferenças.

A comparação entre os processos estudados mostrou ser possível apontar oportunidades de aperfeiçoamento em ambos os processos.

As propostas sugeridas oriundas do processo de certificação militar de tipo

da aeronáutica brasileira, foram as seguintes:

- **Proposta 1-** (*Briefing*) Reunião de Familiarização;
- **Proposta 2** – A Estratégia de Harmonização de Meios de Cumprimento (MoC);
- **Proposta 3** – Utilização de FCAR-M e IRC para registrar assuntos importantes; e
- **Proposta 4** – Utilização da filosofia de Dificuldades em Serviço com o objetivo de realimentar os dados de operação dos satélites.
- **Proposta 5** – Utilização do sistema de delegação para a empresa com a supervisão do SEGPR;
- **Proposta 6** – Utilização do sistema de delegação para a representante credenciado do SEGPR;
- **Proposta 7** – Utilização de critérios para definição de nível de envolvimento do SEGPR em projetos; e
- **Proposta 8** – Utilização de critérios para a definição de capacidade de aplicação de projetos para o SEGPR.

Essas propostas permitem uma mudança de filosofia quanto à atuação do SEGPR, ampliando seu escopo de trabalho, elevando os níveis de exigências e possibilitando um maior controle das atividades.

As propostas sugeridas ao IFI oriundas do processo do Serviço da Garantia do Produto SEGPR (INPE) foram as seguintes:

- **Proposta 9** – Relatório de Inspeção de Tipo;
- **Proposta 10** – Redefinição de subordinação do IFI; e
- **Proposta 11** – Reestruturação da Base de Certificação

Essas propostas permitem uma mudança de filosofia quanto à atuação do IFI, ampliando seu escopo de trabalho, elevando os níveis de exigências e

possibilitando um maior controle do escopo do projeto de tipo a ser certificado.

As propostas passaram por avaliações dos membros do SEGPR e do IFI. De acordo com os resultados, pode-se concluir que as propostas 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 e 11 afetam positivamente critérios importantes para o SEGPR e para o IFI, na avaliação dos colaboradores.

O trabalho apresentou um exemplo aplicado na área espacial, em um cenário do INPE, passando por todas as fases sugeridas. Foi possível verificar que existe ganho na qualidade do entendimento entre requerente e fornecedor, facilitando sua compreensão logo no início do projeto, mitigando eventuais gastos ocorridos por falta de entendimento e promovendo a rastreabilidade do processo.

Ao longo da atualização da identificação do processo adotado pelo SEGPR, verificou-se que em setembro de 2020 foi realizada uma substancial modificação no sistema do Serviço da Garantia da Qualidade no INPE, gerando retrabalhos na finalização do Capítulo 4.

Além disso, tendo em vista as medidas de saúde pública que foram tomadas em meados de 2020 a fim de mitigar a propagação do novo coronavírus (SARS-CoV-2) e seus impactos, tanto o IFI quanto o INPE adotaram o isolamento de casos, quarentena de contatos e o distanciamento social para conter a pandemia global. Apesar da importância dessas medidas, a redução da disponibilidade de acesso à documentação e a pessoas, influenciaram negativamente o resultado final, demandando mais tempo do que o previsto para executar algumas atividades e impedindo um maior aprofundamento nas mesmas.

O trabalho contou com a avaliação de profissionais das áreas de conhecimento estudadas nos processos, que contribuíram na leitura dos textos e, conseqüentemente, geraram um impacto positivo na qualidade do conteúdo.

Resumindo, o presente trabalho realizou tudo a que se propôs, atualizando a identificação ou sumarizando os processos, fazendo um comparativo e propondo melhorias para ambos.

9.2 Recomendações e sugestões para trabalhos futuros

Algumas sugestões são feitas abaixo, no sentido de dar continuidade ao estudo apresentado neste trabalho:

- Especificar detalhadamente a implantação de cada proposta vinda da indústria aeronáutica militar;
- Estudar detalhadamente o processo de certificação de cumprimento de missão realizada pelo IFI;
- Detalhar o processo do SEGPR elaborado por este trabalho;
- Estruturar a aplicação do conceito de Dificuldades em Serviço no INPE;
- Estudar a estruturação do Relatório de Inspeção de Tipo proposto por este trabalho; e
- Estender a comparação entre a certificação aeronáutica militar à demais áreas do SEGPR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Organograma do setor espacial brasileiro**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/programa-espacial/politica-espacial/>>. Acesso em: 19 out. 2019.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **SINDAE**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/politica-organizacoes-programa-e-projetos/sistema-nacional-de-desenvolvimento-das-atividades-espaciais-sindae>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

ALBUQUERQUE, I., S. **Modelo para o gerenciamento da configuração e gerenciamento da informação e documentação do programa espacial brasileiro**. 2012. 150 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/11.28.18.12-TDI). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3ASHBPL>. Acesso em: 15 fev. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - certificação de produto aeronáutico. Brasília, 2009. n. 21.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Auditoria**. Atualizado em: 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/A_Anac/institucional/quem-e-quem-1/auditoria> Acesso: 22 fev. 2017.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Orientação para certificação de projeto de tipo**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/certificacao-e-fabricacao/certificacao-de-produtos-aeronauticos/Cartilha_Certificacao_Projeto_Tipo_v2.pdf>. Acesso em: 15 out. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - credenciamento de pessoas. Brasília, 2011. N. 183.

AXELROD, C. W. Creation and certification od software cybersecurity

standards. **The Wall Street Journal**, New York, 10 fev. 2016.

AZEVEDO, I.A. **Confiabilidade de componentes e sistemas**. São José dos Campos: Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 2003. Notas de aula.

BOGOSSIAN, O. L. **Processo de desenvolvimento de missões espaciais** - garantia do produto e fases de projeto. São José dos Campos: INPE, 2016. (INPE/ CSE-210-4) Material de aula.

COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). **Logística** - ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica. Brasília, 2007. (DCA 400-6) . Diretriz.

COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). **Garantia da qualidade e da segurança de sistemas e produtos no COMAER**. São José dos Campos, 2016. (DCA 800-2). Diretriz.

COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). **Regulamento de aeronavegabilidade militar** – procedimentos para certificação de produtos aeronáuticos. São José dos Campos, 2017. (ICA 57-21) . Instrução.

COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). **Regulamento de aeronavegabilidade militar** – procedimento para a Certificação de Produtos e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial . São José dos Campos, 2019. (ICA 60-2) . Instrução.

DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-HDBK-516-C: handbook airworthiness certification criteria. Washington: DoD, 2014.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **Regulamento (UE) N°748/2012**. The European Parliament and of the Concil, 3 ago. 2012. Disponível em: <
[http://www.anac.pt/vPT/Generico/LegislacaoRegulamentacao/LegislacaoSector/Documents/Aeronavegabilidade/Regulamento_UE_748_2012_Comissao_revo ga_CE%201702_2003\).pdf](http://www.anac.pt/vPT/Generico/LegislacaoRegulamentacao/LegislacaoSector/Documents/Aeronavegabilidade/Regulamento_UE_748_2012_Comissao_revo ga_CE%201702_2003).pdf)>. Acesso em: 9 maio 2019.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **Acceptable means of compliance and guidance material to part 21** (AMC and GM to Part 21). Amendement Subpart B, Issue 2. The European Parliament and of the Council, 3 out. 2015. Disponível em: < <https://www.easa.europa.eu/document-library/acceptable-means-of-compliance-and-guidance-materials>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **CS-ETSO European Technical Standards Orders**. The European Parliament and of the Council, mar. 2017. Disponível em: < <https://www.easa.europa.eu/certification-specifications/cs-etso-european-technical-standard-orders>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **Space product assurance** – management. Noordwijk, Holanda, 2008. (ECSS- Q-ST-10C).

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **Space product engineering** – system engineering general requirements. Noordwijk, Holanda, 2009a. (ECSS-E-ST-10C).

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **Space project management** – project planning and implementation. Noordwijk, Holanda, 2009b. (ECSS-M-ST-10C).

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **Glossary of terms**. Noordwijk, Holanda, 2012. (ECSS-S-ST-00-10C).

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Standardized procedures for usage of issue papers and development of equivalent levels of safety mamorandums**. Department of Transportation, 2014. Change A (Order 8110.112A)

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Technical Standard Orders (TSO)**. Washington, mar. 2017. Electronic Code of Federal Regulation. Disponível em: < http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgTSO.nsf/MainFrame?Op=enFrameSet>. Acesso em: 21 mar.2017.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). **Organograma do DCTA**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/organizacoes/mostra/96/>>. Acesso em: 21 jan . 2021.

GOUVEIA, A. **Esboço histórico da pesquisa espacial no Brasil**. São José dos Campos – SP: INPE, 2003.

GRADY, J. O. **Systems validation and verification**. San Diego, California: CRC Press, 1997. ISBN 0-8493-7838-9.

HALLIGAN, R. Requirements metrics: the basis of informed requirements engineering management. In: COMPLEX SYSTEMS ENGINEERING AND ASSESSMENT TECHNOLOGY WORKSHOP, 1993, Naval Surface Warfare Center, Dahlgren, Virginia. **Proceedings...** Silver Spring, Maryland: NSWC, 1993.

HOYLE, D. **ISO 9000 quality systems handbook**. 4. ed. Oxford, USA: BH, 2001. ISBN 0 7506 44516.

IBM CORPORATION. **Get It right the first time: writing better requirements**. [S.I.]: IBM, 2008.

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL (IFI). **Ficha de assuntos relevantes militar – FCAR-M**. São José dos Campos: IFI, 2015.

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL (IFI). **Notas de aula do curso de certificação de produtos aeroespaciais**. São José dos Campos: IFI, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **CBERS 3&4 Satellite Development and Test Plan - CBERS RB-MNG-0002 Rev 03**. São José dos Campos, 2005. Documentação interna Projeto CBERS.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 9000 Quality Management Systems** — fundamentals and vocabulary. Genebra, Suíça, 2015.

OLIVEIRA, J. C. **Método de avaliação de custos da não qualidade em**

projetos espaciais – caso do programa CBERS. 2011. 172 p. (sid.inpe.br/mtcm19/2011/09.06.12.37-TDI). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3AD3278>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

PESSOTA, F. **Uma estratégia para tratamento de falhas sistêmicas (FDIR) em ACDHs de satélites de pequeno e médio porte.** Proposta de Tese (Doutorado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®).** 5. ed. [S.l.]: Library of Congress Cataloging-in-Publication, 2013. ISBN: 978-1-62825-007-7.

REGINATO, J. P. M. **Uma proposta de aperfeiçoamento de um processo de gerenciamento de requisitos de sistema e de software e sua aplicação a sistemas espaciais e aeronáuticos embarcados,** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/INPE_56466c499467f578519ae9a18fb0049c>. Acesso em: 15 ago. 2020.

RABELLO, A. P. S. S. **Um novo processo para melhorar a dependabilidade de sistemas espaciais entre as fases de planejamento e projeto detalhado, incluindo extensões do Diagrama de Markov (DMEP) e da FMECA (FMEP) a Projeto** Tese (Doutorado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2016. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3MP6RNL>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

RIBEIRO, C.E.V. **Estudo sobre algumas causas da indisponibilidade de componentes e serviços sobre o ciclo de vida de um projeto Aeroespacial,** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-19@80/2009/08.21.17.02.53/doc/mirrorget.cgi?metadataarepository=sid.inpe.br/mtc->

m19/2013/04.22.20.53.46&choice=full&languagebutton=pt-BR>. Acesso em: 04 abr. 2019.

SILVA JR, S. D. Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de likert e phrase completion. **PMKT Revista Brasileira de Pesquisas de Marqueting, Opinião e Mídia**, v. 15, p. 1-16, 2014. ISSN: 2317-0123. Disponível em: <<http://sistema.semead.com.br/17semead/resultado/trabalhospdf/1012.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

SILVA, C. M. Z. **Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC)**, Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2017. Disponível em: <<http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/02.06.19.45/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

SILVA, D. J. S. **A corrida espacial**. Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/historiag/a-corrida-espacial.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SOUZA, I, **A certificação militar na aeronáutica brasileira nas últimas três décadas**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Militar) - Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2005.

SOUZA, P. N: **Missões e segmentos**. São José dos Campos: INPE, mar. 2008. Notas de aula. Curso introdutório em tecnologia de satélites.

SOUZA, M. L. O. **Engenharia de requisitos**. São José dos Campos: INPE, mar. 2021. Notas de aula. Curso introdutório de engenharia de requisitos.

YASSUDA, I. S.; PERONDI, L. F. **Ciclo de vida de projetos na área espacial**. São José dos Campos: INPE, 2010. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3746NA8>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

YASSUDA, I. S.; PERONDI, L. F. **Artefatos de categorização de projetos espaciais e seleção de metodologia de gestão**. São José dos Campos:

INPE, 2013. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2013/08.13.04.48/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

YOUNG, R. R. **The requirements engineering handbook**. Norwood, MA, EUA: Artech House, 2004.

GLOSSÁRIO

Aeronavegabilidade – É a capacidade comprovada de um sistema ou produto aeronáutico realizar sua função de modo seguro em solo e em voo, em toda configuração aprovada, quando usado e mantido dentro dos limites operacionais estabelecidos, COMAER (2016).

Aeronavegabilidade Inicial – É o conjunto de processos devidamente estabelecidos e aprovados que visam assegurar a aeronavegabilidade de um produto aeronáutico desenvolvido ou recém-adquirido no mercado para entrada em serviço, COMAER (2017).

Aeronavegabilidade Continuada – É o conjunto de processos devidamente estabelecidos e aprovados que visam manter a aeronavegabilidade de um sistema ou produto aeronáutico durante a sua vida em serviço. Inicia-se após a Aeronavegabilidade Inicial, COMAER (2017).

Aceitação – Refere-se ao uso de um resultado de avaliação de conformidade fornecido por outra pessoa ou por um outro organismo. Para ocorrer a aceitação, pode ser necessário um acordo entre as organizações, estabelecendo termos e condições para que documentos, dados e procedimentos de responsabilidade cumpram com os requisitos de aeronavegabilidade, segurança, qualidade ou cumprimento de missão e que sejam aceitos dispensando aprovação pela Organização Certificadora. A aceitação é atestada em documento conforme definido pela Organização Certificadora, cf. adaptado de COMAER (2016).

Aprovação – Permissão para um produto ou processo ser usado para propósitos ou condições estabelecidas, baseando-se no atendimento a requisitos de que um sistema ou produto é adequado para o propósito a que se destina. A aprovação é atestada em documento específico conforme definido pela Organização Certificadora, COMAER (2016).

Aviso de Limitação de Aeronavegabilidade (ALA) - Documento que

introduz limitações de aeronavegabilidade para sistemas e produtos aeronáuticos a fim de manter ou restituir um nível aceitável de segurança da operação. As ações a serem efetuadas no produto ou sistema podem estar expressas num ALA, compreendendo inspeções, substituições de itens, modificações (de projeto, fabricação, operação ou manutenção), incorporação de limitações e novos procedimentos operacionais, ou outra julgada necessária para restabelecer o nível de segurança da operação, em caso de dificuldade em serviço, COMAER (2016).

Certificação de Aeronavegabilidade – Processo pelo qual uma Organização Certificadora reconhece que uma determinada aeronave está em conformidade com o projeto certificado e apresenta condições seguras de operação para o cumprimento de missão. Este processo ocorre por meio de uma inspeção do produto e da análise dos respectivos registros de manutenção. A certificação de aeronavegabilidade é atestada por meio de um Certificado de Aeronavegabilidade (CA), cf. adaptado de COMAER (2016).

Certificação de Modificação – Processo pelo qual o IFI verifica se o projeto de modificação de um produto corresponde aos requisitos técnicos relativos ao cumprimento da missão e à segurança e, assim sendo, reconhece oficialmente mediante a emissão de um Certificado Suplementar de Tipo ou de uma revisão do APEA, conforme aplicável, cf. adaptado de COMAER (2017).

Certificação de Organização Fornecedora - Processo pelo qual uma Organização Certificadora reconhece que o sistema de gestão da qualidade da organização fornecedora, que fora implementado, está de acordo com os requisitos da qualidade aplicáveis. A Certificação de Organização Fornecedora é atestada por meio de um certificado específico, emitido pela Organização Certificadora, cf. adaptado de COMAER (2016).

Certificação de Produção - Processo pelo qual uma Organização Certificadora do COMAER reconhece que a implementação do sistema de

gestão de qualidade da organização fornecedora está compatível com os requisitos da qualidade aplicáveis. Este processo envolve as atividades de projeto e desenvolvimento de um produto aeronáutico e/ou uma determinada linha de produção de uma organização fornecedora. A Certificação de Produção é atestada por meio de um Certificado de Organização Fornecedora (COF), emitido pelo IFI, COMAER (2017).

Certificação de Produto – Compreende as atividades de Certificação de Projeto e de Garantia Governamental da Qualidade. Os documentos resultantes da Certificação de Projeto e da Garantia Governamental da Qualidade completam a Certificação de Produto, COMAER (2019).

Comitê de Avaliação de Risco (CAR) - Comitê permanente que visa deliberar quanto à solução do tratamento de Dificuldades de Serviço com Potencial Limitante de Aeronavegabilidade e/ou quanto ao estabelecimento e/ou à manutenção de Limitações de Aeronavegabilidade decorrentes destas Dificuldades em Serviço, cf. adaptado de COMAER (2019).

Componente – Qualquer item que seja parte integrante de um projeto de tipo relacionado ou especificado em desenho, ordem técnica ou publicação do conjunto ou subconjunto, COMAER (2016).

Dificuldade em Serviço com Potencial Limitante de Aeronavegabilidade – Toda e qualquer dificuldade em serviço, associada a projeto ou não, que tenha potencial para gerar a parada total da operação da frota de aeronaves afetadas ou para gerar limitações operacionais significativas nas mesmas, incluindo DS em produtos de defesa de emprego aeronáutico nelas integrados, COMAER (2016).

Engenharia de Requisitos – Engenharia que tem como objetivo tratar os desafios de capturar, analisar, expressar e gerenciar requisitos ao longo do ciclo de vida de um sistema. E também, ela é caracterizada como um ramo da Engenharia de Sistemas que atua com o Gerenciamento de Projetos, cf. adaptado de Arnaut (2016).

Engenharia de Sistemas – Engenharia de abordagem interdisciplinar que rege o esforço técnico total para transformar requisitos em uma solução de sistema, cf. adaptado de ECSS (2009a).

Especificação Técnica – Conjunto de dados técnicos que definem as características de um projeto, abrangendo o desenvolvimento, a manufatura, o emprego e a manutenção do produto ou sistema, essenciais para o desempenho da missão e para a segurança no serviço, COMAER (2019).

Escopo – Descrição do objeto do projeto, seu produto final e produtos intermediários, os principais requisitos, os limites e exclusões, as restrições e os critérios de aceitação do projeto, COMAER (2019).

Manutenabilidade - É a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é realizada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos, Azevedo (2003).

Manutenção – Compreende todas as ações destinadas a garantir que sistemas e produtos mantenham-se operando segundo as especificações funcionais e de desempenho, dentro das margens de segurança estabelecidas em projeto. Consideram-se ações de manutenção: a inspeção, a revisão geral (*Overhaul*), o reparo, a preservação, a substituição de partes e modificação segundo dados técnicos aprovados ou aceitos pela autoridade certificadora do projeto, entre outras definidas consoantes práticas consagradas e de ampla aceitação mundial, COMAER (2016).

Operação – Atividade técnica, industrial ou operacional, ou qualquer combinação dessas atividades, executada por um ou mais operadores com a finalidade de realizar um objetivo específico, COMAER (2016).

Organização Certificadora – É a autoridade certificadora responsável por regular, supervisionar e controlar todas as atividades afetas à garantia da qualidade e da segurança de sistemas e produtos em todo o ciclo de vida por meio de atividades de aprovação, aceitação, certificação de produto e da

Garantia Governamental da Qualidade, cf. adaptado de COMAER (2016).

Organização Credenciada – É a Organização, pública ou privada, detentora de credenciamento de pessoa jurídica e que, conseqüentemente, tem autorização para realizar certas atividades da competência da Organização Certificadora, nos processos de certificação/aprovação de produto conforme os requisitos e as finalidades estabelecidas, cf. adaptado de COMAER (2017).

Organização de projeto – Organização de projeto é a organização responsável pelo desenvolvimento/projeto de um determinado produto aeroespacial, cf. adaptado de COMAER (2019).

Organização Fornecedora – É uma pessoa jurídica, pública ou privada, responsável pelo fornecimento de sistema ou produto previsto em contrato e que atua em uma ou mais fases do ciclo de vida, cf. adaptado de COMAER (2019).

Permissão especial de voo (PEV) - É o documento de caráter especial que formaliza a permissão de voo de uma aeronave, cf. Adaptado de COMAER (2017).

Produto de defesa de emprego aeronáutico – Compreende produto de defesa que possa ser integrado a aeronaves, como sensores de reconhecimento, equipamentos de contra-medidas eletrônicas, equipamentos de designação de alvos, sistemas de auto-defesa, mísseis, bombas, lançadores, porta-bombas, foguetes, canhões, metralhadoras e outros armamentos, incluindo suas munições. Os simuladores de operação desses produtos também se incluem neste escopo, COMAER (2019).

Qualificação – Refere-se à demonstração documentada de cumprimento com as especificações de um sistema ou produto visando adequabilidade ao seu emprego. A Qualificação realizada pela Organização Fornecedora é documentada em uma Declaração de Fornecedor. A Qualificação realizada pela OC é a aceitação da Qualificação realizada pela Organização

Fornecedora dentro do processo de Certificação de Produto. Normalmente, a Qualificação é implementada contra Especificações Técnica e Requisitos contratuais, COMAER (2019).

Rastreabilidade – É a capacidade de rastrear o histórico, a aplicação, o uso de um artigo individual ou suas características por meio de identificação devidamente registrada, Hoyle (2001).

Requisito de Aeronavegabilidade – São as exigências da autoridade aeronáutica de um Estado, relativas ao projeto de uma aeronave, motor, hélice, aparelhos e equipamentos embarcados, visando garantir a segurança de operação. Para uma aeronave, por exemplo, desempenho, qualidade de voo, estruturas, grupo motopropulsor, sistemas, equipamentos e componentes, materiais, processos de construção e fabricação, limitações operacionais e informações de segurança são aspectos de projeto incluídos nos regulamentos de aeronavegabilidade. Para aeronaves militares devem ser utilizados os códigos de aeronavegabilidade civis na extensão possível, cabendo à Organização Certificadora aprovar a aplicabilidade destes regulamentos e estabelecer requisitos alternativos ou complementares, conforme necessário, buscando sempre garantir o cumprimento da missão com segurança. Requisitos de proteção ambiental, de ruído, de emissão de combustível drenado e de escapamento de aviões, não são requisitos de aeronavegabilidade, mas devem ser considerados na elaboração de contratos de desenvolvimento/aquisição e na certificação de produto, COMAER (2016).

APÊNDICE A – VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DO INPE

A.1 – Objetivo

Verificar, sob a ótica do serviço da garantia do produto, os processos referentes aos projetos de sistemas e subsistemas de satélites do INPE, durante todo ciclo de vida do produto apresentado no Capítulo 4.

A.2 – Método

O método empregado para a verificação dos processos apresentados sob a ótica do serviço da garantia do produto estabeleceu as seguintes etapas:

- 1º. Apresentação da motivação para a realização da atualização da verificação dos processos apresentados no Capítulo 4;
- 2º. Entrega do Capítulo 4 para o Chefe do Serviço da Garantia do Produto, para que fosse avaliado;
- 3º. Entrega do questionário (Tabela A1) para que fosse preenchido no final da avaliação.

Tabela A.1 – Avaliação, sob a ótica do serviço da garantia do produto, dos processos referentes aos subsistemas e sistemas de satélites de pequeno e médio porte do INPE.

Cargo:	
Função:	
Tempo de experiência na área:	
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade dos processos apresentados no CAP 4 (SEGPR), com ênfase na garantia do produto, estes, sob a ótica da garantia do produto, para o escopo deste trabalho, podem ser considerados: <input type="checkbox"/> completos <input type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios <input type="checkbox"/> insatisfatórios
2. Visão global	Em relação a uma visão global dos processos, figuras e fluxogramas apresentados, dentro do escopo deste trabalho, estes podem ser considerados: <input type="checkbox"/> completos <input type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios <input type="checkbox"/> insatisfatórios
3. Observações adicionais	(...) Não tenho observações adicionais. (...) Tenho observações adicionais:

Fonte:Autor.

A.3 – Resultado

Figura A.1 – Avaliação processo SEGPR.

Cargo: Chefe do Serviço da Garantia do Produto	
Função: Tecnologista Senior	
Tempo de experiência na área: 30 anos na área espacial e 20 anos como servidor do INPE	
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade dos processos apresentados no CAP 4 (SEGPR), com ênfase na garantia do produto, estes, sob a ótica da garantia do produto, para o escopo deste trabalho, podem ser considerados: (X) completos () satisfatórios () pouco satisfatórios () insatisfatórios
2. Visão global	Em relação a uma visão global dos processos, figuras e fluxogramas apresentados, dentro do escopo deste trabalho, estes podem ser considerados: (X) completos () satisfatórios () pouco satisfatórios () insatisfatórios
3. Observações adicionais	(...) Não tenho observações adicionais. (X..) Tenho observações adicionais: O levantamento foi realizado é fruto de muito estudo e dedicação. Está bem completo.



Nome: Inaldo Soares de Albuquerque

Fonte: Autor.

APÊNDICE B – VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ATUAIS DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA MILITAR

B.1 – Objetivo

Verificar, sob a ótica da certificação, as informações apresentadas referentes ao modelo de certificação aeronáutica militar adotado no Brasil (Capítulo 5).

B.2 – Método

O método empregado para a verificação das informações apresentadas sob a ótica da certificação aeronáutica militar estabeleceu as seguintes etapas:

1º. Apresentação da motivação para a realização da verificação dos processos apresentados no Capítulo 5;

2º. Entrega do Capítulo 5 para o Chefe da subdivisão de engenharia de certificação e assessoria técnica da CPA/IFI, para que fosse avaliado;

3º. Entrega do questionário (Tabela B.1) para que fosse preenchido no final da avaliação.

Tabela B.1 – Avaliação, sob a ótica da certificação, das informações contidas no Capítulo 5.

Cargo:	
Função:	
Tempo de experiência na área:	
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade das informações apresentadas sobre os conceitos, nomenclaturas e o modelo adotado pela certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira no Capítulo 5, dentro do escopo deste trabalho, elas podem ser avaliadas como: <input type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias <input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias
2. Visão global	Em relação a uma visão global dos processos e figuras apresentadas, dentro do escopo deste trabalho, esses podem ser considerados: <input type="checkbox"/> completos <input type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios <input type="checkbox"/> insatisfatórios
3. Observações adicionais	(...) Não tenho observações adicionais. (...) Tenho observações adicionais:

Fonte: Autor.

B.3 – Resultado

Figura B.1 – Avaliação processo IFI.

Tabela B.1 - Avaliação, sob a ótica da certificação, das informações contidas no Capítulo 5 – SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR DA AERONÁUTICA BRASILEIRA.

Cargo: CHEFE DA SUBDIVISÃO DE ENGENHARIA DE CERTIFICAÇÃO E ASSESSORIA TÉCNICA DA CPA/IFI	
Função: CAPITÃO ENG AER	
Tempo de experiência na área: 10 anos	
1. Fidelidade	Em relação à fidelidade das informações apresentadas sobre os conceitos, nomenclaturas e o modelo adotado pela certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira no Capítulo 5, dentro do escopo deste trabalho, elas podem ser avaliadas como: <input checked="" type="checkbox"/> completas <input type="checkbox"/> satisfatórias <input type="checkbox"/> pouco satisfatórias <input type="checkbox"/> insatisfatórias
2. Visão global	Em relação a uma visão global dos processos e figuras apresentadas, dentro do escopo deste trabalho, esses podem ser considerados: <input checked="" type="checkbox"/> completos <input type="checkbox"/> satisfatórios <input type="checkbox"/> pouco satisfatórios (<input type="checkbox"/> insatisfatórios
3. Observações adicionais	<input checked="" type="checkbox"/> Não tenho observações adicionais. <input type="checkbox"/> Tenho observações adicionais:


VITOR HENRIQUE OLIVEIRA BOURGUIGNON Cap Eng Aer
Chefe da CPA-EC

Fonte: Autor.

APÊNDICE C – RESUMO DE TRABALHOS RELACIONADOS

Este trabalho se baseia na revisão da literatura sobre garantia do produto espacial e certificação aeronáutica militar com referência a trabalhos de extrema relevância aos temas supramencionados, a saber:

C.1 “Estudo sobre Algumas Causas da Indisponibilidade de Componentes e Serviços sobre o Ciclo de Vida de um Projeto Aeroespacial” Dissertação de Mestrado de Carlos Eduardo Viana Ribeiro, no INPE, em 2013.

A dissertação de Carlos Eduardo Viana Ribeiro apresenta duas propostas de gerenciamento dos riscos da indisponibilidade de componentes e serviços, onde a primeira abordagem proposta visa mitigar tais efeitos sobre o ciclo de vida de um projeto que já esteja avançado em suas fases de desenvolvimento ou até mesmo que já esteja em operação; e a segunda abordagem proposta visa ajudar no desenvolvimento de requisitos futuros que garantam todos os objetivos de projetos futuros. O trabalho estuda algumas causas e casos da indisponibilidade de componentes e serviços e analisa os efeitos das causas e casos da indisponibilidade de componentes e serviços estudados, sobre o ciclo de vida de projetos aeroespaciais do INPE.

C.2 “Uma Proposta de Aperfeiçoamento de um Processo de Gerenciamento de Requisitos de Sistema e de Software e sua Aplicação a Sistemas Espaciais e Aeronáuticos Embarcados” Dissertação de Mestrado de João Paulo Marques Reginato no INPE, em 2012.

A dissertação de João Paulo Marques Reginato apresenta uma proposta de aperfeiçoamento de um processo de gerenciamento de requisitos de sistema e de software e sua aplicação a sistemas espaciais e aeronáuticos embarcados. O trabalho revisa e analisa as normas mais utilizadas pelas indústrias espacial (normas da ESA) e aeronáutica (normas da SAE, RTCA) brasileiras realizando comparação entre as normas; propõe um processo aperfeiçoado, seus passos, checklists e *roadmap* para implementações.

Aplica-o a um exemplo espacial (SCAO de um satélite) e a exemplo aeronáutico (indicação no *cockpit*). por fim, apresenta uma proposta adequada a sua utilização espacial, especialmente no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, de forma a melhorar a confiabilidade dos sistemas espaciais e aeronáuticos embarcados.

C.3 “Método de Validação de Custos da Não Qualidade em Projetos Espaciais – Caso do Programa CBERS” Dissertação de Mestrado de Jônatas Campos de Oliveira no INPE, em 2011.

A dissertação de Jônatas Campos de Oliveira aborda aspectos relacionados ao custo da qualidade do programa CBERS no Brasil, com enfoque na não qualidade ou não conformidades, falhas e modificações corretivas de projeto, registradas ao longo do desenvolvimento dos satélites CBERS-1 e CBERS-2. Utiliza uma metodologia específica para a classificação dos registros e determinação dos custos de correção da não qualidade. Esta é apresentada com o objetivo de quantificar a magnitude desses custos e compará-los ao custo total do projeto. Com base na análise dos resultados, o trabalho discute a relevância e o impacto dessas ocorrências no desenvolvimento do projeto, mostra as atividades com maior incidência de não conformidades e solicitações de modificação, e consegue indicar a melhoria do desempenho da qualidade do primeiro para o segundo satélite, graças aos ganhos em experiência e escala. A partir de normas e da literatura, o trabalho também detalha os fluxos de trabalho da garantia do produto, estuda os fatores que contribuem para os custos não conformes em processos internos, aborda o tema do melhoramento contínuo como meio para ampliar a eficácia do sistema da qualidade implantado no INPE e em empresas fornecedoras de produtos que integram os satélites do programa CBERS.

C.4 “Modelo para o Gerenciamento da Configuração e Gerenciamento da Informação e Documentação do Programa Espacial Brasileiro” Dissertação de Mestrado de Inaldo Soares Albuquerque no INPE, em 2011.

A dissertação de Inaldo Soares Albuquerque aborda os sistemas espaciais

como sendo extremamente específicos, pois são utilizados em condições singulares. Desde o momento de seu lançamento, durante o seu uso e até o seu descarte, passam por condições de operação não comuns aos equipamentos que operam exclusivamente no ambiente terrestre, como por exemplo, rápidas e extremas variações de temperatura, níveis altos de radiação e condições de vácuo. Desta forma, durante a produção de plataformas orbitais e suas cargas úteis, requisitos especiais para estas condições particulares devem ser observados, pois a ocorrência de falhas em um dos componentes de uma plataforma ou carga útil pode determinar o fracasso completo de uma missão. Grande parte desses requisitos especiais pode ser expressa como requisitos para processos de fabricação. Assim, quanto mais controlados forem os processos utilizados para a fabricação de produtos espaciais, menor será o risco de ocorrência de tais falhas. Com esta visão em perspectiva, o trabalho objetiva desenvolver um estudo abrangente dos processos técnicos utilizados na fabricação de sistemas de voo para programas espaciais. Com base no estudo do tratamento dedicado a processos por diversas agências espaciais, propondo aprimoramentos na forma como processos são tratados no âmbito do programa espacial brasileiro, especificamente na área de plataformas orbitais e cargas úteis. Adicionalmente, com base em experiência de outros programas, apresenta-se uma metodologia para a utilização de processos na avaliação de risco nas contratações industriais do programa espacial brasileiro.

C.5 “Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC)” Dissertação de Mestrado de Cristiane Mariano Zavati Silva no INPE, em 2017.

A dissertação de Cristiane Mariano Zavati Silva apresenta a identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu melhoramento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC). Para isso, o trabalho revisa e analisa os processos e

padrões utilizados na garantia do produto espacial (INPE) para satélites de pequeno e médio porte; e identifica o processo de certificação de tipo da indústria aeronáutica civil (ANAC), adicionalmente, são elencadas algumas contribuições originadas na certificação aeronáutica militar brasileira e certificação civil internacional. Realiza comparações entre os processos, elenca propostas para o aperfeiçoamento do processo da garantia do produto, da área espacial estudada. Ilustra uma das propostas por meio de uma aplicação na área espacial do INPE.

C.6 “A certificação militar na aeronáutica brasileira nas últimas três décadas” Dissertação de Mestrado de Izaías dos Anjos Souza, na Universidade da Força Aérea, em 2005.

A dissertação de Izaías dos Anjos Souza apresenta a certificação aeronáutica militar no Comando da Aeronáutica, apresenta as motivações que levaram a indústria aeronáutica nacional a optar pela certificação de produtos e traz um histórico de atividades que foram implementadas para a concretização da estrutura atual dentro do COMAER.

C.7 Controle de processos de fabricação na área espacial de Suely Artigo de Mitsuko Hirakawa Gondo e Leonel Fernando Perondi, no INPE, em 2019.

Este artigo apresenta, detalhadamente, os conceitos de processo, verificação de processo e controle de processo, no âmbito da área de manufatura em projetos na área espacial (ECSS) e compara brevemente a metodologia empregada pelo INPE na área de processos com a preconizada pelo referido padrão.

APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS SEGPR

D.1 – Objetivo

Verificar, sob a ótica das atividades desempenhadas, se as propostas levantadas afetam positivamente os critérios selecionados, visando o aprimoramento das atividades desempenhadas pelo SEGPR.

D.2 – Método

O método empregado para a avaliação das propostas, sob a ótica específica dos especialistas nas atividades, seguiram as seguintes etapas:

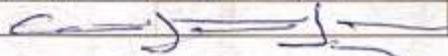
- 1º. Apresentação da motivação para realizar o levantamento das propostas, tendo como foco o aprimoramento dos processos, dentro do escopo do SEGPR;
- 2º. Observação da possibilidade de melhoria e oportunidades;
- 3º. Preparação de material contendo os pontos de melhoria e as oportunidades levantadas;
- 4º. Elaboração da descrição de cada proposta;
- 5º. Seleção e descrição do modelo que foi usado na avaliação;
- 6º. Entrega do material para avaliação dos especialistas, onde foram entregues aos colaboradores: a descrição de cada proposta, apresentação e a planilha de avaliação;
- 7º. Recebimento das avaliações; e.
- 6º. Finalização do item 7.4 com o resultado das avaliações das propostas.

Tabela D.1 – Avaliação, sob a ótica de colaboradores do SEGPR, das propostas sugeridas ao processo apresentado no Capítulo 4.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS								
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?								
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente								
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO							
1. TÉCNICO	PROPOSTA 1	PROPOSTA 2	PROPOSTA 3	PROPOSTA 4	PROPOSTA 5	PROPOSTA 6	PROPOSTA 7	PROPOSTA 8
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço								
1.2 Segurança da missão e da equipe								
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio								
1.4 Atendimento ao Requisito								
2. OPERACIONAL								
2.1 Tempo para execução da atividade								
2.2 Custo envolvido na execução da atividade								
2.3 Equipe envolvida na atividade								
2.4 Treinamento dos envolvidos								
3. TÁTICO								
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade								
3.2 Envolvimento para implantação								
3.3 Atividade atual								
3.4 Coerência com a visão da instituição								
NOME:				ASSINATURA:				

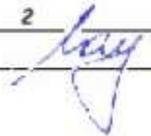
Fonte: Autor.

Figura D.1 – Avaliação das propostas (colaborador 01).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS								
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?								
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente								
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO							
	PROPOSTA 1	PROPOSTA 2	PROPOSTA 3	PROPOSTA 4	PROPOSTA 5	PROPOSTA 6	PROPOSTA 7	PROPOSTA 8
1. TÉCNICO								
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	4	5	4	5	2	5	4	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	2	4	4	5	1	5	4	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	2	4	4	5	2	5	4	5
1.4 Atendimento ao Requisito	4	5	4	5	2	5	5	5
2. OPERACIONAL								
2.1 Tempo para execução da atividade	4	5	4	5	5	5	3	3
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	5	5	4	5	2	3	3	3
2.3 Equipe envolvida na atividade	5	5	4	5	4	5	3	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	4	4	4	5	4	5	5	5
3. TÁTICO								
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	4	4	4	5	2	3	3	3
3.2 Envolvimento para implantação	2	5	4	5	2	5	4	5
3.3 Atividade atual	2	5	3	4	2	4	4	3
3.4 Coerência com a visão da instituição	3	4	3	2	1	2	2	4
NOME: ANDREIA F. SORICE GENARO ASSINATURA: 								
andrea.sorice@inpe.br 								

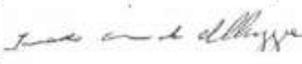
Fonte: Autor.

Figura D.2 – Avaliação das propostas (colaborador 02).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS								
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?								
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente								
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO							
1. TÉCNICO	PROPOSTA 1	PROPOSTA 2	PROPOSTA 3	PROPOSTA 4	PROPOSTA 5	PROPOSTA 6	PROPOSTA 7	PROPOSTA 8
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	5	5	5	5	2	5	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	5	5	5	5	5	2	5	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	5	5	5	5	5	2	5	5
1.4 Atendimento ao Requisito	5	5	5	5	5	2	5	5
2. OPERACIONAL								
2.1 Tempo para execução da atividade	5	5	5	5	5	2	5	5
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	5	5	5	5	5	2	5	5
2.3 Equipe envolvida na atividade	5	5	5	5	5	2	5	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	5	5	5	5	5	2	5	5
3. TÁTICO								
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	5	5	5	5	5	2	5	5
3.2 Envolvimento para implantação	5	5	5	5	5	2	5	5
3.3 Atividade atual	5	5	5	5	5	2	5	5
3.4 Coerência com a visão da instituição	5	5	5	5	5	2	5	5
NOME: Eduardo May				ASSINATURA: 				

Fonte: Autor.

Figura D.3 – Avaliação das propostas (colaborador 03).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS								
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?								
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente								
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO							
1. TÉCNICO	PROPOSTA 1	PROPOSTA 2	PROPOSTA 3	PROPOSTA 4	PROPOSTA 5	PROPOSTA 6	PROPOSTA 7	PROPOSTA 8
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	5	5	5	5	5	5	4
1.2 Segurança da missão e da equipe	4	3	3	4	4	5	4	3
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	3	3	3	5	3	4	4	3
1.4 Atendimento ao Requisito	5	5	3	4	4	5	4	4
2. OPERACIONAL								
2.1 Tempo para execução da atividade	5	4	2	3	3	4	3	4
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	5	4	2	3	3	4	3	3
2.3 Equipe envolvida na atividade	5	4	3	4	3	4	3	4
2.4 Treinamento dos envolvidos	4	3	3	4	4	4	4	4
3. TÁTICO								
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	5	4	3	3	3	4	4	4
3.2 Envolvimento para implantação	4	4	4	4	3	4	3	3
3.3 Atividade atual	4	4	4	4	4	3	3	3
3.4 Coerência com a visão da instituição	4	4	4	4	4	4	4	3
NOME: Inaldo Soares de Albuquerque		ASSINATURA: 						

Fonte: Autor.

Figura D.4 – Avaliação das propostas (colaborador 04).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS								
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?								
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente								
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO							
1. TÉCNICO	PROPOSTA 1	PROPOSTA 2	PROPOSTA 3	PROPOSTA 4	PROPOSTA 5	PROPOSTA 6	PROPOSTA 7	PROPOSTA 8
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	5	4	5	2	4	5	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	5	5	4	5	2	4	5	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	4	5	4	5	2	4	5	4
1.4 Atendimento ao Requisito	4	5	4	5	2	4	5	5
2. OPERACIONAL								
2.1 Tempo para execução da atividade	4	5	4	3	2	4	5	3
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	4	5	4	4	2	4	5	5
2.3 Equipe envolvida na atividade	5	5	4	4	2	4	5	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	5	5	4	4	2	4	5	4
3. TÁTICO								
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	4	5	4	4	2	4	5	5
3.2 Envolvimento para implantação	5	5	4	4	2	4	5	5
3.3 Atividade atual	4	5	4	4	2	4	5	4
3.4 Coerência com a visão da instituição	5	5	4	4	2	4	5	5
NOME: Ana Paula de Sá Santos Rabello ASSINATURA: <i>Ana Paula de Sá Santos Rabello</i>								

Fonte: Autor.

APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS IFI

E.1 – Objetivo

Verificar, sob a ótica das atividades desempenhadas, se as propostas levantadas afetam positivamente os critérios selecionados, visando o aprimoramento das atividades desempenhadas pelo IFI.

E.2 – Método

O método empregado para a avaliação das propostas, sob a ótica específica dos especialistas nas atividades, seguiram as seguintes etapas:

- 1º. Apresentação da motivação para realizar o levantamento das propostas, tendo como foco o aprimoramento dos processos, dentro do escopo da certificação de tipo militar da aeronáutica brasileira IFI;
- 2º. Observação da possibilidade de melhoria e oportunidades;
- 3º. Preparação de material contendo os pontos de melhoria e as oportunidades levantadas;
- 4º. Elaboração da descrição de cada proposta;
- 5º. Seleção e descrição do modelo que foi usado na avaliação;
- 6º. Entrega do material para avaliação dos especialistas, onde foram entregues aos colaboradores: a descrição de cada proposta, apresentação e a planilha de avaliação;
- 7º. Recebimento das avaliações; e.
- 6º. Finalização do item 7.4 com o resultado das avaliações das propostas.

Tabela E.1 – Avaliação, sob a ótica de colaboradores do IFI, das propostas sugeridas ao processo apresentado no Capítulo 5.

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS			
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?			
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente			
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO		
1. TÉCNICO	PROPOSTA 9	PROPOSTA 10	PROPOSTA 11
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço			
1.2 Segurança da missão e da equipe			
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio			
1.4 Atendimento ao Requisito			
2. OPERACIONAL			
2.1 Tempo para execução da atividade			
2.2 Custo envolvido na execução da atividade			
2.3 Equipe envolvida na atividade			
2.4 Treinamento dos envolvidos			
3. TÁTICO			
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade			
3.2 Envolvimento para implantação			
3.3 Atividade atual			
3.4 Coerência com a visão da instituição			
NOME:		ASSINATURA:	

Fonte: Autor .

Figura E.1 – Avaliação das propostas (colaborador 01).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS			
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?			
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente			
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO		
1. TÉCNICO	PROPOSTA 9	PROPOSTA 10	PROPOSTA 11
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	4	5	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	4	5	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	5	3	5
1.4 Atendimento ao Requisito	4	3	5
2. OPERACIONAL			
2.1 Tempo para execução da atividade	3	4	5
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	4	5	5
2.3 Equipe envolvida na atividade	4	5	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	4	5	5
3. TÁTICO			
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	4	5	5
3.2 Envolvimento para implantação	4	5	5
3.3 Atividade atual	3	5	5
3.4 Coerência com a visão da instituição	4	5	5

NOME: VITOR HENRIQUE O. BOURGUIGNON ASSINATURA:


Vitor Henrique Oliveira Bourguignon

Fonte: Autor.

Figura E.2 – Avaliação das propostas (colaborador 02).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS			
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?			
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente			
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO		
	PROPOSTA 9	PROPOSTA 10	PROPOSTA 11
1. TÉCNICO			
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	5	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	3	5	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	5	3	5
1.4 Atendimento ao Requisito	4	5	4
2. OPERACIONAL			
2.1 Tempo para execução da atividade	3	4	5
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	4	5	5
2.3 Equipe envolvida na atividade	4	5	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	3	4	5
3. TÁTICO			
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	3	3	5
3.2 Envolvimento para implantação	5	4	5
3.3 Atividade atual	5	5	5
3.4 Coerência com a visão da instituição	5	5	4
NOME: JOSÉ TUPINAMBÁ LOPES VIANA JÚNIOR		ASSINATURA: José Tupinambá L. V. Júnior	

Fonte: Autor.

Figura E.3 – Avaliação das propostas (colaborador 03).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS			
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?			
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente			
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO		
	PROPOSTA 9	PROPOSTA 10	PROPOSTA 11
1. TÉCNICO			
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	5	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	5	4	4
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	4	4	5
1.4 Atendimento ao Requisito	4	4	5
2. OPERACIONAL			
2.1 Tempo para execução da atividade	4	4	4
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	3	3	4
2.3 Equipe envolvida na atividade	4	4	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	4	4	5
3. TÁTICO			
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	4	3	4
3.2 Envolvimento para implantação	4	4	4
3.3 Atividade atual	5	4	5
3.4 Coerência com a visão da instituição	5	4	5
NOME: DANIELE CLARINDO AMORIM		ASSINATURA: <i>Daniele Clarindo Amorim</i>	

Fonte: Autor.

Figura E.4 – Avaliação das propostas (colaborador 04).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS			
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?			
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente			
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO		
1. TÉCNICO	PROPOSTA 9	PROPOSTA 10	PROPOSTA 11
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	3	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	3	3	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	5	3	5
1.4 Atendimento ao Requisito	5	3	5
2. OPERACIONAL			
2.1 Tempo para execução da atividade	4	5	5
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	3	3	3
2.3 Equipe envolvida na atividade	4	3	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	3	3	4
3. TÁTICO			
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	3	3	3
3.2 Envolvimento para implantação	5	4	5
3.3 Atividade atual	4	4	4
3.4 Coerência com a visão da instituição	5	5	5
NOME: <i>F. Tom Eng AES Antonio V. Dimiz Mendes</i> ASSINATURA: <i>[Assinatura]</i>			

Fonte: Autor.

Figura E.5 – Avaliação das propostas (colaborador 05).

PONTUAÇÃO DAS PROPOSTAS			
Questão: Você considera que as propostas enumeradas afetam positivamente os critérios abaixo em qual nível da escala?			
Escala: 1- Não Concordo; 2- Não Concordo Parcialmente; 3- Indiferente; 4- Concordo Parcialmente; 5- Concordo Totalmente			
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO		
1. TÉCNICO	PROPOSTA 9	PROPOSTA 10	PROPOSTA 11
1.1 Qualidade do Produto Final ou Serviço	5	5	5
1.2 Segurança da missão e da equipe	5	5	5
1.3 Capacidade de Detecção de Erro ou Desvio	5	5	4
1.4 Atendimento ao Requisito	4	4	5
2. OPERACIONAL			
2.1 Tempo para execução da atividade	4	4	5
2.2 Custo envolvido na execução da atividade	4	5	5
2.3 Equipe envolvida na atividade	4	5	5
2.4 Treinamento dos envolvidos	5	5	5
3. TÁTICO			
3.1 Custo envolvido na implantação da atividade	4	5	5
3.2 Envolvimento para implantação	4	5	5
3.3 Atividade atual	4	5	5
3.4 Coerência com a visão da instituição	5	5	5
NOME: Évelyn Cassileine B. dos Santos Moliterno ASSINATURA: 			

Fonte: Autor.

APÊNDICE F – BREVE HISTÓRICO DO INPE

De acordo com INPE (2021), o Instituto surgiu no início dos anos 1960, motivado pelas expectativas que se criaram em torno das primeiras conquistas espaciais obtidas pela União Soviética e pelos Estados Unidos.

Em 1960, a Sociedade Interplanetária Brasileira (SIB) resolveu, durante a Reunião Interamericana de Pesquisas Espaciais, propor a criação de uma instituição civil de pesquisa espacial no país.

O ano de 1961 foi decisivo para o ingresso do Brasil na era espacial, uma vez que um Decreto presidencial criou o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), o embrião do que viria a ser o INPE, dando início às atividades espaciais no Brasil.

Segue a cronologia de acontecimentos de relevância para o INPE:

- 1963 O GOCNAE torna-se CNAE (Comissão Nacional de Atividades Espaciais).
- 1964 O Ministério da Aeronáutica estabelece o GTEPE (Grupo de Trabalho de Estudos e Projetos Espaciais).
- 1965 Há as primeiras campanhas de lançamento de foguetes de sondagem, com carga útil do INPE, a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (Natal/RN).
- 1966 Há o início do programa Meteorologia por Satélite (MESA) - recepção de imagens meteorológicas.
- 1968 Há o início dos cursos de pós-graduação.
- 1969 Início das atividades em sensoriamento remoto.
- 1971 A CNAE é extinta. Cria-se o INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais, vinculado ao CNPq.
- 1972 É criada a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE).
- 1973 Há a implantação da estação de recepção de dados de satélite de

sensoriamento remoto.

- 1979 Aprovada a MECB (Missão Espacial Completa Brasileira). Fica estabelecido que o INPE desenvolverá satélites de coleta de dados e de sensoriamento remoto; e o CTA, o veículo lançador de satélites e a implantação de um centro de lançamentos brasileiro.
- 1982 Primeira expedição científica à Antártica.
- 1985 É criado o Ministério da Ciência e Tecnologia. O INPE passa a pertencer ao MCT, como órgão autônomo.
- 1986 Há a criação dos Laboratórios Associados – Plasma, Sensores e Materiais, Computação e Matemática Aplicada e Combustão e Propulsão.

Início do programa de monitoramento de queimadas.

- 1987 Há a inauguração do Laboratório de Integração e Testes (LIT).
- 1988 Há a assinatura do acordo de cooperação entre Brasil e China visando o desenvolvimento de satélites (CBERS-1 e CBERS-2).
- 1989 É criada a SCT (Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia) como órgão integrante da Presidência da República.

Início do Projeto PRODES – Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélites, com levantamento de dados anuais sobre a taxa do desflorestamento na Amazônia Legal.

- 1990 O INPE passa a ser denominado Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e integrado à estrutura básica da Secretaria da Ciência e Tecnologia da Presidência da República – SCT/PR.
- 1992 A SCT é transformada em Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), passando o INPE a integrá-lo na qualidade de órgão específico.
- 1993 Há o lançamento do SCD-1 – Primeiro satélite brasileiro de coleta de dados, desenvolvido pelo INPE.

- 1994 É criada a Agência Espacial Brasileira, em substituição à COBAE.
- 1995 É aprovada a Estrutura Regimental do MCT, passando o INPE a integrá-lo na qualidade de Órgão Específico Singular.
- 1998 Há o lançamento do Satélite SCD-2, desenvolvido pelo INPE.
- 1999 Há o lançamento do CBERS-1 – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres.
- 2002 Há a assinatura de novo acordo de cooperação entre Brasil e China para o desenvolvimento dos satélites CBERS-3 e CBERS-4.
- 2003 Há o lançamento do Satélite CBERS-2.
- 2004 O Supercomputador do INPE coloca o Brasil entre os oito países com alta capacidade de processamento em previsão numérica de tempo e clima.
- 2005 Os dados do programa de Detecção de Desmatamento da Amazônia em Tempo Real (DETER) são disponibilizados na Internet.
- 2007 Há o lançamento do Satélite CBERS-2B.
- 2008 Criação do Centro de Ciência do Sistema Terrestre e a criação do Centro Regional da Amazônia.
- 2009 São inaugurados em Cachoeira Paulista o Laboratório de Captura de Gás Carbônico (CO₂) e a Estação de Sensoriamento Remoto Marinho.
- 2010 Há a realização da campanha de testes do satélite argentino SAC-D, que tem a bordo o Aquarius, inovador instrumento da NASA.
- 2011 Há o início das operações do Tupã, o novo supercomputador climático.
- 2012 Há a qualificação do primeiro subsistema nacional de propulsão para satélites.

- 2013 Há o lançamento do satélite CBERS-3.
- 2014 Há o lançamento do cubesat NanosatC-Br1 e o lançamento do satélite CBERS-4.
- 2015 O Brasil e a China assinam o protocolo para o satélite CBERS-4A.
- 2016 É lançado novo sistema de monitoramento de queimadas.
- 2019 É lançado o CBERS 4A.
- 2021 É lançado o AMZ 01.

APÊNDICE G – BREVE HISTÓRICO DO IFI

O desenvolvimento acelerado da aviação pós-guerra e o elevado índice de acidentes motivaram o estabelecimento de regras e restrições à operação e construção de aeronaves.

No Brasil, desde 1930, já eram realizadas atividades de certificação (então chamada de “homologação”), sendo a homologação do CAP-4 (“Paulistinha”) um dos primeiros trabalhos realizados.

Com a criação do Ministério da Aeronáutica (MAer) em 1941, essas atividades passaram a ser realizadas pelo Serviço Técnico de Aeronáutica e, depois na década de 50, pelo recém-criado Centro Técnico de Aeronáutica (CTA). A partir de então, as atividades de certificação evoluíram em ritmo acelerado, comparando-se às de outros países industrialmente desenvolvidos.

Segue a cronologia de acontecimentos de relevância para a certificação militar no Brasil:

- 1969 Criação da EMBRAER – início das negociações com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)-ICAO (bolsas de estudo no exterior, visita de assistentes e compra de equipamentos de ensaios em solo e em voo).
- 1972 Certificação do C-95 (Bandeirante), segundo os requisitos da *Federal Aviation Regulation (FAR) Part 23*.
- 1974 Iniciam-se as negociações com o *Federal Aviation Administration (FAA)*, órgão certificador americano, para assinatura de acordo bilateral de certificação aeronáutica.
- A partir da assessoria e das orientações do FAA, decidiu-se por transferir as atividades de certificação ao recém-criado IFI, desvinculando-as do setor de desenvolvimento e fabricação de protótipos.

- 1977 O Bandeirante foi certificado, também, pelos órgãos certificadores da França e da Inglaterra.
- 1978 O Bandeirante foi certificado pelo FAA.
- 1980 Iniciou-se o desenvolvimento do EMB-120 (Brasília), tendo sido certificado conjuntamente pelo CTA e FAA em 1985.
- 1985 Com a incorporação de legislação relativa à certificação aeronáutica no CBA, coube ao então Departamento de Aviação Civil (DAC) emitir regulamentos operacionais e de manutenção, além de atualizar os requisitos de aeronavegabilidade emitidos pelo CTA.
- 1985 A adoção dos requisitos FAR, emitidos pelo FAA, objetivou assegurar a competitividade dos produtos nacionais.

Uma vez que os regulamentos da família FAR e o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) contêm somente requisitos de segurança de voo (aeronavegabilidade), não gerando qualquer obrigação ligada ao cumprimento da missão, fez-se necessário destacar um grupo do IFI para tratar especificamente da certificação de aeronaves militares uma vez que a aplicabilidade integral dos regulamentos civis para os sistemas militares carece de adaptações com relação aos sistemas de defesa (míssil, *chaff*, *flare*, radar tático, etc.) e também com relação aos perfis de voo militares.

As atividades de certificação militar surgiram mais tarde, após consolidada a indústria aeronáutica de uso civil e iniciaram-se a partir da década de 1970, com o desenvolvimento da indústria bélica nacional. Nessa época, as atividades de certificação militar eram exercidas inicialmente por Comissões.

A partir de 1982, as atividades de certificação militar foram intensificadas, em virtude do advento do projeto AM-X com a Itália. Essas atividades demandaram a criação de um setor específico no IFI para sua condução; e, em 1983, foi oficialmente criada a Divisão de Homologação Militar (FHM),

posteriormente transformada em Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial (CPA).

Inicialmente, todas as atividades da CPA eram voltadas para o programa AM-X. O 1º certificado emitido, não relacionado ao programa AM-X, ocorreu em 1987, com a certificação de um sistema de armas para o H-50 (“Esquilo”).

Cabe ressaltar que o H-50 (“Esquilo”) foi desenvolvido pela Helibrás e certificado pelo IFI, por exigência contratual da Marinha do Brasil.

Em 1993, foi modificado o sistema de combustível do L-42 (“Neiva Regente”), aplicando requisitos de aeronavegabilidade do RBAC 23.

Em 1994, com base em um acordo recíproco entre França e Brasil, a CPA acompanhou a produção e aceitação técnica de 50 T-27 (“Tucano”) para a Força Aérea Francesa.

Atualmente, as bases legais das atividades de certificação de produtos pelo IFI são as constantes em:

- DCA 400-6/2007 Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica.
- DCA 800-2/2019 Garantia da Qualidade e da Segurança de Sistemas e Produtos no COMAER.
- ICA 57-21/2017 Regulamento de Aeronavegabilidade Militar e Procedimentos para a Certificação de Produto Aeronáutico.
- ICA 60-2/2019 Procedimento para a Certificação de Produtos e de Sistema de Gestão da Qualidade no Setor Espacial.
- ICA 57-22/2019 Instrução que dispõe sobre critérios para definição de requisitos de aeronavegabilidade de produtos aeronáuticos.

A partir de então, as atividades de certificação evoluíram em ritmo acelerado, comparando-se ao de outros países industrialmente desenvolvidos, com certificações de diversos produtos aeronáuticos.